



Fenologia do *Vaccinium
corymbosum* cv *Duke* em
várias regiões de Portugal
Continental

LUIS FILIPE COELHO DOS SANTOS

Mestrado em Engenharia Agronómica

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

2015

Orientador

Doutora Helena Ribeiro

Na elaboração desta dissertação utilizaram-se dados constantes dos seguintes trabalhos publicados sob o nome Santos, L:

Santos, L., Ribeiro, H., Madeira, B., Abreu, I. & Brás de Oliveira, P. (2014). Escala de observação fenológica para a cultura do mirtilo. Revista *Pequenos Frutos* 9:6-7, suplemento da *AGROTEC* 13. (anexo 10).

Santos, L., Ribeiro, H., Madeira, B., Abreu, I. & Brás de Oliveira, P. (2015). Fenologia do *Vaccinium corymbosum* cultivar *Duke* em várias regiões de Portugal Continental. Revista *Pequenos Frutos* 12:18-20, suplemento da *AGROTEC* 16. (anexo 11).

E da seguinte comunicação:

Santos, L., Ribeiro, H., Madeira, B., Abreu, I. & Brás de Oliveira, P. 2014. Fenologia da cultivar *Duke* em diferentes partes do país. *IV Encontro Nacional de Produtores de Mirtilo*, 7 e 8 de novembro, Vila Verde, Portugal.

Agradecimento

Este trabalho tem de registar com apreço destacado, o meu agradecimento às pessoas que foram importantes para a sua construção.

À Doutora Helena Ribeiro pela sua disponibilidade, interesse, gosto pela fenologia e principalmente pelos constantes reforços positivos que me conduziram até à meta. Muito obrigado.

À Escola E.B 2/3 de Moure pela cedência dos dados meteorológicos de Vila Verde.

Aos colaboradores dos cinco locais de observação, através dos quais foi possível recolher os dados fenológicos.

À Professora Ilda Noronha, ao Professor Pedro Brás de Oliveira e ao Dr. Bernardo Madeira o meu agradecimento por poder participar neste projeto e pela ajuda no enquadramento institucional.

À minha Família pelo apoio e pelos sacrifícios inerentes ao tempo que lhes foi retirado para realização desta tese.

Palavras – chave:

Fenologia, modelação fenológica, mirtilo, dormência, floração

Phenology, phenological models, blueberry, dormancy, flowering

Resumo

A produção de Mirtilo tem acompanhado o aumento de consumo destes frutos, por parte dos consumidores cada vez mais conscientes, na busca de alimentos com antioxidantes.

Os produtores portugueses têm necessidade de conhecer a adaptabilidade deste fruto às suas condições edafo-climáticas e de comparar diferentes regiões para melhor projetar o percurso a seguir.

Utilizando a cultivar *Duke* como modelo, foi efetuado o acompanhamento do seu ciclo biológico, em 2014 e 2015, em cinco regiões de Portugal Continental: Vila Verde, Amarante, Sever do Vouga, Viseu e Odemira.

Neste contexto, desenvolveu-se uma escala para observação fenológica no campo obtida através da junção da escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA) e da escala BBCH. Foram determinados os requisitos térmicos (unidades de frio e unidades de calor) necessários para que as diferentes fenofases se completem, testando vários modelos de cálculo.

Foi possível verificar que a data de abrolhamento foi bastante variável nos diferentes locais de estudo, ocorrendo entre março e início de abril. A data de floração variou entre o início e fim de abril e o crescimento do fruto desenrolou-se pelos meses subsequentes culminando com a sua maturação a partir da primeira quinzena de junho e estendendo-se até meados de julho. Vila Verde e Amarante foram os locais com fenologia mais adiantada contrariamente a Sever do Vouga e Odemira onde se verificou o desenvolvimento mais atrasado.

Relativamente às necessidades de frio pode-se verificar que, para Portugal Continental, a referência das 600 horas para a cultivar *Duke* é um valor conservativo. Considerando o efeito da temperatura no desenvolvimento vegetativo anual obtivemos valores muito próximos de unidades de calor necessárias para ocorrer a floração. No entanto, no caso do vingamento do fruto e coloração a amplitude foi grande.

Este estudo permitiu conhecer um pouco mais sobre a adaptabilidade fenológica da cultivar *Duke* em diferentes regiões de Portugal continental, dada a reconhecida importância de efetuar o acompanhamento fenológico do pomar.

Abstract

Blueberry production has followed the increase in the consumption of these fruits by the consumers due to increasingly aware, in search of food with antioxidants.

Portuguese producers need to know the adaptability of this fruit to their soil and climate conditions and to compare different regions to better project the future actions.

Using the cultivar *Duke* as a model, its phenology was monitored in 2014 and 2015 in five regions of Portugal: Vila Verde, Amarante, Sever do Vouga, Viseu and Odemira.

In this context, it was developed a scale for phenological observations in the field integrating the phenological scale for Blueberry from the University of Michigan (USA) and BBCH. It was determined the thermal requirements (chilling units and heat units) necessary for the different phenological phases to be completed, testing various models of calculation.

It was observed that the date of bud burst was highly variable in the different study sites, occurring between March and early April. The flowering date was between the beginning and end of April and the fruit of growth unfolded by the subsequent months culminating in its maturity from the first half of June and lasting until mid-July. Vila Verde and Amarante were the sites with earlier phenology contrary to Sever do Vouga and Odemira where there was the latest development.

With regard to chilling units needs it can be seen that, for mainland Portugal, reference to 600 chilling hours for the cultivate *Duke* is a conservative value. Considering the effect of temperature on the annual plant development it was obtained heat units required for flowering to occur very similar in all the studied regions. However, in the case of fruit set and coloring, the amplitude was large.

This study allowed us to know a little more about the phenological adaptability of the cultivar *Duke* in different regions of mainland Portugal, given the recognized importance of making the phenological monitoring of the orchard.

Índice

Agradecimento.....	3
Palavras – chave:.....	4
Resumo.....	5
Abstract.....	6
Índice	8
Índice de Tabelas.....	9
Índice de Gráficos.....	9
Índice de Figuras	11
Índice de Anexos	11
Lista de abreviaturas	12
Capítulo I - Introdução.....	14
Capítulo II - Revisão do estado de arte.....	17
1. Mirtilo.....	17
1.1. Taxonomia e origem	17
1.2. Morfologia da planta	18
2. Cultivo	21
2.1. A importância económica.....	22
2.2. Exigências edafo-climáticas.....	24
2.3. Cultivares.....	25
2.4. Pragas e Doenças	26
3. Fenologia.....	28
3.1. Fenologia do Mirtilo.....	31
3.1.1. Necessidades térmicas	32
4. Modelos de previsão fenológica	35
Capítulo III – Material e métodos	37
1. Descrição do Estudo	37
2. Clima dos Locais de estudo	38
3. Observações fenológicas	41
4. Determinação das necessidades térmicas	43

$CV = 100 \times \frac{S_{DEV}}{\bar{x}}$	5. Resultados e Discussão.....	46
	5.1. Protocolo de observação fenológica.....	47
	5.1.1. Desenvolvimento reprodutivo.....	47
	5.1.2. Desenvolvimento vegetativo.....	50
	5.2. Comportamento fenológico da cultivar <i>Duke</i>	51
	5.3. Necessidades térmicas.....	54
	5.3.1. Requisitos de Unidades de Frio da cultivar <i>Duke</i> nos 5 locais...54	
	5.3.2. Requisitos de Unidades de Calor das plantas <i>Duke</i> nos 5 locais56	
	6. Conclusões.....	61
	Referências Bibliográficas.....	62
	Portais da Internet.....	68

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Temperaturas base para <i>northern highbush</i> mencionadas na Bibliografia.....	34
Tabela 2 - Requisitos máximos de Unidades de Frio para as cultivares de mirtilos <i>northern highbush</i> , <i>southern highbush</i> e <i>rabbiteye</i> (M E Austin, 1994; Gough, 1994).	34
Tabela 3 - Informação sobre as estações meteorológicas utilizadas no estudo.	38
Tabela 4 – Lista dos métodos de investigação	43
Tabela 5 – Unidades de Calor desde o Abrolhamento até à Floração, da Floração até ao Vingamento, do Vingamento até à Coloração e, por fim, da Coloração até ao estado de 10% Fruto Maduro, com o método de cálculo que apresentou o menor coeficiente de variação.	57
Tabela 6 – Coeficientes de Variação para as fases fenológicas, segundos os métodos de B-E, ACTmed, GDD e Zalom.....	59

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução da área de cultivo de mirtilo (Fonte FAO, 2014).	22
Gráfico 2 – Evolução da produção de mirtilo (Fonte FAO, 2014).....	22

Gráfico 3 – Evolução da produtividade de mirtilo (Fonte FAO, 2014)	22
Gráfico 4 – Evolução da Área e Produção de mirtilo em Portugal (segundo o INE, por localização geográfica NUTS 2002)	23
Gráfico 5 – Produtividade por hectare de mirtilo em Portugal (segundo o INE, por localização geográfica NUTS 2002)	23
Gráfico 6 – Comercio Internacional Português de Mirtilos em toneladas (fonte: Anuário Agrícola 2013)	23
Gráfico 7 – Comércio Internacional Português de Mirtilos em valor (mil €) (fonte: Anuário Agrícola 2013)	23
Gráfico 8 – Diagramas de distribuição da temperatura e precipitação médias mensais.	39
Gráfico 9 – Comparação dos valores mensais da temperatura média e valores totais mensais da precipitação observados nas estações meteorológicas utilizadas no estudo.....	40
Gráfico 10 – Modelo de cálculo de Unidades de Frio UTAH.....	44
Gráfico 11 – Modelo de somatório de Unidades de Frio (CH).	44
Gráfico 12 – Calculo das Unidades de calor diárias pelo método B-E.....	45
Gráfico 13 – Calculo das Unidades de calor diárias pelo modelo ACTmed... ..	45
Gráfico 14 – Calculo das Unidades de calor diárias pelo modelo GDD.	46
Gráfico 15 – Calculo das Unidades de calor diárias pelo método Zalom.....	46
Gráfico 16 - Número de dias até à ocorrência dos diferentes dos estados fenológicos da cultivar <i>Duke</i> nos 5 locais de estudo (Vila Verde, Amarante, Sever do Vouga, Viseu e Odemira) durante os anos de 2014 e 2015.....	51
Gráfico 17 – Intervalos do Início dos Estados Fenológicos em Dias Julianos, contagem a partir de 1 de janeiro.	52
Gráfico 18 – Percentagem do Coeficiente de Variação dos métodos UTAH e CH, com diferentes datas de início de contagem das horas de frio.....	55
Gráfico 19 – Necessidade de Unidades de Frio da <i>Duke</i> até ao Abrolhamento, segundo o método UTAH, com início de contagem em 01Jan e o método de CH com início de contagem em 01out.....	55

Índice de Figuras

Figura 1 – A Planta do mirtilo dormente (Fonseca & Oliveira, 2007).....	19
Figura 2 – Flor do Mirtilo (Gough, 1996)	20
Figura 3 - Lançamentos no início do abrolhamento (Longstroth, 2010).....	31
Figura 4 - Horas de Frio (<7,2°C) de 1 de outubro a 31 de janeiro, valores médios 2009-2013 (Madeira, 2013).....	33
Figura 5 - Locais de estudo (A) e esboço das regiões climáticas de Portugal (Daveau, 1985) (B).	37
Figura 6 – Formulário de Registo de Observação no Google Doc.....	42

Índice de Anexos

Anexo 1 – Datas dos estados Fenológicos nos 5 locais de estudo _____	69
Anexo 2 – Dias Julianos para os estados fenológicos em causas, nas diversas regiões observadas _____	69
Anexo 3 – Percentagem dos Coeficientes de Variação dos métodos de UTAH e CH, com início de contagem diferentes, nos cinco locais (ano 2014 e 2015)_____	70
Anexo 4 – Unidades de Frio, contagem segundo os métodos de UTAH e CH, com início da contagem a 1 de janeiro_____	70
Anexo 5 – Unidades de Calor desde o Abrolhamento até à Floração, segundo os métodos de B-E, ACTmed; GDD; Zalom. _____	70
Anexo 6 – Somatório de Unidades de Calor desde a Floração até ao Vingamento, segundo o método de B-E; ACTmed; GDD; Zalom. _____	71
Anexo 7 – Tabela das UC acumuladas entre o Vingamento e a Coloração, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom. _____	71
Anexo 8 – Somatório de Unidades de Calor, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom. _____	72
Anexo 9 – Total das Unidades de Calor, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom, desde a Floração até aos 10% de Fruto maduro. _____	72
Anexo 10 – 1ª Publicação na Agrotec _____	73
Anexo 11 – 2ª Publicação na Agrotec _____	75

Lista de abreviaturas

BBCH – Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie

B-E – Método Baskerville-Emin

°C – Graus Celsius

CH – Método Chilling Hours

CV – Coeficiente de Variação

DJ – Dias Julianos

DRAP – Direção Regional de Agricultura e Pescas

Escala MSU – Escala da Michigan State University

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Organization

GDD – Growing Degree Days

GDH – Growing Degree Hours

h – Hora

INE – Instituto Nacional de Estatística

INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

mm – milímetro

mts – Metros

NHB – northern highbush

NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos

S_{Dev} – Desvio Padrão

SHB – southern highbush

T_b – Temperatura base

temp – Temperatura

T_{High} – Temperatura superior

T_{Low} – Temperatura inferior

T_{máx} – Temperatura máxima

T_{min} – Temperatura mínima

T_x – Temperatura média

UC – Unidades de Calor

UF – Unidades de Frio

V. – Vaccinium

X – Média

Capítulo I - Introdução

A exploração do mirtilo apesar de ser uma atividade relativamente recente em Portugal está a tornar-se numa cultura com considerável importância económica a nível regional e nacional não só em termos de área mas também em número de produtores.

O mirtilo apresenta alta importância económica, especialmente nos Estados Unidos e Europa, centros de origem das espécies deste género. O interesse por esta cultura em outras regiões tem sido crescente (Santos et al. 2014).

Um dos aspetos primordiais para o sucesso na produção de mirtilos é o conhecimento da biologia da planta, nomeadamente o seu ciclo de desenvolvimento e adaptabilidade aos condicionantes ambientais do local de exploração, que fortemente influenciam o rendimento global.

Há muitas espécies de mirtilo, sendo que as principais espécies com expressão comercial podem ser divididas em três grupos, de acordo com o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto produzido e outras características: *northern highbush*, que tem a melhor classificação em tamanho e sabor dos frutos, *rabbiteye* produz frutos de menor tamanho e de menor qualidade apresenta maior produção por planta e melhor conservabilidade pós-colheita e por fim, *southern highbush* que produz frutos com poucas exigências de frio e por reduzidos períodos de maturação e colheita (Eck et al. 1990).

A rentabilidade e longevidade de uma plantação de mirtilos estão dependentes de vários fatores, como por exemplo: a escolha da cultivar adequada às condições edafo-climáticas da exploração, a qualidade do fruto, as preferências do mercado, a vida do fruto pós colheita, etc. Neste contexto, o acompanhamento e previsão da sua fenologia são importantes para o entendimento da cultura e suas particularidades. Após alguns anos de observação das diferentes fenofases, i.e. datas de abrolhamento, floração e maturação do fruto, etc., será possível desenvolver calculadores *online* da fenologia e necessidades térmicas que permitam prever com vários dias de antecedência, à semelhança das previsões do tempo, quando um determinado estado fenológico será atingido.

Assim, antes da plantação o conhecimento da fenologia e consequentes exigências térmicas das cultivares a plantar, permitirão a escolha mais assertiva das cultivares mais adaptadas às características edafoclimáticas de uma determinada região.

A maior parte das cultivares de mirtilo é parcialmente autoestéril, de modo que é muito importante que exista mais de uma cultivar na mesma plantação e com floração em simultâneo para que a produção atinja o máximo potencial, caso assim não seja é ineficiente a presença de mais de uma cultivar, pelo que se sobrepõe esta como a mais importante razão para o bom conhecimento fenológico de cada cultivar em cada local.

Além disso, será possível:

- Melhor aproveitamento de janelas de oportunidade de mercado face à prática de preços mais elevados. Para isso, as necessidades de frio para cada cultivar condicionarão a época de colheita numa região ou localidade específica e esta adaptabilidade é possível determinar através do registo das datas de entrada em dormência da planta e abrolhamento dos gomos florais;

- Otimização dos fatores de produção, por exemplo, a combinação de diferentes cultivares que possibilitem um escalonamento nas datas de colheita do fruto ou retirar vantagens da polinização cruzada e com isso poder potenciar ao máximo a época de floração com a disponibilidade de pólen durante mais tempo para fecundação das flores e contornar problemas de incompatibilidade polínica que pode ocorrer em alguns cultivares.

Quando a cultura já está estabelecida, a monitorização e previsão do estado de evolução fenológica do mirtilo é, também, um importante instrumento de apoio à tomada de decisão na calendarização das operações culturais. O produtor ao ter acesso à informação, que o ajudem a prever a distância temporal para a ocorrência de uma determinada fenofase, terá a possibilidade de uma atuação antecipada como por exemplo:

- a) Aquisição dos agentes polinizadores (colónias de *Bombus terrestris*) na altura da floração pois a polinização influencia de forma determinante o vingamento e produtividade do pomar. O uso de polinizadores é aconselhado quando cerca de 20% do pomar está em floração;

b) Ajustar as necessidades de fertilização e rega. As exigências nutricionais e hídricas das plantas de mirtilo variam de acordo com os seus estados fenológicos, sendo particularmente exigentes durante a maturação dos frutos;

c) Aplicar de forma preventiva e/ou aconselhada produtos fitossanitários para o controlo de pragas e doenças. Por exemplo na fenofase de 10% de frutos maduros (pré colheita) por vezes é usado fungicida para combater o apodrecimento do fruto.

d) Prever a data de início da colheita permitirá planear a fase mais importante de logística para escoamento do fruto em fresco ou conservado em frio.

Assim o nosso estudo teve como objetivo abordar questões relacionadas com a adaptabilidade fenológica das plantas do mirtilo em diferentes regiões de Portugal continental, dada a reconhecida importância de efetuar o acompanhamento fenológico do pomar. Para isso, procedeu-se ao acompanhamento do seu desenvolvimento ao longo do ano através da observação das diferentes fenofases e comparação com os valores da temperatura registados em 5 regiões: Vila Verde, Amarante, Sever do Vouga, Viseu e Odemira.

Neste contexto, desenvolveu-se uma escala para observação fenológica no campo obtida através da junção da escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA) que está disponível na internet: (Referência Web 3) e a escala BBCH (Referência Web 4), que é uma escala desenvolvida para codificar de forma numérica e uniforme os estados fenológicos das plantas mono e dicotiledóneas.

Baseado nestes pressupostos, este trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento dos estados fenológicos da planta do Mirtilo, cultivar *Duke*, em diferentes regiões de Portugal continental.

Capítulo II - Revisão do estado de arte

1. *Mirtilo*

O mirtilo é uma planta de porte arbustivo originária da América do Norte e Euro ásia, que se adapta bem ao clima temperado.

O seu fruto em forma de baga quando maduro adquire a coloração azul arroxeada e apresenta um formato achatado, coroado pelos lóbulos persistentes do cálice. Apresenta uma polpa de coloração esbranquiçada de sabor doce-ácido com muitas sementes. Possuem, em geral, em torno de 1 cm de diâmetro e 1,5 g de peso, podendo ser destinados tanto para o consumo in natura quanto para o processamento (Eck & Childers, 1966; Kluge, Hoffmann, & Bilhalva, 1994).

A baga de mirtilo contém elevada concentração de compostos fenólicos (ácidos fenólicos, flavonoides e antocianinas) comparativamente com outros frutos (Wolfe et al., 2008). Sendo conhecido pelas suas propriedades antioxidantes a baga de mirtilo é bastante apreciada particularmente nos países Nórdicos.

1.1. Taxonomia e origem

As plantas de mirtilo são angiospérmicas dicotiledóneas e pertencem à família botânica das Ericaceae, género *Vaccinium*. Este género é constituído por 450 espécies (Fonseca & Oliveira, 2007; Meyer & Prinsloo, 2003) que apresentam porte arbustivo distintos e possuem uma característica comum de se poderem desenvolver em condições ambientais adversas. O género *Vaccinium* pode ser dividido nos sub géneros *Oxycoccus* e *Vaccinium* onde se pode encontrar um número elevado de secções, cada uma constituída por várias espécies (Ferreira & Oliveira, 2007).

Com origens diferentes e por todo o mundo, não existe ainda um consenso relativamente às origens das espécies. Segundo Luby et al (1990), o continente americano possui 75% das espécies de mirtilo com 10% no sul, 25% no centro e 40% no norte. Enquanto para Trehane (2004) e Gough (1991), cerca de 67% na Ásia e no Pacífico, 26% na América do norte, 10% da América do Centro e Sul, 6% na Europa e o restante 1%, encontra-se em África

A domesticação comercial desta cultura tem pouco mais de 80 anos. Partiu dos trabalhos exploratórios e de investigação conduzidos por Elizabeth White e Coville, em 1921 (Meyer & Prinsloo, 2003).

Em Portugal, até aos anos 90, não existia a tradição da cultura destes pequenos frutos. Podemos encontrar cultivares autóctones na Serra do Gerês *Vaccinium myrtillus* e *vitis-idae*, na ilha da Madeira é endémico o *Vaccinium padifolium*, cujos frutos com cerca de 1cm de diâmetro são comestíveis e já foram, em tempos exportados (Fonseca & Oliveira, 2007). E no Arquipélago dos Açores, encontra-se o *Vaccinium ciliandraceum*, endémico, espécie não comestível mas protegida, por integrar a dieta do Priolo (Referência Web 14).

1.2. Morfologia da planta

A planta do mirtilo apresenta grande variedade de aspeto e tamanhos. Este arbusto pode ter um hábito ereto e atingir os 10 metros de altura como no caso do *V. myrtillus* na Europa, ou ser rasteiro atingindo os 2 metros de comprimento, como no caso do *V. ashei* no sul dos Estados Unidos, com caules herbáceos e que não ultrapassam os 0,5 metros (Fonseca & Oliveira, 2007).

O sistema radicular do mirtilo é composto por raízes de suporte, que podem alcançar 1 metro de profundidade, e raízes finas e fibrosas distribuem-se nos primeiros 30 a 40 cm e asseguram a absorção de água e nutrientes. Como não possuem os pelos radiculares, torna-se necessário o estabelecimento de uma simbiose com hifas ou micorrizas que asseguram a absorção de nutrientes e água em troca de foto-assimilados (Fonseca & Oliveira, 2007).

Os ramos têm origem em gomos da coroa, ou seja na zona de transição (Figura 1), onde o sistema vascular apresenta uma morfologia intermédia entre raiz e caule e que constituem a estrutura da planta (Fonseca & Oliveira, 2007). Existem ainda ramos laterais que se formam a partir de gomos existentes na axila das folhas. Têm normalmente comprimentos de 15 a 50 cm e podem apresentar dois a três fluxos de crescimento por ano. No mirtilo o sistema radicular e a parte aérea não funcionam em total comunicação, de modo que se a água ou os nutrientes forem aplicados apenas de um lado as varas desse lado irão ter melhor desenvolvimento. Embora estejam ligadas à mesma coroa, as varas devem ser encaradas como tendo

certa autonomia. Isto é importante na aplicação de água e nutrientes, mas também na poda (Gough, 1991).

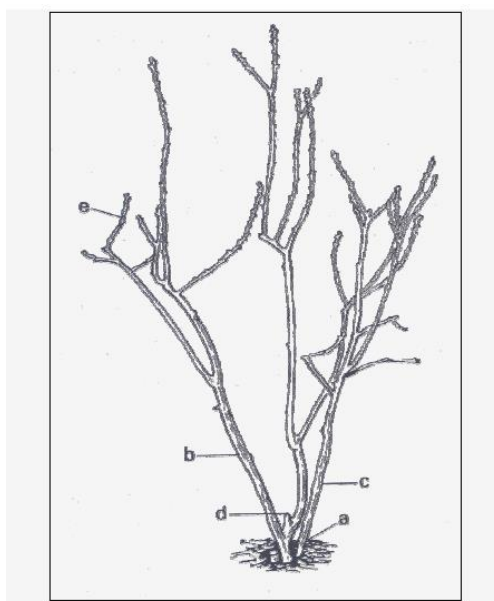


Figura 1 – A Planta do mirtilo dormente (Fonseca & Oliveira, 2007).

a – coroa; b – ramo principal; c – ramos de renovação; d – ramo podado;
e – ramo lateral do ano com gomos vegetativos e florais.

As folhas formam-se nos nós dos ramos com cerca de 7,5 cm, são alternas com forma entre elíptica estrita a ovalada e podendo apresentar pelos na página inferior ou serem glabras (Gough, Hindle, & Shutak, 1976). O número de folhas depende das cultivares e do vigor do ramo em que se formaram.

As flores de mirtilo reúnem-se em inflorescências compostas por 6 a 14 flores perfeitas e completas. O número de flores por gomo floral está dependente da posição do gomo no ramo. Os gomos distais são os que apresentam maior número de flores e este diminui à medida que aumenta a distância à extremidade do ramo. Cada flor apresenta entre 8 a 10 estames e o ovário é ínfero com 4 a 5 lóculos e diversos óvulos por lóculo (Valdivieso, Trindade, & Oliveira, 2015).

As flores dos mirtilos têm várias características que desfavorecem a autopolinização e promovem a polinização cruzada (Figura 2). A corola é gomilosa e deprimida, isto é, as pétalas das flores estão soldadas entre si formando uma campânula invertida com uma abertura pequena, a boca, que protege os estames do vento, evitando que o pólen caia sobre o seu próprio estigma. As flores são aromáticas e possuem glândulas nectaríferas na base do estigma, o que promove a

sua visita por insetos como as abelhas e as vespas (Fonseca & Oliveira, 2007). Quando um inseto penetra na corola começa por encontrar os estigmas onde deposita, eventualmente, pólen que recolheu noutra flor. Em seguida passa pelas anteras carregadas de pólen que o libertam e só no fim do percurso o inseto tem acesso ao néctar (Gough, 1996).

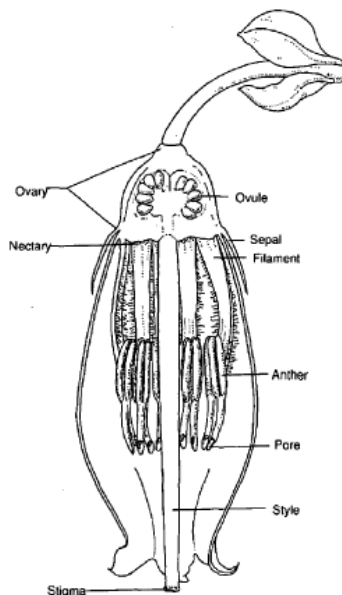


Figura 2 – Flor do Mirtilo (Gough, 1996)

A floração, dependendo das condições ambientais, pode estar em floração durante 7 a 14 dias.

Os frutos do mirtilo são bagas que amadurecem, em geral, cerca de 2 a 3 meses após a floração, dependendo das cultivares e das condições atmosféricas, nomeadamente a temperatura e do vigor da planta (Fonseca & Oliveira, 2007).

O processo de crescimento e maturação do fruto pode ser dividido em três fases distintas, podendo a sua divisão no tempo ser de 60%; 30% e 10%, respetivamente (Fonseca & Oliveira, 2007). Deste modo, podemos caracterizar as seguintes fases:

1º Fase – Aumento rápido do tamanho da baga, durante um mês, dá-se uma rápida divisão celular e um aumento do número de células;

2ª Fase - O tamanho da baga aumenta pouco mas, os embriões no interior das sementes desenvolvem-se e amadurecem.

3ª Fase – A baga começa a amadurecer e sofre um rápido aumento em volume resultante do aumento do volume celular (Galleta, 1975). Esta fase pode durar entre 16 e 26 dias.

A maturação do fruto ocorre na fase 3, verifica-se uma diminuição do teor de clorofila, e aumento das antocianinas, por outras palavras, passa de cor verde a azul (Sharpe & Darrow, 1959).

O fruto é inicialmente azedo (extremamente ácido), mas com o amadurecimento, a acidez vai diminuindo com o aumento do teor de açúcar. Para uma melhor qualidade dos frutos, as bagas devem permanecer nas plantas até ao seu amadurecimento. No final o fruto contém cerca de 85 % de água e por conseguinte, o *stress* hídrico reduz o tamanho do fruto, reduz teor de amido, e implicará um menor teor de açúcar. O fruto demasiado maduro, vai ter um período de conservação mais curto pós-colheita, mas o armazenamento a 0°C e 90 % de humidade relativa pode prolongar o tempo de armazenagem de até 12 vezes (Gauthier & Kaiser, 2013).

2. Cultivo

Segundo Fonseca & Oliveira (2008), nos anos 80 surgiram as primeiras plantações experimentais de Mirtilos em Trás-os-Montes. Cinco anos depois, 1985, ao abrigo de um Intercâmbio Luso-alemão, onde o INIAV (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária) através das estações Nacionais e Departamentos autónomos era um parceiro estratégico, realizou-se o primeiro ensaio formal, em 1985, na Quinta de Lamaçais em Caria, dez cultivares de Mirtilo, do grupo *northern highbush*. Todavia, em Portugal, até aos anos 90, não existia a tradição da cultura destes pequenos frutos, situação que se alterou a partir de 1994, quando a Fundação, Holandesa, *Carel Lockorn* e a HORTOBEIRA instalaram um conjunto de plantações experimentais junto de agricultores da Região de Sever do Vouga e de Tarouca (Fonseca & Oliveira, 2008). Tendo como propósito encontrar alternativas à agricultura de subsistência das regiões, centrada no vinho americano e no milho, verificaram que o solo e o clima reuniam excelentes condições para a produção do Mirtilo

Com o aumento da produção do fruto, em termos de área e número de produtores, pode-se constatar o aumento considerável do impacto económico a nível regional e nacional.

2.1. A importância económica

Dado que segundo a FAO, no ano de 2012, o primeiro produtor mundial de mirtilos foram os Estado Unidos da América e Portugal, encontra-se no 18º lugar dos países produtores de mirtilo com uma produção anual total de 255 toneladas (Referência Web 7).

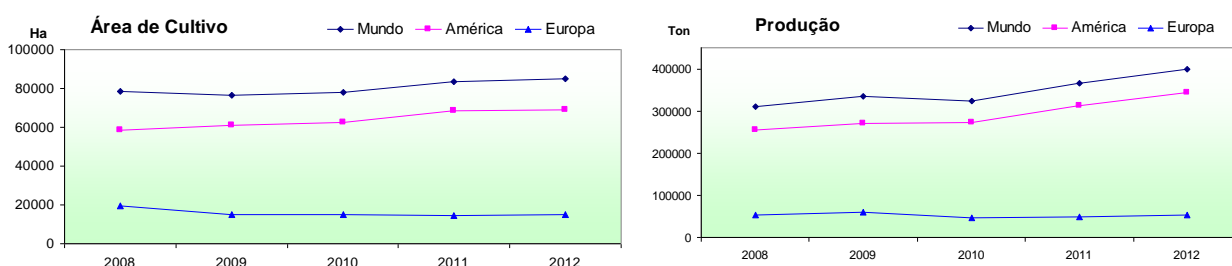


Gráfico 1 – Evolução da área de cultivo de mirtilo (Fonte FAO, 2014).

Gráfico 2 – Evolução da produção de mirtilo (Fonte FAO, 2014).

Segundo os dados obtidos na FAO (Gráfico 1 e 2), as áreas totais de produção de mirtilo mundial são quase exclusivas entre o continente americano e europeu. Numa relação de 75% e 25%. E no total de produção, podemos constatar que o continente americano produz cinco vezes mais mirtilo por ano do que a Europa.

Relativamente à produtividade por hectare, verifica-se que a média americana é superior à europeia $\pm 30\%$ (Gráfico 3).

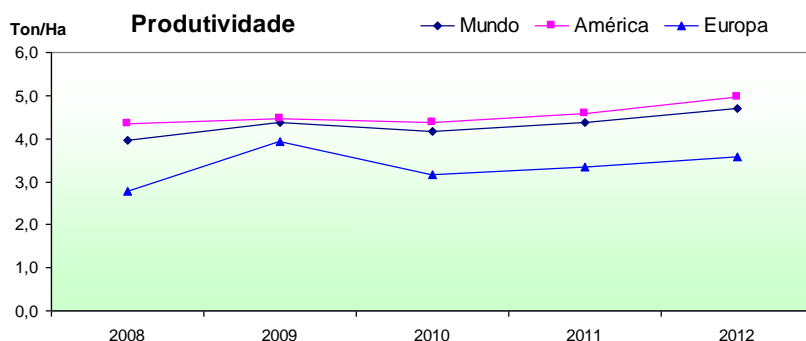


Gráfico 3 – Evolução da produtividade de mirtilo (Fonte FAO, 2014)

Em Portugal, a produção do mirtilo tem, segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística, vindo a aumentar. Dos 219 ha de 2010 a área quadruplicou nos últimos anos atingindo os 885 ha em 2013 (Gráfico 4). Esta evolução não se verificou em termos de produção, e um dos fatores que pode ser apontado é a necessidade de três a quatro anos de crescimento das plantas até atingirem o estado adulto para produção. O mesmo motivo pode ser apontado à quebra de produtividade por hectare apresentado no gráfico seguinte. Com uma redução atual de 2,7 vezes a produtividade verificada em 2010 (Gráfico 5).

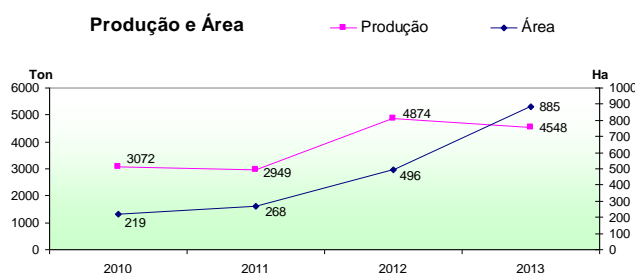


Gráfico 4 – Evolução da Área e Produção de mirtilo em Portugal (segundo o INE, por localização geográfica NUTS 2002)

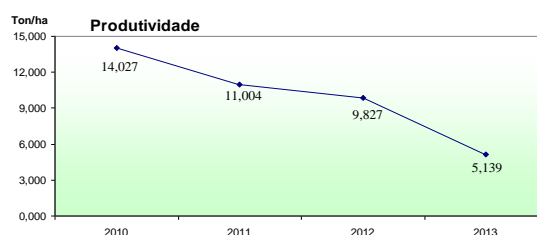


Gráfico 5 – Produtividade por hectare de mirtilo em Portugal (segundo o INE, por localização geográfica NUTS 2002)

Ao nível do Comércio Internacional Mirtilos do Português, podemos constatar (Gráfico 6 e 7) que tanto em toneladas como em milhares de euros a balança comercial é favorável a Portugal. Com as importações sempre inferiores relativamente às exportações.

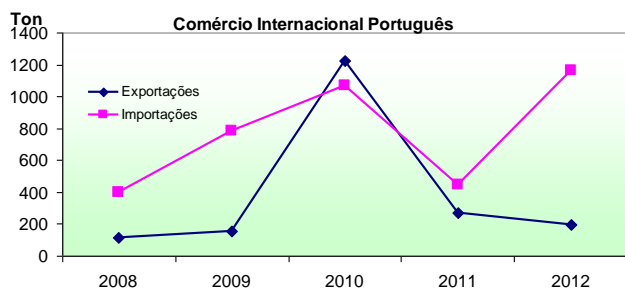


Gráfico 6 – Comércio Internacional Português de Mirtilos em toneladas (fonte: Anuário Agrícola 2013)

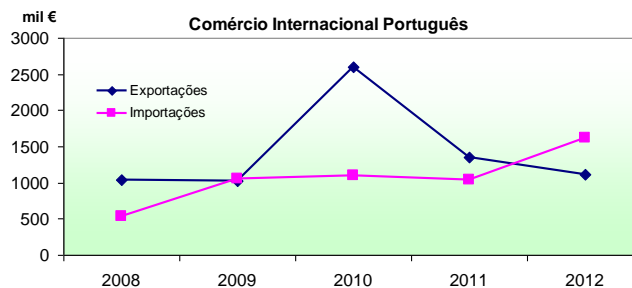


Gráfico 7 – Comércio Internacional Português de Mirtilos em valor (mil €) (fonte: Anuário Agrícola 2013)

2.2. Exigências edafo-climáticas

A planta de mirtilo requer solos com bom teor de matéria orgânica, superior a 3% (Fonseca & Oliveira, 2007), com boa drenagem, arejados e ácidos com um pH compreendido entre 4,5 e 5,2 (Masabni, 2007; Williamson et al., 2006). Solos arenosos, franco-arenosos e franco-argilosos são os mais indicados para o bom crescimento das plantas.

As necessidades hídricas situam-se aproximadamente entre os 2 a 6 litros de água por dia (Gonçalves, 2013), aproximadamente 35 litros por planta por semana, sendo o período desde o início da frutificação até à colheita o mais exigente em termos hídricos. A planta é tolerante a curtos intervalos de tempo em *stress* hídrico mas por outro lado é pouco tolerante ao encharcamento (Fonseca & Oliveira, 2007; Referência Web 8).

O mirtilo é uma planta de meia sombra, sendo vantajoso em regiões com elevados valores de insolação a redução da incidência solar através do sombreamento de modo a reduzir o *stress* hídrico e danos pelo sol (Gonçalves, 2013). Todavia, a boa exposição solar garante frutos com menor teor em acidez e maior teor de açúcar, com melhores aromas, bem como a antecipação da colheita

A temperatura, a precipitação e a radiação solar são importantes durante a fase vegetativa. Para um bom desenvolvimento vegetativo, a planta de mirtilo exige dias longos, enquanto para a iniciação floral é necessário o encurtamento do dia (Hall et al., 1963).

Após a floração (50 a 90 dias) temperaturas altas exercem um papel importante no vingamento e crescimento do fruto. A sua qualidade está relacionada positivamente com fotoperíodo longo e a ocorrência de temperaturas noturnas frescas, durante a fase de maturação.

O frio durante a fase de repouso vegetativo é um fator preponderante na produção. Relativamente à resistência às geadas, existe uma diferença de comportamento entre as cultivares, durante a fase mais crítica, a floração (Bailey, 1949). Se as temperaturas permanecerem baixas por várias horas, causam a necrose, no gineceu.

2.3. Cultivares

Atualmente, 95% das cultivares são híbridos de espécies indígenas norte americanas (Fonseca & Oliveira, 2008; Guide, 2014; Meyer & Prinsloo, 2003). Os Estados Unidos da América possuem um grande relevo mundial desenvolvimento de novas cultivares para produção, indústria de transformação e consumo de mirtilos (Meyer & Prinsloo, 2003)

Tradicionalmente, as cultivares dos mirtilos são categorizados pela forma, tamanho dos arbustos e características de baga. As cultivares de mirtilos comercialmente interessantes para as nossas condições edafo-climáticas, são separadas em três principais grupos: *northern highbush*, *southern highbush* e *rabbiteye*.

Nome: *northern highbush (Vaccinium corymbosum)*

Características: Conjunto de cultivares que se desenvolveu principalmente a partir de *Vaccinium australe Small.* e *Vaccinium corymbosum L.* São arbustos com dois ou mais metros de altura com necessidades entre 650 e 1000 horas de frio, são caracterizadas por serem de folha caduca e forçadas a um verdadeiro período de dormência no inverno. Têm um período em flor condensado na primavera e um período de colheita mais curto. Produzem frutos grandes de ótima qualidade. Por exemplo, podemos apontar as cultivares *Duke*, e *Aurora*.

Nome: *southern highbush ou tetraploides da Flórida (Vaccinium sp.)*

Características: É um grupo formado por híbridos de espécies com origem no Sul dos Estados Unidos da América, com a espécie *V. corymbosum L.* Possuem baixas exigências em frio, entre 200 a 600 horas de frio e por pequenos períodos de maturação e colheita. As principais cultivares deste grupo foram desenvolvidas através de hibridações entre *V. corymbosum*, *Vaccinium darrowi* e *V. ashei*. Apresentam produção de frutos mais temporã em relação aos outros grupos (Meyer & Prinsloo, 2003). As mais populares são a *Bluecrop* e a *Jersey*.

Nome: *rabbiteye* (*Vaccinium ashei*)

Características: Este grupo é constituído por híbridos da espécie *Vaccinium ashei* Reade. São plantas muito vigorosas podendo alcançar até quatro metros de altura. Apresentam elevada produtividade, longevidade e são tolerantes ao calor e à seca. As cultivares do grupo *rabbiteye* adaptam-se bem a regiões de pouco frio (\pm 300 horas de frio). Produzem frutos pequenos a médios, ácidos, firmes e de menos conservação. As mais populares são: *Beckyblue*, *Bonita*, *Brightwell*, *Clímax*, *Premier*, *Tifblue* e *Woodard* (Eck et al., 1990).

2.4. Pragas e Doenças

Algumas pragas e doenças já foram identificadas na cultura do mirtilo (Gauthier & Kaiser, 2013), como por exemplo:

Podridão radicular de Phytophthora (*Phytophthora* spp.)



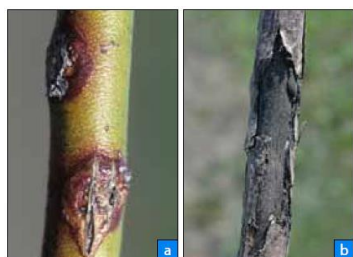
(Gauthier & Kaiser, 2013)



(Batalha, 2014)

Ataque de agentes patogénicos em solos encharcados, pelas pequenas raízes de alimentação, e que se espalha para raízes principais e coroas eventualmente. Acima do solo sintomas visíveis, começam com folhas a ficarem amarelas ou vermelhas.

Cancro da haste (*Botryosphaeria corticus*)



(Gauthier & Kaiser, 2013).

Os primeiros sintomas aparecem como pequenas lesões vermelhas em caules suculentos, que muitas vezes se assemelham a lesão de inverno em madeira nova. Essas lesões evoluem em cancrios. O fungo só pode infectar o crescimento da atual temporada. No entanto, a doença pode progredir para os tecidos mais velhos.

Botryosphaeria do caule (*Botryosphaeria dothidea*)



(Gauthier & Kaiser, 2013)

Os sintomas verificam-se com as folhas a amarelecer, ficarem vermelhas, ou secarem em um ou mais ramos evoluindo para os caules. As folhas ficam castanhas e permanecem ligadas por algum tempo. Após o corte transversal dos caules infetados, a madeira interna revela uma cor castanha no lado doente da haste. Plantas jovens afetadas podem morrer num espaço de 2 anos. Os sintomas muitas vezes se assemelham a lesão inverno. As plantas jovens são mais suscetíveis do que as plantas mais velhas, já estabelecidas.

Mofa cinzento (*Botrytis cinerea*)



Referência Web 2

Este patógeno é responsável por uma doença, chamada de mofo cinzento, que pode causar prejuízos nas flores de mirtilo. Essa doença é, normalmente, mais severa nas cultivares do grupo *rabbiteye*. Períodos de chuva, tempo nublado e elevada humidade relativa, durante o enchimento dos gomos e a floração são favoráveis a ocorrência dessa enfermidade

Fusariose (*Fusarium* spp)



(Batalha, 2014)

Este fungo é transportado pela água, cresce em caules e ramos lenhosos. Pode ser letal se não for controlado. Caracteriza-se por pintas ou pústulas rosadas ou alaranjadas aparecem no córtex, muitas vezes à volta de uma ferida ou de um corte de poda.

Podridão radicular (*Armillaria mellea*)



Fonte: Referência Web 1

Os sintomas da Podridão radicular dos mirtilos, incluem micélio branco presente entre a casca e a madeira ou um pouco abaixo da linha do solo. As plantas infetadas apresentam baixo vigor e com deficiência de nutrientes. Ramos murcham de repente. Pequeníssimos fios pretos, tipo *rizomorfos*, podem ligar-se às raízes ou tronco ou a crescer livremente no solo.

Mosca *Drosophila suzukii*



Fonte: Gauthier & Kaiser, 2013.

A mosca adulta macho tem um ponto em cada asa. As fêmeas não têm pontos na asa, mas têm serrilhada ovipositores (dispositivo de postura de ovos) usado para cortar uma fenda na pele do fruto e colocar os ovos. As moscas são 1,6 - 3 mm de comprimento e um aspeto semelhante às pequenas moscas do vinagre que tipicamente infetam frutas e alguns vegetais no final do verão. As bagas infetadas ficam moles, tornar-se permeáveis e contêm pequenas larvas brancas.

3. Fenologia

A humanidade desde há muito tempo tem observado e documentado estados do ciclo de vida de plantas e animais. No entanto, só recentemente foi-lhe atribuída a denominação desta ciência. O nome de *Charles Morren* e o ano 1853 são apontados como o fundador e a data de aparecimento da Fenologia. O termo fenologia deriva da palavra do grego: *phaino* que significa: para mostrar ou aparecer (Demarée & Rutishauser, 2011).

A fenologia pode ser entendida como a ciência que estuda a atividade sazonal recorrente das plantas e relaciona-a com o meio envolvente, i.e., com os fatores biótica e abiótica, como por exemplo: o clima, PH do solo, humidade do ar,

etc. Esta última componente apresenta variabilidade intrínseca, que influencia de forma determinante a data de ocorrência e duração das diversas fenofases (Beaubien & Johnson, 1994), como exemplo: abrolhamento, floração, maturação do fruto, senescência foliar (Beaubien & Johnson, 1994; Montgomery, 2011; Schaber & Badeck, 2002).

Para estudo do impacto das alterações climáticas os investigadores têm utilizado a fenologia como instrumento importante em regiões com ecossistemas mais sensíveis (Denny et al., 2014). As variações interanuais da ocorrência dos estados fenológicos, por serem facilmente observadas, podem ser utilizadas como um indicador biológico da ecologia das espécies em resposta às variações climáticas (Myneniet, Keeling, Tucker, Asrarand, & Nem, 1997; Schwartz, Carbone, Reighard, & Lokie, 1999; Chuine, Cour, & Rousseau, 1998; Miglietta & Porter, 1992).

Embora ainda não seja perfeitamente claro a compreensão da natureza e as alterações dos processos fisiológicos de uma planta, pelo menos as fases de desenvolvimento estão bem definidas (Chuine & Cour 1999). Os eventos do desenvolvimento podem ser observados através da ramificação aérea, formação de raízes e gomos, floração, polinização, fertilização, frutificação, dormência, senescência e morte (Loomis & Shull, 1939).

Durante o ciclo de desenvolvimento podemos ainda subdividi-lo em duas fases: a fase vegetativa, que inicia-se com a germinação da semente indo até à planta adulta e incluindo o seu desenvolvimento vegetativo; e a fase reprodutiva, parte da indução floral, resultando na floração e formação dos frutos e sementes.

Numa árvore de fruto adulta, o desenvolvimento dos gomos florais pode ser dividido em quatro fases: morfogénese, dormência, quiescência e crescimento.

A morfogénese surge no final do verão, nos climas temperados, e caracteriza-se pela ocorrência de indução e formação dos gomos florais. Este período está relacionado com a produtividade das plantas, uma vez que o número dos futuros gomos dependerá das condições climáticas e do próprio estado nutricional da planta (Jim, 1996).

Durante o outono, a planta reduz a sua atividade metabólica ao indispensável para sobreviver e os gomos florais entram em dormência (Kobayashi & Fuchigami 1983; Perry 1971; Vegis 1964).

De acordo com as definições clássicas, dormência num sentido geral é um estado "no qual o crescimento visível é temporário suspenso" (Samish, 1954) ou "em que um tecido predisposto para alongar não o faz" (Doorenbos, 1953). Mais recentemente Lang (1987) define dormência como "uma suspensão temporária do crescimento visível de qualquer estrutura contendo um meristema" (Ghelardini, 2007). A luz (principalmente fotoperíodo mas também a intensidade da luz) e a temperatura desempenham um papel significativo na dormência (Ghelardini, 2007). Todavia outros fatores ambientais tais como a falta de nutrientes ou a falta de água podem também ser indutores de uma dormência por fatores exógenos (Arora, Rowland, & Tanino, 2003).

O estado de dormência é o mecanismo que a planta usa, especialmente em regiões onde os meses de Outono/Inverno são bastante frios, permitindo a resistência dos gomos a características ambientais mais adversas e impede o seu crescimento no caso de ocorrência de períodos com temperaturas um pouco mais elevadas.

A quebra da dormência e entrada em quiescência está associada com a exposição a temperaturas baixas, que são responsáveis pelo balanço entre inibidores e promotores de crescimento que determinam a entrada e saída do repouso vegetativo (Vegis, 1964; Kobayashi & Fuchigami, 1983; Dennis, 1994). Durante a quiescência observam-se várias mudanças a nível celular e hormonal como resposta a estímulos ambientais. Verifica-se acumulação de promotores de crescimento, como giberelinas e citocininas, assim como organização citoplasmática (Rensing & Samuels, 2004). Esta fase é definida como o período durante o qual os gomos dormentes podem iniciar o seu crescimento se sujeitos a condições ambientais favoráveis, particularmente a temperatura do ar (Hänninen 1995; Vegis 1964)

O período de tempo entre o desenvolvimento dos gomos florais até à floração é denominado de período de crescimento, e a velocidade a que se processa está diretamente relacionada com a temperatura do ar e o fotoperíodo (Chuine et al. 2003). A temperatura ideal para o crescimento varia de acordo com vários fatores intrínsecos e extrínsecos, existindo um intervalo ótimo entre o qual os processos se desenrolam na máxima velocidade (Chuine et al. 1999; Snyder et al. 1999). Se a

temperatura não for apropriada (mais baixa ou mais elevada) a síntese de proteínas e produção de energia torna-se mais lenta.

3.1. Fenologia do Mirtilo

O mirtilo apresenta um ciclo de desenvolvimento anual que pode ser dividido num período de dormência e um período de crescimento vegetativo.

Em Portugal, no final do verão, quando os dias começam a ficar mais curtos e com a temperatura a baixar, a planta de mirtilo entra em dormência, verificando-se cessação da sua atividade vegetativa e mantendo-se apenas as atividades metabólicas necessárias à sobrevivência da planta. Por exemplo, observa-se a coloração das folhas e nas cultivares caducas ocorre a sua queda. Assim, a planta prepara-se para o crescimento do próximo ano, armazenando reservas.

No fim do Inverno, início da Primavera, dependendo da cultivar e suas exigências em frio, os gomos florais e gomos vegetativos do arbusto de mirtilo iniciam o seu desenvolvimento. Os gomos florais são mais volumosos, macios e estão localizados nas extremidades dos lançamentos do ano passado. Os gomos vegetativos são mais pequenos e aguçados, e estão localizados abaixo dos gomos florais na parte inferior do lançamento. Os gomos nas pontas dos rebentos começam o crescimento em primeiro lugar, em seguida, os botões na parte inferior começam a crescer (Figura 3).



Figura 3 - Lançamentos no início do abrolhamento (Longstroth, 2010).

Os gomos florais aumentam de volume e, em seguida, explodem, revelando um conjunto de 6 a 14 flores. Concomitantemente, os gomos foliares aumentam de volume e de seguida, as folhas novas emergem (ponta verde).

A floração inicia-se quando a coroa de pétalas abre em pelo menos uma flor. A sua ocorrência, por exemplo em Viseu, varia de acordo com as cultivares entre 26 de março e 25 de abril (Martins, Lopes, & Lopes, 2015). Ela ocorre da extremidade do lançamento, progredindo para baixo (dominância apical).

Após a polinização da flor inicia-se o vingamento do fruto sendo o seu tamanho final estabelecido um mês após a floração (Longstroth, 2010) e a sua maturação em geral atingida ao fim de dois a três meses, dependendo da cultivar, das condições meteorológicas e do vigor da planta.

O crescimento vegetativo prossegue com o crescimento dos ramos até ao fim do Verão, cessando normalmente em meados de agosto início de setembro, com a redução do fotoperíodo e a diminuição da temperatura do ar. Durante esta fase também ocorre a diferenciação floral, que pode estender-se até outubro. Também no final do Verão, gomos que normalmente ficariam dormentes podem abrolhar, originando ramos novos em presença de condições edafo-climáticas favoráveis (chuvas outonais, regas tardias abundantes, fertilizações tardias com azoto ou por podas demasiado temporãs em condições de temperaturas amenas). Porém, este crescimento tardio torna os rebentos susceptíveis a lesões inverno e normalmente não irão resistir ao frio.

3.1.1. Necessidades térmicas

Em clima temperado, para que o desenvolvimento das diferentes etapas fenológicas se complete é necessário um certo número de dias que poderá ser maior ou menor em função das condições de temperatura e fotoperíodo. Usualmente são utilizados índices equivalentes a unidades de frio (somatório das temperaturas necessário para se completar o estado de dormência dos gomos) ou a índices equivalentes a unidades de calor (somatório das temperaturas necessárias para que uma fase de crescimento da planta, após o período de dormência, se complete) (Cannell & Smith 1983; Chuine & Cour 1999; Hänninen 1995; Hunter & Lechowicz 1992; Murray et al. 1989). Assim quanto mais rapidamente se atingir o valor destes índices mais rapidamente se processam as diferentes fases de desenvolvimento.

Usualmente em agronomia as Unidades de Frio (UF) ou horas de frio no caso das fruteiras, são definidas como os períodos de 60 minutos em que a temperatura

atmosférica é inferior a 7,2°C (Madeira, 2013). Analisando um mapa de Portugal Continental com a representação da acumulação de UF desde outubro até março, podemos verificar a existência de uma amplitude desde 100 a 2500 horas de frio (Figura 12). Constatamos que adapta-se ao relevo e como tal não é homogéneo, todavia julgamos ser possível subdividir em três grupos: entre 2500 e 1500 horas – Norte interior e Beira alta; entre 1500 e as 500 horas – Centro e Sul Interior e Litoral Norte; e abaixo das 500 horas o restante território continental.

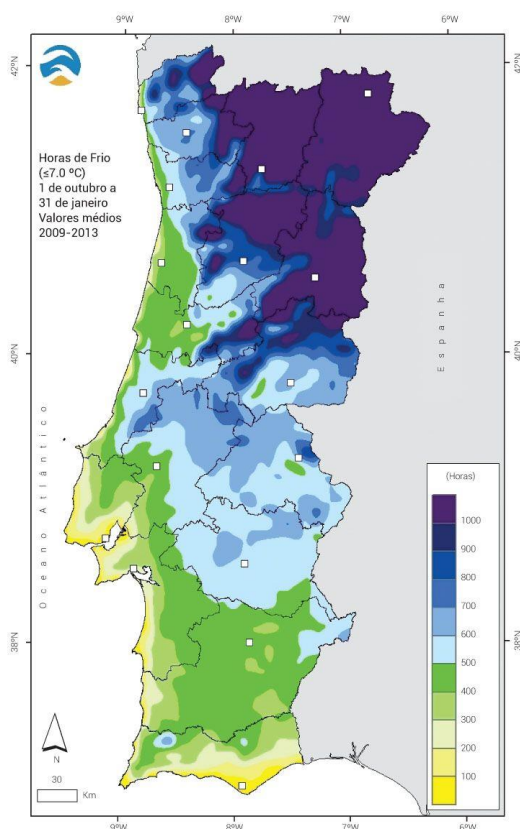


Figura 4 - Horas de Frio ($\leq 7,2^{\circ}\text{C}$) de 1 de outubro a 31 de janeiro, valores médios 2009-2013 (Madeira, 2013)

De facto um dos fatores determinantes na escolha do local para implantação de uma exploração de mirtilo e na escolha das cultivares a adotar são as necessidades de frio.

Eck (1966), refere que as necessidades de frio das plantas de mirtilo foram pela primeira vez referidas por Coville (1921) e Darrow (1924). Estes autores foram os primeiros a demonstrar que as cultivares de mirtilo do grupo *northern highbush* (NHB) necessitavam de 650 a 800 horas de frio para que a cultura se desenvolvesse de forma adequada.

Vários estudos têm sido efetuados onde são testados diferentes tratamentos de frio de modo a verificar os efeitos da ausência e/ou satisfação plena dos requisitos de frio no desenvolvimento da planta de mirtilo e sua produtividade (Tabela 1).

A satisfação dos requisitos de frio está associada à cultivar em causa (Tabela 2). Assim por exemplo foi observado que o abrolhamento dos gomos vegetativos e o crescimento dos ramos, em mirtilos NHB, ocorre entre um mínimo de 650 a 1200 UF (Eck, 1988; Galleta, 1975).

Tabela 1 – Temperaturas base para *northern highbush* mencionadas na Bibliografia.

Temperatura base	7,2°C	4,4°C	3°C	10°C	7 a 8°C
Referência	(G. M. Darrow, 1942; Eck & Childers, 1966)	(Gough, 1983)	(Goough, 1994)	(Bryla et al., 2009)	(Kirk & Isaacs, 2012)

Tabela 2 - Requisitos máximos de Unidades de Frio para as cultivares de mirtilos *northern highbush*, *southern highbush* e *rabbiteye* (M E Austin, 1994; Gough, 1994).

Cultivares de Mirtilos			Requisitos de Unidades de Frio (Tb 7°C)
<i>northern highbush</i>	<i>southern highbush</i>	<i>rabbiteye</i>	
	Sunshine Blue, Misty		150
	Sharpeblue, Flordablue	Aliceblue, Beckyblue	300
	Georgiagem	Woodard	350
	Avonblue	Bonita, Brightwell, Chaucer	400
	O'neal, Cooper, Gulfcoast	Bluebelle, Clímax, Delite, Premier	500
		Choice	550
	Blue Ridge, Cape Fear	Briteblue	600
		Centurion, Powderblue, Tifblue	650
(Kender & Brightwell, 1966)			650 a 800
(G. M. Darrow, 1942; J. F. Hancock & Draper, 1989; Mainland, 1986)			650 a 1200
(Eck et al., 1990)			650 a 1000

A não satisfação dos requisitos de frio em mirtilo leva ao abrolhamento tardio e irregular dos gomos vegetativos e florais, abcisão floral e produção de flores com menor capacidade para originar fruto e ao aumento da abcisão de frutos (F. Davies, 1983; Lyrene & Crocker, 1983). Darnell & Davies (1990), mostraram no entanto que

a insuficiente vernalização não diminuiu a percentagem de vingamento do fruto em flores polinizadas à mão, o que indicaria que o potencial de fixação de frutos não estaria dependente da acumulação de frio.

Foi observada a existência de uma relação positiva entre as horas de frio acumuladas e a taxa de floração de mirtilo *rabbiteye* (*V. ashei*) (NeSmith, Bridges, & Station, 1992). Verificou-se também que a plena satisfação das necessidades de frio influencia significativamente a largura dos gomos florais terminais e aumenta a capacidade de enraizamento da planta dos mirtilos (Austin & Bondari, 1987).

Relativamente à fase de crescimento e desenvolvimento ativo das plantas, verifica-se que para a maioria das fruteiras, o somatório de temperatura do ar acima de um dado limiar (temperatura base), comumente conhecido como acumulação das Unidades de Calor são o fator ambiental mais utilizado para medir ou prever as fenofases como a floração e maturação dos frutos. Este somatório de unidades de calor é usualmente expresso em graus-dia de crescimento (GDD). Em agronomia, estes índices equivalentes a unidades de calor para que uma fase de crescimento da planta se complete têm sido utilizados em diversas culturas (exemplo: banana (Umber et al., 2011), nêspera (Hueso et al., 2007), cerejas (Eisensmith et al., 1980); e uvas (Van Den Brink, 1974; Winkler & Williams, 1939).

Na cultura de mirtilo, durante a fase de desenvolvimento do fruto, a temperatura exerce um papel importante, particularmente no período que vai entre 50 e 90 dias após a floração (Referência Web 8). Por exemplo, em mirtilos *rabbiteye*, a utilização das unidades de calor mostrou ser um bom indicador na previsão da data de início da colheita (Carlson & Hancock, 1991; NeSmith, 2006).

4. Modelos de previsão fenológica

A previsão das datas de ocorrência de determinados eventos fenológicos é uma informação benéfica para qualquer produtor agrícola.

Tendo por referência os estados fenológicos da planta do mirtilo, podemos identificar na bibliografia especializada, três eventos mais estudados: o abrolhamento, a floração e maturação do fruto (Austin, Mullinix, & Mason, 1982; Darrow, 1942; Gilreath & Buchanan, 1981; Mainland, Buchanan, & Barthlic, 1977; Mainland, 1985; Norvell & Moore, 1982; Spiers, Lewis, & Draper, 1974; Spiers,

1976). Estas fases podem ser previstas recorrendo a modelos fenológicos que correlacionam a data de ocorrência de várias fases fenológicas com a temperatura do ar observada durante um período pré-determinado (Chuine et al. 2003). Na literatura existem vários modelos que apresentam diferenças quer na sua formulação quer na fase do ciclo das plantas em que se inicia o seu cálculo: Sequencial, Paralelo, Alternado e Quatro Fases (Chuine et al. 2003).

O modelo Térmico é aplicado apenas na previsão da fase de crescimento após as fases de dormência e quiescência. Este modelo baseia-se na existência de uma relação linear ou assintótica entre a temperatura e a taxa de crescimento da planta (Cannell & Smith 1983; Chuine et al. 1998; Hänninen 1995; Hunter & Lechowicz 1992);

Os modelos Sequencial e Paralelo consideram para além da fase de crescimento também a fase de dormência (Chuine et al. 1998; Hänninen 1995; Kramer 1994; Landsberg 1974; Richardson et al. 1974; Sarvas 1974).

Os modelos Alternado e de Quatro Fases englobam as fases de dormência, quiescência e crescimento (Cannell & Smith 1983; Chuine et al. 2003; Hänninen 1995; Kramer 1994; Murray et al. 1989).

Capítulo III – Material e métodos

1. Descrição do Estudo

O presente estudo resultou de um desafio lançado para tentar conhecer um pouco mais sobre a adaptabilidade fenológica da cultura do mirtilo em Portugal.

Para iniciar este desafio optou-se por estudar apenas uma cultivar uma vez que existia a necessidade de otimizar os protocolos de observação no campo o que seria bastante mais eficiente se nos concentrássemos em apenas um cultivar. Assim, a cultivar selecionada foi a *Duke*, porque apresenta um ciclo de desenvolvimento mais curto, e efetuou-se o acompanhamento do seu desenvolvimento fenológico durante dois anos consecutivos – 2014 e 2015, em cinco locais de Portugal Continental: Vila Verde (788mts altitude), Amarante (1344mts), Viseu (897mts), Sever do Vouga (841mts) e Odemira (511mts).

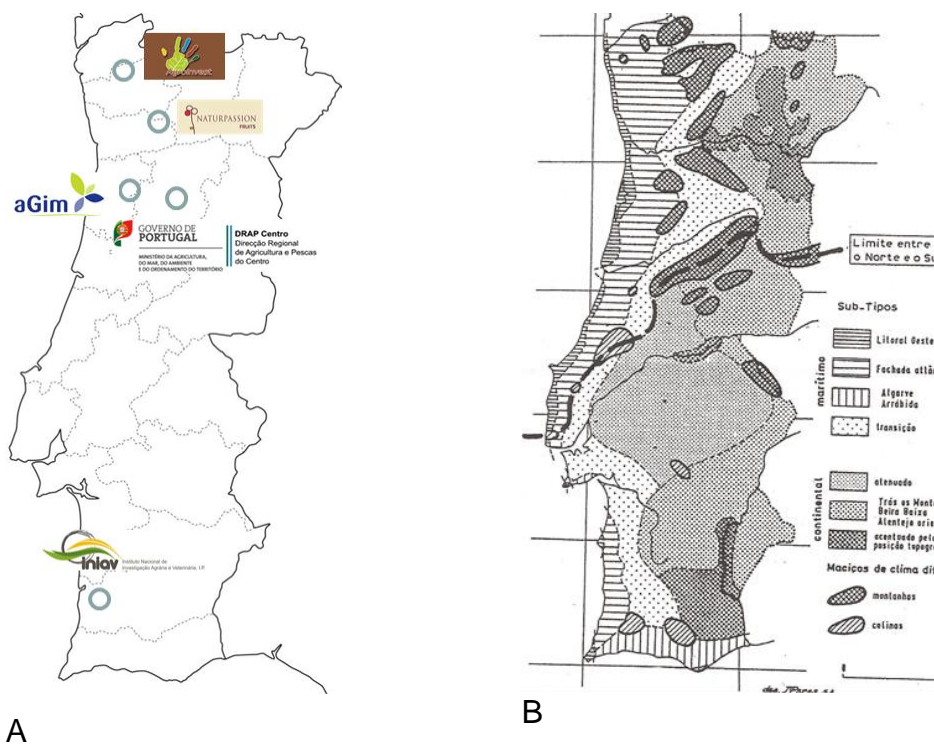


Figura 5 - Locais de estudo (A) e esboço das regiões climáticas de Portugal (Daveau, 1985) (B).

Os locais de observação foram selecionados tendo em conta a distribuição geográfica dos produtores de Mirtilos, bem como a disponibilidade de Produtores e

Investigadores na colaboração do presente estudo. Para isso contou-se com a ajuda da NATURPASSION fruits em Amarante, da Agroinvest em Vila Verde, da aGim em Sever do Vouga, da DRAP Centro em Viseu e do INIAV em Odemira.

Foram calculadas as necessidades térmicas para a quebra de dormência e para a ocorrência da fenofase de floração, vingamento, coloração do fruto e maturação do fruto.

2. Clima dos Locais de estudo

Na figura 5 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** pode-se observar que os locais de estudo se encontram em regiões com clima de influência marítimo, variando entre o subtipo fachada atlântica e subtipo zona de transição entre influência marítima e continental.

No nosso estudo, foram utilizados os dados meteorológicos das seguintes estação:

Tabela 3 - Informação sobre as estações meteorológicas utilizadas no estudo.

Local	Coordenadas	Variáveis utilizadas	Fonte
Estudo: Vila Verde	41°39'N; 8°25'W	Dados diários: temperatura média, mínima e máxima, precipitação	Estação meteorológica da Escola EB 2/3 de Moure Vila Verde
Estação: Braga	41°32'N; 8°25'W		
Estudo: Amarante	41°26'N; 8°0,8'W	Dados diários: temperatura média, mínima e máxima, precipitação	Site: accuweather.com (Viseu)
Estação: Vila Real	41°17'N; -7°44'W		
Estudo: Sever do Vouga	40°44'N; 8°22'W	Dados diários: temperatura média, mínima e máxima, precipitação	Site: Meteofermentelos (Águeda)
Estação: Águeda	40°34'N; 8°26'W		
Estudo e Estação: Viseu	40°39'N; -7°54'W	Dados diários: temperatura média, mínima e máxima, precipitação	Site tutiempo.net Viseu
Estudo e Estação: Odemira	37°69'N; -8°21'W	Dados diários: temperatura média, mínima e máxima, precipitação	Estação Meteorológica da Fataca.

Em cada região de estudo foram utilizados dados de temperatura do ar horária e quando não foi possível, os valores de temperatura média do ar diária. Foi efetuada uma verificação de possíveis erros nos dados através de uma análise

gráfica. Os valores aparentemente incorretos de temperatura foram removidos ou corrigidos utilizando a média entre os valores do dia anterior e posterior ao período em falta quando necessário corrigir um ou dois valores consecutivos.

Nos diagramas de distribuição da temperatura e precipitação médias mensais para os locais de estudo é possível observar que o período seco ou árido, correspondente aos meses em que a curva da temperatura no diagrama é superior ou igual às barras da precipitação, foi observado entre os meses de junho e setembro. Este período coincide com a época de colheita do fruto do mirtilo (Gráfico 8).

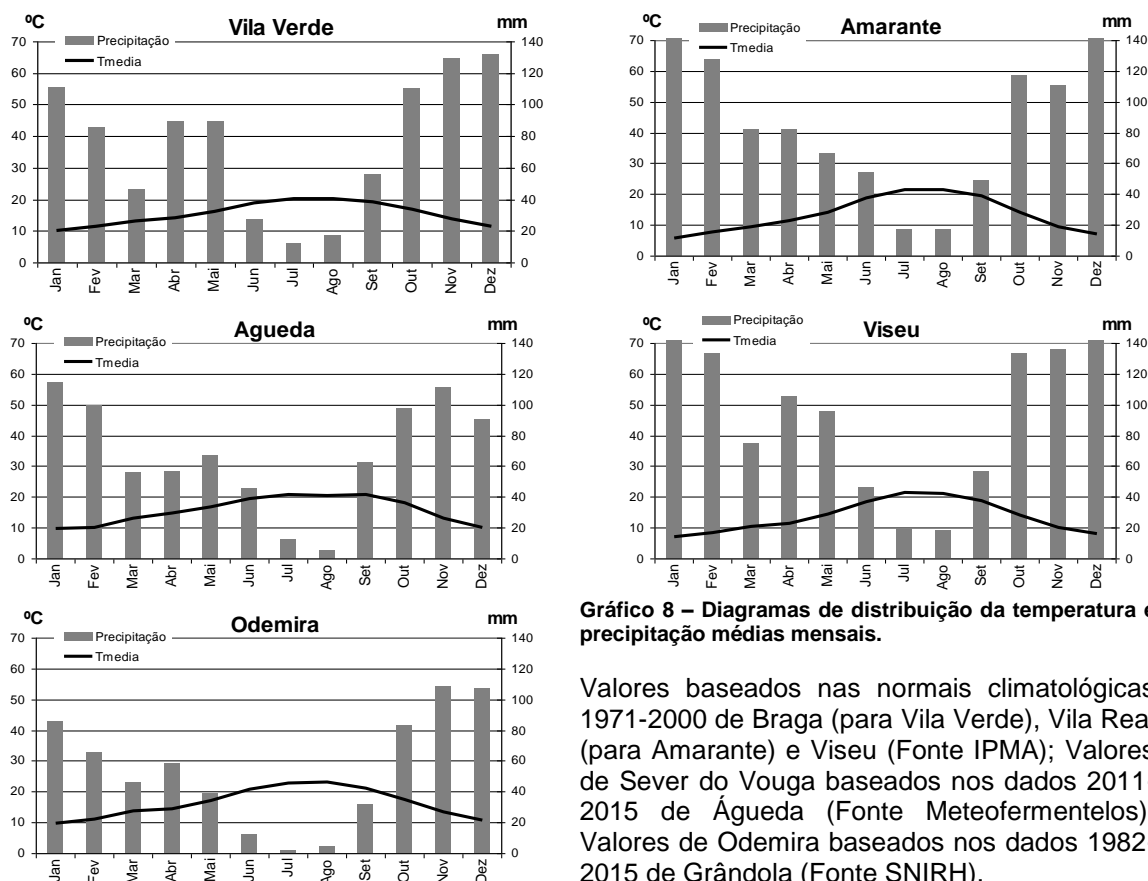


Gráfico 8 – Diagramas de distribuição da temperatura e precipitação médias mensais.

Valores baseados nas normais climatológicas 1971-2000 de Braga (para Vila Verde), Vila Real (para Amarante) e Viseu (Fonte IPMA); Valores de Sever do Vouga baseados nos dados 2011-2015 de Águeda (Fonte Meteofermentelos); Valores de Odemira baseados nos dados 1982-2015 de Grândola (Fonte SNIRH).

Nos vários anos de registos, Amarante, Sever do Vouga e Viseu apresentam 2 meses de período seco (julho e agosto), enquanto Vila Verde apresenta 3 (junho a agosto) e Odemira 4 meses de período seco (junho a setembro).

Analisando o período em estudo relativamente às temperaturas médias nas cinco regiões mencionadas (Gráfico 9), podemos verificar que:

Em Amarante e Viseu, observou-se temperaturas médias mais baixas de outubro a maio. Cerca de 8 meses.

A região de Vila Verde apresenta temperaturas mais elevadas nos meses de inverno e mais baixas nos meses quentes de verão.

A região de Odemira é a que apresenta valores mais elevados da temperatura média, durante os meses de fevereiro a outubro.

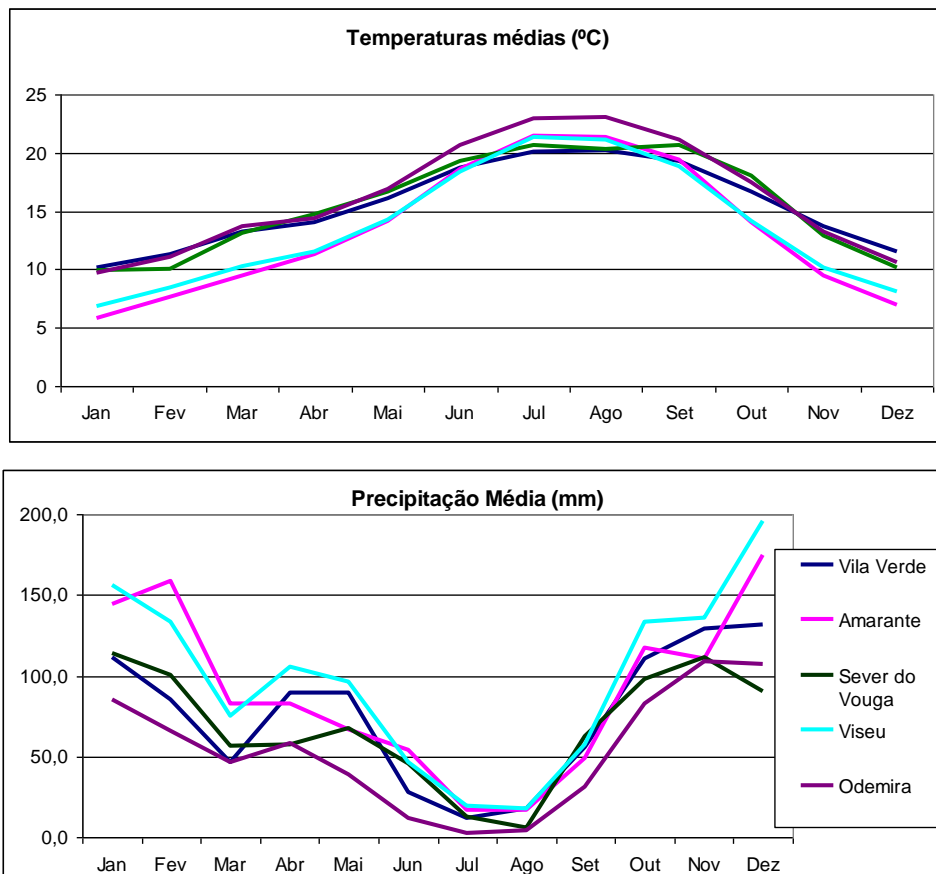


Gráfico 9 – Comparação dos valores mensais da temperatura média e valores totais mensais da precipitação observados nas estações meteorológicas utilizadas no estudo.

Por outro lado, quando observamos os valores da precipitação constatamos que:

Amarante e Viseu apresentam valores superiores de precipitação nos meses de Inverno (dezembro, janeiro e fevereiro) e seguem uma distribuição, mais ou menos, paralela.

A região de Odemira, a partir do mês de abril até novembro, é a região com menores valores de precipitação.

O mês de março, com a exceção de Odemira, é em todas as regiões um mês com uma redução dos valores de precipitação em relação aos meses anteriores e aos dois meses seguintes.

3. Observações fenológicas

O acompanhamento fenológico e registo de observações é uma atividade subjetiva, estando bastante dependente do observador e dos critérios utilizados na classificação. Para que os resultados obtidos possam ser comparados e interpretados a uma escala regional, nacional e até mesmo internacional é necessário que todos os envolvidos tenham a mesma compreensão dos termos que utilizam. Isto exige a existência de uma descrição extensivamente padronizada e codificada das diferentes fenofases das plantas.

Assim, no nosso estudo, para dar início às observações de campo, foi necessário o desenvolvimento de um protocolo de observação fenológica (Santos et al., 2014). Para isso tentou-se conjugar a escala BBCH, que é uma escala desenvolvida para codificar de forma numérica e uniforme os estados fenológicos das plantas mono e dicotiledóneas, com a escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan, EUA - Escala MSU, muito vulgarmente utilizada entre os produtores e que está disponível na internet (Anexo 3).

As observações no campo decorreram entre fevereiro e julho de forma bi semanal (por exemplo segunda-feira e quinta-feira ou terça-feira e sexta-feira) em ramos do ano de 4 plantas distintas previamente selecionadas, numeradas e marcadas colocando uma placa ou uma fita. Estas plantas correspondem aos vértices de um quadrado, de maneira a que estejam espaçadas entre si e que condigam com a generalidade da cultivar na exploração.

Para o registo das observações foi elaborado um formulário online, utilizando a aplicação formulários do site *Google Doc*, onde para cada uma das 4 plantas se registou o estado fenológico mais atrasado, o mais adiantado e o predominante (Figura 6).

Registo de Estados Fenológicos em Mirtilo (Cultivar Duke)

Local

Observador

Data de observação

(dd/mm/aaaa)

Codificação estado fenológico (Gomo floral)

[Consultar tabela de estados fenológicos](#)

Resultados Planta 1

Estado mais atrasado

Estado mais adiantado

Estado predominante

Resultados Planta 2

Estado mais atrasado

Codificação estado fenológico (Gomo vegetativo)

[Consultar tabela de estados fenológicos](#)

Resultados Planta 1

Estado mais atrasado

Estado mais adiantado

Estado predominante

Resultados Planta 2

Estado mais atrasado

Figura 6 – Formulário de Registo de Observação no Google Doc.

4. Determinação das necessidades térmicas

De modo a determinar as necessidades térmicas para a ocorrência das diferentes etapas fenológicas da cultivar *Duke* foram testados vários modelos de cálculo de unidades de frio (abrolhamento) e de unidades de calor (floração, vingamento, coloração do fruto e maturação do fruto) (Tabela 4).

Tabela 4 – Lista dos métodos de investigação

	Método	Equação	Referência
Unidades de Frio	UTAH	Conversão de temperaturas em UF (modificado NHB e SHB)	(Mainland et al, 1977; Norvell & Moore, 1982)
		Temp. (°C) UF	
		< 1,4 0,5	
		1,5 - 2,4 0,5	
		2,5 – 9,1 1,0	
		9,2 – 12,4 0,5	
		12,5 – 15,9 0,0	
		16,0 – 18,0 -0,5	
		> 18,0 -1,0	
	CH	$\sum_1^n h \begin{cases} 1 \text{ if } T_x < 7,2 \\ 0 \text{ if } T_x \geq 7,2 \end{cases}$	
Unidades de Calor	B-E (Baskerville and Emin)	$0 \quad \text{if } T_b > T_{\text{máx}}$ $W = (T_{\text{máx}} - T_{\text{min}}) / 2$ $A = \text{Arcsin}((T_b - T_x) / W) \quad \text{if } T_{\text{min}} < T_b < T_{\text{máx}}$ $\text{GDD} = ((W * \text{Cos}(A)) - ((T_b - T_x) * ((3,14/2) - A))) / 3,14$ $(T_x - T_b) \quad \text{if } T_b \leq T_{\text{min}}$	(Kirk & Isaacs, 2012)
	ACTmed	$\sum_1^n T_x$	
	GDD	$\left(\sum_1^n T_x - T_b \right) \quad \text{if } T_x < T_b \text{ than } \text{GDD} = 0$	(Yang, Logan, & Coffey, 1995)
	Zalom GDD	$0 \quad \text{if } T_b \geq T_{\text{máx}}$ $\left(\frac{T_{\text{máx}} - T_b}{2} \right) * \left(\frac{T_{\text{máx}} - T_b}{T_{\text{máx}} - T_{\text{min}}} \right) \quad \text{if } T_{\text{min}} < T_b < T_{\text{máx}}$ $(T_x - T_b) \quad \text{if } T_b \leq T_{\text{min}}$	(Zalom, Googell, Wilson, Barnet, & Bentley, 1983)
T _x : Temperatura média, T _b : Temperatura base, T _{máx} : Temperatura máxima, T _{min} : Temperatura mínima; h: Hora			

O modelo de cálculo de Utah foi desenvolvido por Richardson *et al.* (Mainland *et al.*, 1977) e posteriormente adaptado para os mirtilos por Norvell & Moore (1982). Caracteriza-se por atribuir diferentes pesos da temperatura do ar na eficaz vernalização da planta. Deste modo é possível converter as diferentes temperaturas ao longo do dia em UF, que se adicionam, tendo presente que as temperaturas mais elevadas contam negativamente, ou seja, uma hora entre os 2,5 e os 9,1 °C é anulada por uma hora entre os 16 e os 18°C. Países como Portugal em que frequentemente ocorrem dias de inverno claros e ensolarados, em que as temperaturas podem atingir facilmente os 16°C ou mesmo mais, essas horas anulam horas a temperaturas úteis (Wright, 1989).

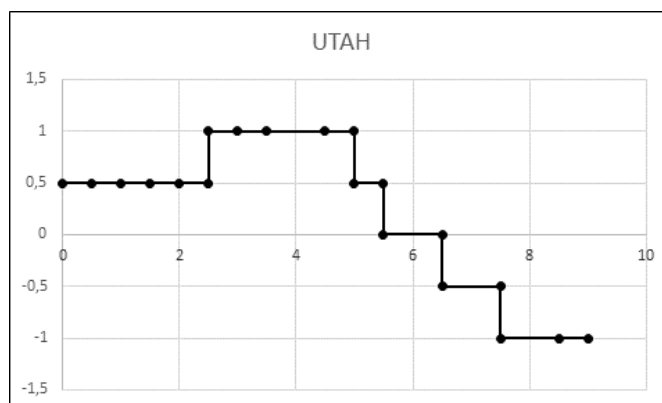


Gráfico 10 – Modelo de cálculo de Unidades de Frio UTAH.

No modelo do somatório de UF (CH) podemos calcular as unidades de frio, subtraindo ao valor da temperatura do ar (T_x) o valor da temperatura base ($T_b = 7,2^\circ\text{C}$). Se a temperatura do ar é superior à temperatura base ($T_x > T_b$), então passamos a adicionar 0 (zero) ao somatório final.

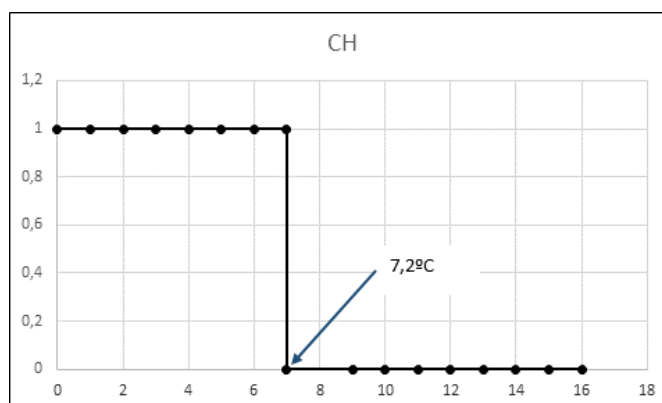


Gráfico 11 – Modelo de somatório de Unidades de Frio (CH).

Na determinação das unidades de calor utilizaram-se 4 métodos diferentes.

O modelo de B-E (Baskerville-Emin) (Baskerville & Emin, 1969) usa uma curva sinusoidal aproximada das temperaturas máximas (T_{max}) e mínimas (T_{min}) diárias (Gráfico 9), sendo quantidade diária de unidades de calor acumuladas é a área abaixo da curva sinusoidal entre a Temperatura inferior (T_{Low}) e a Temperatura superior (T_{high}).

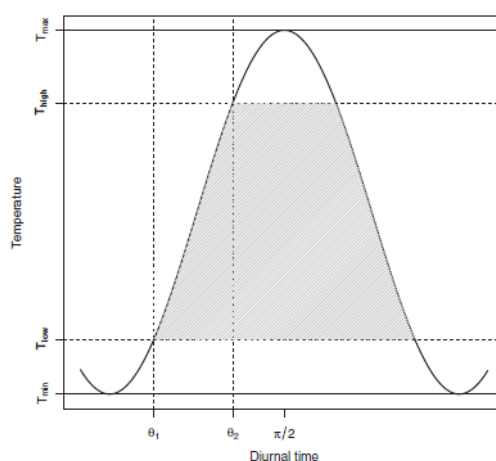


Gráfico 12 – Calculo das Unidades de calor diárias pelo método B-E.

Segundo o modelo ACTmed as unidades de calor são determinadas efetuando o somatório da temperatura média do ar, num espaço de tempo determinado por exemplo, entre o abrolhamento e a floração.

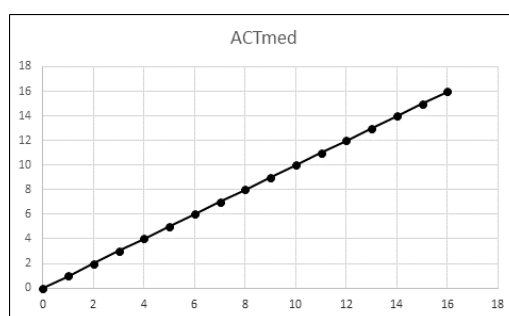


Gráfico 13 – Calculo das Unidades de calor diárias pelo modelo ACTmed.

O modelo GDD (*Growing Degree Days*) é um pouco semelhante ao anterior mas neste caso considera-se a diferença entre a temperatura do ar e a temperatura base indicada para a cultivar em causa. Esta medição pode ser efetuada em dias (*Growing Degree Days*) ou em horas (*Growing Degree Hours*) (Yang et al., 1995).

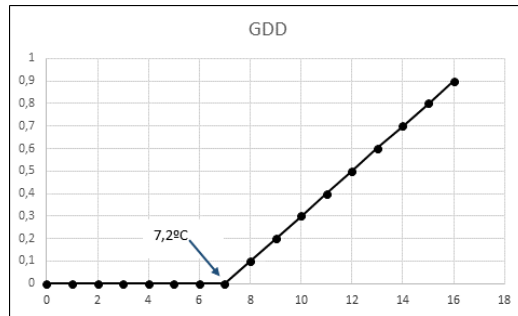


Gráfico 14 – Cálculo das Unidades de calor diárias pelo modelo GDD.

Por fim o modelo de Zalom assume equações de cálculo de unidades de calor diferentes de acordo com a relação entre as temperaturas do ar mínima, máxima e uma temperatura base indicada para a cultivar em causa.



Gráfico 15 – Cálculo das Unidades de calor diárias pelo método Zalom

Para efetuar a comparação entre os modelos calculou-se o desvio padrão e o coeficiente de variação (CV)



$$CV = 100 \times \frac{S_{DEV}}{\chi}$$

5. Resultados e Discussão





5.1. Protocolo de observação fenológica

De modo a conseguir que as observações no campo fossem efetuadas o mais uniforme possível nas diferentes regiões foi otimizada uma escala de observação integrando a escala de classificação da Universidade de Michigan, EUA para o mirtilo, e a escala BBCH, que codifica de forma numérica e uniforme os estados fenológicos das plantas. Assim, a preto está a descrição do estado fenológico na escala da Michigan State University e a castanho a correspondente classificação da escala BBCH. Foi esta a codificação utilizada no registo das observações no campo.

5.1.1. Desenvolvimento reprodutivo

Gomo dormente (00/97)	Inchamento do gomo (51)	Abrolhamento (53)
		
Gomos dormentes completamente fechados sem sinais visíveis de desenvolvimento.	Gomos florais começam a inchar aumentando de volume e a abrir, sendo visíveis as escamas mais claras do interior.	Gomos florais abrem, identificando-se as flores entre as escamas.

Gomo floral verde (55/56)	Gomos iniciais rosa (57)	Gomos finais rosa (59)
		
As flores individuais ainda fechadas começam a separar-se, sendo distinguíveis na inflorescência.	As corolas adquirem tom rosa, alongam-se mas encontram-se fechadas.	As corolas atingem o tamanho final. A maior parte das flores da inflorescência estão completamente separadas e começam a adquirir cor branca.
Início da floração (61)	Plena floração (65)	Queda das corolas (67/69)
		
Cerca de 10% das flores já estão abertas.	Pelo menos 50% das flores estão abertas.	Fim da floração, vingamento dos frutos. As corolas brancas começam a cair, observando-se os pequenos frutos verdes.

Crescimento do fruto (71)	Fruto verde (78)	Maturação/coloração (81)
		
<p>As pequenas bagas verdes crescem atingindo cerca de 10% do seu tamanho final. No entanto os tamanhos das bagas variam, desde bagas grandes a tamanho de ervilha.</p>	<p>Cerca de 80% das bagas atinge o seu tamanho final e apresenta cor verde com alguns tons rosa claro.</p>	<p>Início da coloração dos frutos. As bagas começam a mudar da cor verde para rosa escuro e depois azul. Começam a ficar moles.</p>
10% frutos maduros(83)	25% frutos maduros(85)	75% frutos maduros(87)
		
<p>Cerca de 10% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita.</p>	<p>Cerca de 25% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita. Esta fase por vezes coincide com a primeira colheita das bagas maduras.</p>	<p>Os Mirtilos são colhidos consoante amadurecem. Por vezes em 2 ou 3 colheitas. Este estado fenológico às vezes coincide com a 2ª colheita, podendo nunca ser observado no campo.</p>

5.1.2. Desenvolvimento vegetativo

Ponta verde (10P)	Fim ponta verde (11P)	Saída das folhas (31)
		
<p>Observam-se os primeiros sinais do desenvolvimento vegetativo.</p>	<p>Os gomos foliares isolados começam a inchar e a abrir, sendo visível as folhas verdes exteriores.</p>	<p>Múltiplas folhas emergem dos gomos foliares e desenrolam-se. As folhas expandem-se e o crescimento da parte aérea começa.</p>
Folhas livres (39)	Iniciação dos gomos florais/foliares (00)	Coloração (92)
		
<p>Termina o primeiro nível do crescimento em altura da planta, deixando de aparecer novas folhas. Pode-se constatar este fenómeno pela presença de uma pequena folha morta na base da última folha do ramo (zona apical).</p>	<p>Nesta fase verifica-se a iniciação dos florais/foliares que irão abrolhar na campanha seguinte.</p>	<p>No final da fase de crescimento, as folhas mudam de cor, em resposta à mobilização dos nutrientes das folhas para os gomos de crescimento.</p>

5.2. Comportamento fenológico da cultivar *Duke*

Os resultados do acompanhamento fenológico da cultivar *Duke* nos 5 locais de estudo em 2014 e 2015 podem ser observados no Gráfico 16, onde estão representados os números de dias até à ocorrência dos principais estados fenológicos ao longo do ciclo de desenvolvimento. Os dados representados na figura referem-se aos valores do estado fenológico predominante.

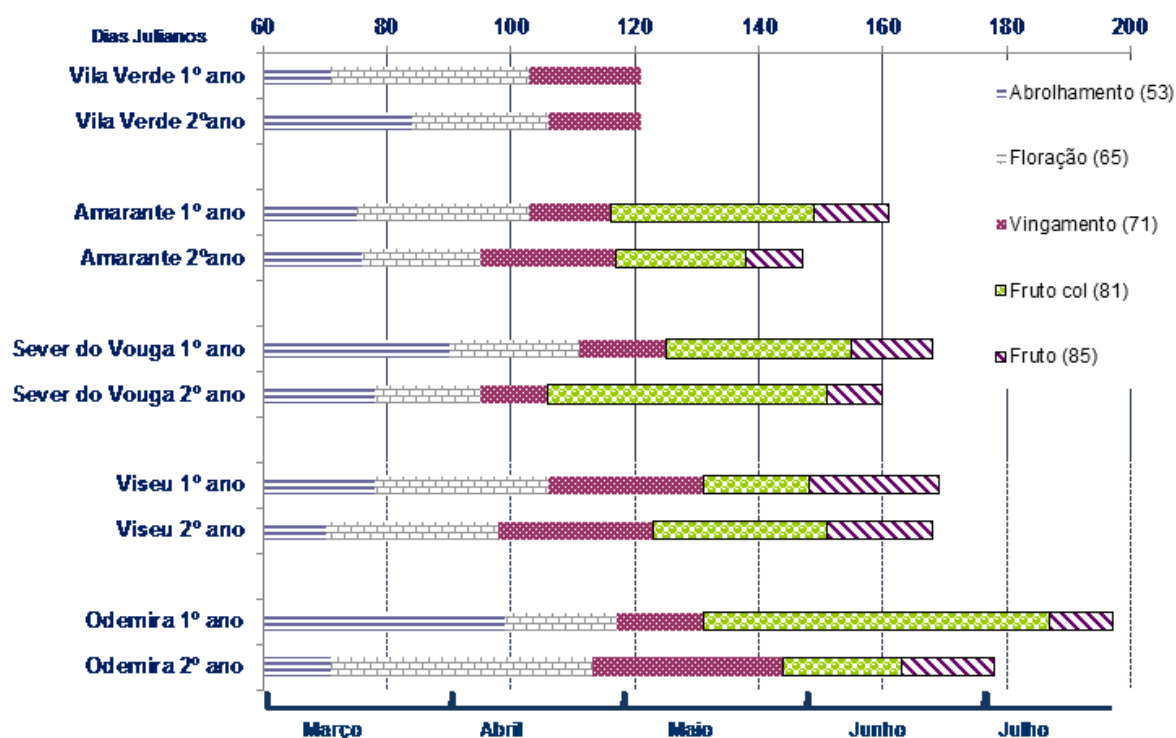


Gráfico 16 - Número de dias até à ocorrência dos diferentes dos estados fenológicos da cultivar *Duke* nos 5 locais de estudo (Vila Verde, Amarante, Sever do Vouga, Viseu e Odemira) durante os anos de 2014 e 2015.

Em 2014, Vila Verde e Amarante foram os locais com fenologia mais adiantada contrariamente a Sever do Vouga e Odemira onde se verificou o desenvolvimento mais atrasado. Em Viseu observou-se um desenvolvimento fenológico temporalmente mais próximo de Amarante e Vila Verde até à floração e mais precoce do observado em Sever do Vouga. No entanto a maturação do fruto ocorreu um pouco mais tardiamente do que em Sever do Vouga.

Em 2015, observou-se um registo muito mais precoce da data de abrolhamento em Viseu e Odemira comparativamente com Sever do Vouga, Amarante e Vila Verde que registaram datas de abrolhamento próximas.

Particularmente em Odemira esta precocidade foi inesperada dado que a cultivar *Duke* é referida na literatura como sendo exigente em termos de horas de frio (cerca de 600 horas) e em 2014 a data de abrolhamento tinha ocorrido, por exemplo, cerca de 1 mês mais tarde do que em Vila Verde. Uma poda intensa efetuada após colheita poderá explicar a precocidade. Porém, apesar da precocidade do início do ciclo em Odemira observou-se um período bastante longo, de cerca de 42 dias, até ao início da floração comparativamente com a média das datas de início de floração observada nos dois anos que foi de 26 dias após a data de abrolhamento.

Também é interessante observar que em Vila Verde e Amarante em 2015 a data de abrolhamento foi mais tardia do que em 2014 no entanto este atraso não se refletiu nas datas de floração para este dois locais, sendo mais precoces em 2015. De facto em 2015 a floração da cultivar *Duke* ocorreu mais precocemente em todos os locais de estudo, o que poderá estar relacionado com valores mais elevados de temperatura média do ar registada entre março e abril comparativamente com 2014 em quatro dos locais registados (Anexo 2)

Conjugando a informação dos dois anos dos 5 locais de estudo definiu-se a evolução cronológica da fenologia da cultivar *Duke* em Portugal (Gráfico 17).

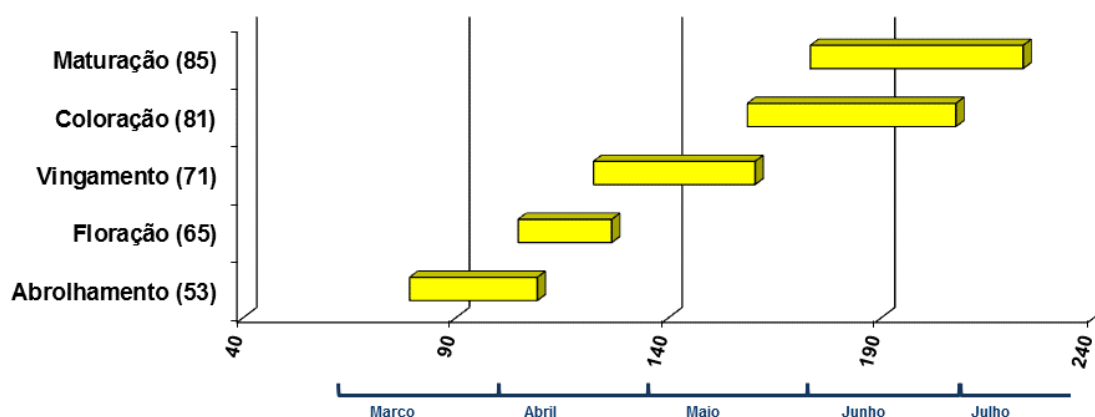


Gráfico 17 – Intervalos do Início dos Estados Fenológicos em Dias Julianos, contagem a partir de 1 de janeiro.

Desse modo, o abrolhamento acontece, em média, após meados de março (79 dias). E apresentou um intervalo de 30 dias entre as ocorrências nas diferentes

regiões do estudo. A Floração surge, em média, após meados de abril, com um intervalo de 22 dias. Nesmith (2006), na Geórgia (EUA), ao estudar a fenologia de cultivares (rabbiteye blueberry (*V. ashei* Reade) da planta do mirtilo em diferentes locais, concluiu que dependendo da cultivar, o somatório de horas de frio do local e do ano de avaliação, o período de floração pode variar em 24 dias.

O Vingamento ocorre a partir do início de maio e com um hiato de 38 dias. A coloração inicia-se, em meados de junho, com um espaço de 49 dias. Este intervalo de tempo tão grande deve-se ao registo de 2014 em Odemira, com a necessidade de 56 dias para atingir o estado de coloração do fruto.

Por fim, a maturação de 10% do Fruto dá-se a quase no final de junho, a contar do abrolhamento com um intervalo de início entre as diferentes regiões de 50 dias.

A data de colheita é uma referência estratégica que qualquer produtor pretende conhecer com antecipação.

Segundo Baptista et al (2006) (referido por Muñoz, Ávila, Salvo, & Huircán, 2012) o método tradicional de previsão de colheita, tem como data de início de contagem a data da floração, mas esta referência é subjetiva e demasiado variável entre épocas. Essa variabilidade em cultivares precoces para atingir os 50% de fruto maduro pode ir desde 4 a 9 dias entre épocas (Lyrene & Sherman, 1984)

Mainland (2000) determinou que o número de dias entre a floração e a data de colheita (maturação do Fruto) pode estar entre 52 e 62 dias. O que é verificável no presente estudo, com um intervalo entre os 54 e os 63 dias, e média de 59 dias.

Desde 01 de janeiro até aos 10% de fruto maduro verificou-se que no território Português a cultivar *Duke* apresenta 167 dias de média, com máxima de 180 dias, mínima de 159 dias e desvio padrão de 9,21. O intervalo da época de crescimento do mirtilo para os USA fica entre os 176 e os 285 dias (J. F. Hancock & Draper, 1989). Carlson & Hancock (1991) apresentam 207 dias de média, entre 01/Jan e a data de Colheita com 50% de fruto maduro (máximo: 237; mínimo: 188; desvio padrão: 14,6). Posteriormente, Haffner (1993) refere que as cultivares *northern highbush* precisam de uma época de crescimento com cerca de 160 dias, o que vai de encontro com os resultados obtidos em Portugal Continental. Gupton, Clark, Creech, Powell, & Rooks, (1996) referem que nas cultivares precoces, como é o

caso da *Duke*, para atingir os 50% dos frutos maduros, pode haver uma variação de 4 a 9 dias entre as épocas, com um coeficiente de variação entre 6,5 a 8%.

5.3. Necessidades térmicas

5.3.1. Requisitos de Unidades de Frio da cultivar *Duke* nos 5 locais

A previsão da data de abrolhamento é uma ação importante para a realização das atividades culturais agrícolas. A temperatura do ar é reconhecida como o principal fator, determinante para o período de abrolhamento. Desse modo, utiliza-se os requisitos das UF para calcular ou prever uma data de abrolhamento.

A relação das necessidades de frio com a planta do mirtilo está na literatura bem presente (E. Austin & Bondari, 1987; Braswell, 2006; Kirk & Isaacs, 2012; Nesmith & Bridges, 1992; Service, 1991; Taylor, Southeastern, & Nesmith, 2008).

Por exemplo, NeSmith et al., (1992) examinaram a relação entre horas de frio acumuladas e a flor do mirtilo. E verificaram que existe um aumento na taxa de desenvolvimento de flor com o aumento das horas de frio acumuladas.

A contagem das unidades de frio é realizada um pouco empiricamente (Madeira, 2013), uma vez que não se sabe exatamente qual a data de início da contagem. No entanto, através da comparação dos coeficientes de variação (CV) dos somatórios das Unidades de frio pelos métodos UTAH e CH, para quatro diferentes datas de início de contagem (Gráfico 18/ anexo 3), verificamos que segundo o método *Chilling Hours* o CV aumenta com a proximidade da data de abrolhamento. Pelo contrário, o método UTAH reduz o CV com a aproximação da data de abrolhamento.

O método de contagem de horas de frio UTAH com início de contagem em 01 de Janeiro apresentou o menor CV 38%, seguido do método *Chilling Hours*, com início de contagem a partir de 01 de Outubro (44%). No entanto, os produtores no momento da aquisição das plantas apenas lhes é fornecida os requisitos das UF calculadas pelo método *Chilling Hours*.

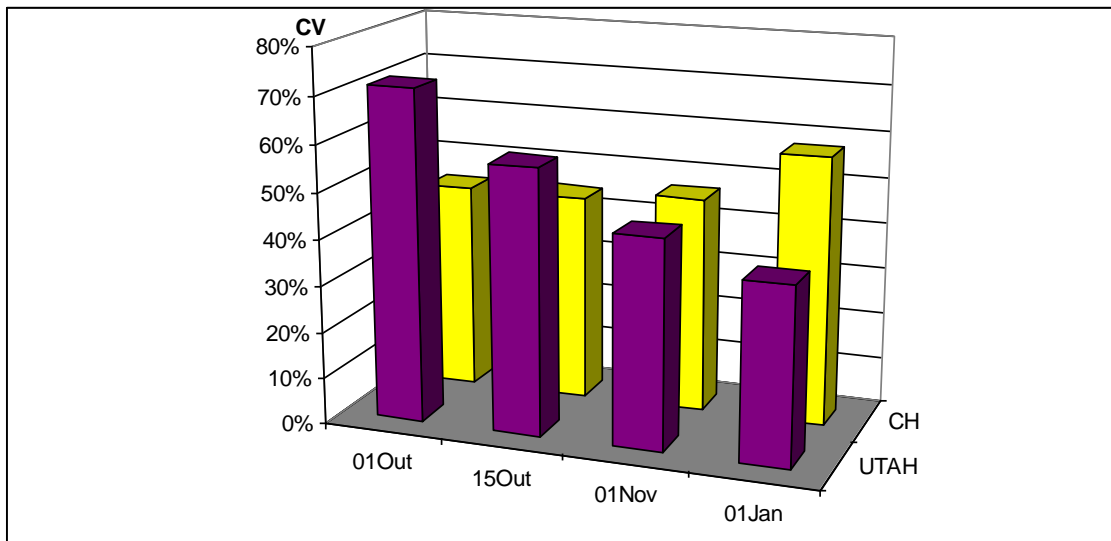


Gráfico 18 – Percentagem do Coeficiente de Variação dos métodos UTAH e CH, com diferentes datas de início de contagem das horas de frio.

Relativamente ao cálculo das unidades de frio segundo o método de UTAH podemos verificar que o somatório de unidades de frio menor foi registado em Odemira e o maior em Viseu (anexo 4).

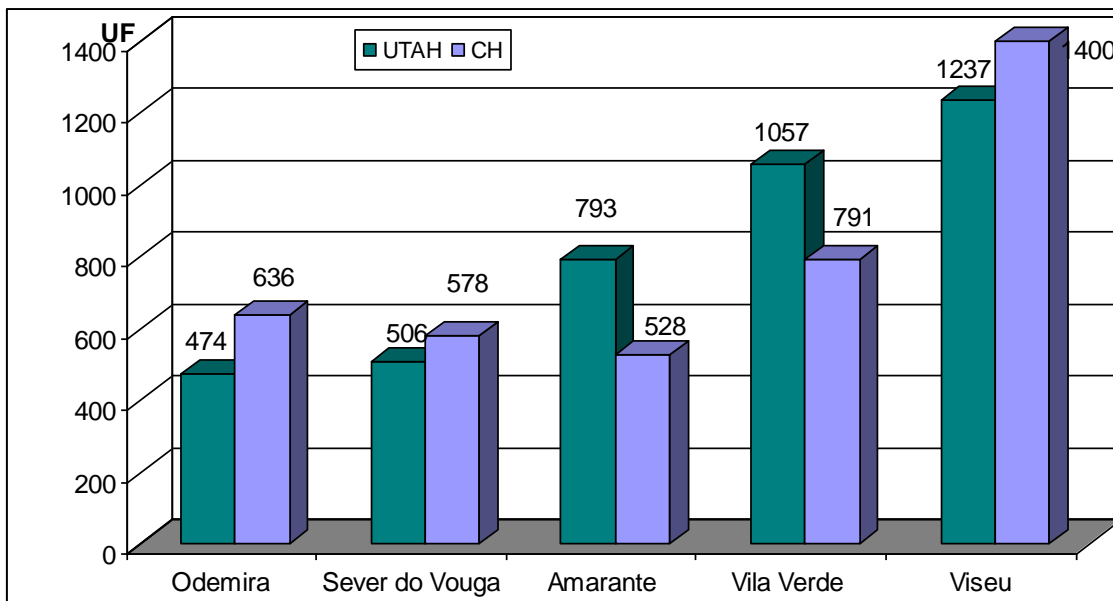


Gráfico 19 – Necessidade de Unidades de Frio da *Duke* até ao Abrolhamento, segundo o método UTAH, com início de contagem em 01Jan e o método de CH com início de contagem em 01out.

Quando se utiliza o método CH observou-se que Odemira, Sever de Vouga e Amarante apresentam valores próximos de requisitos de frio (em média 581UF) (Gráfico 19).

Estes valores mostram que para Portugal Continental a referência das 600 horas de frio, para a cultivar *Duke* é um valor conservativo, uma vez que em

Amarante para o ano de 2014 o abrolhamento ocorreu após as plantas terem acumulado cerca de 500 horas de frio a partir de 1 de outubro.

5.3.2. Requisitos de Unidades de Calor das plantas *Duke* nos 5 locais

Segundo Carlson & Hancock (1991), a acumulação das Unidades de Calor é o indicador fenológico mais robusto, o qual se inicia após o período de dormência.

A formação do gomo da flor a 24°C é melhor do que as temperaturas mais baixas (Gough, 1994). Os frutos maiores desenvolvem-se em temperaturas de dia a 26°C. As noites de primavera a 10°C é a temperatura ideal, o conjunto e tamanho de mirtilo é melhor, do que em comparação com as temperaturas mais elevadas de 21°C (Williamson, et. al., 1995). A fotossíntese de mirtilos alcançado um ótimo entre os 20-25°C e diminuiu com o aumento da temperatura (Davies & Flore, 1986; Hancock, et. al., 1992; Moon, Flore, & Hancock, 1987). Para se obter frutos de qualidade, as melhores regiões são aquelas em que o fotoperíodo é longo e as temperaturas noturnas frescas, durante a fase de maturação.

No presente estudo, foram calculadas as Unidades de Calor a partir da data de Abrolhamento de cada região e verificou-se que o método com o menor coeficiente de variação para a floração foi o método de Zalom. Por conseguinte, podemos verificar que para ocorrer a floração é necessário 161 UC ($\pm 21,4$) (anexo 5). Estes valores ficam um pouco afastados dos valores apresentados por Kirk & Isaacs (2012), onde estimou que o número de GDD acumulados para ocorrer a plena floração para a cultivar *Duke* de, 309 ± 81 e 280 ± 16 em 2009 e 2010 respetivamente. A região com menor exigência de Unidades de Calor é Odemira, com 117 UC e por outro lado, a região com maiores registos de Unidades de calor adquiridas foi Vila Verde, com 181 UC (Tabela 5). Isto poderá estar relacionado com o facto de a cultivar *Duke* adaptar-se às regiões do norte não pelas suas necessidades de frio, mas porque apresenta um ciclo curto de crescimento. Por exemplo, em Odemira após as 600 horas referidas na literatura, a planta inicia o desenvolvimento. Outras cultivares com menores necessidades de frio não se adaptariam por não terem o calor suficiente para completar o seu ciclo em tempo útil na janela ótima de comercialização.

Tabela 5 – Unidades de Calor desde o Abrohamento até à Floração, da Floração até ao Vingamento, do Vingamento até à Coloração e, por fim, da Coloração até ao estado de 10% Fruto Maduro, com o método de cálculo que apresentou o menor coeficiente de variação.

Fenologia e necessidades Unidades de Calor				
Método	Fruto			
	Floração	Vingamento	Coloração	Maturação
UC	Zalom	ACTmed	ACTmed	B-E
Vila Verde	181	240	(s/ informação)	(s/informação)
Amarante	151	277	437	119
Sever do Vouga	170	221	681	214
Viseu	149	375	365	233
Odemira	117	416	721	173

Observando os valores de Unidades de Calor adquiridos nas diferentes regiões da Floração até ao Vingamento, podemos selecionar o método de ACTmed por apresentar um CV inferior. E como podemos observar no Anexo 6 Sever do Vouga é a região com menor necessidades de Unidades de Calor enquanto que Odemira é a de maior (Tabela 5).

Após ordenar as necessidades de calor do Vingamento até verificar-se o estado fenológico da Coloração, verifica-se que Viseu é a região com menores valores acumulados, enquanto que Odemira é a região com maiores registos de acumulação de Unidades de Calor. O método escolhido com menor valor de Coeficientes de Variação foi o ACTmed (anexo 7).

Previsão da data de colheita é uma referência muito importante para os produtores de mirtilos (Addison, 1969). Ter conhecimento da data de início da colheita com 2 a 3 semanas de antecedência poderá ser uma vantagem para a coordenação entre os procedimentos necessários no marketing de grandes volumes (Mainland, 2000).

Ao localizar temporalmente a colheita pode-se reduzir os tempos de espera e manter a cadeia de frio necessária para a exportação dos mirtilos em fresco a uma qualidade aceitável (Muñoz et al, 2012). Uma boa coordenação dos procedimentos para obter-se certificações, clarificar o número de coletores de mirtilos, dar a

formação aos novos trabalhadores, preparar o processo de embalamento e obter meios de transporte refrigerados.

Os métodos tradicionais de estimativa da data de início da colheita consiste na contagem dos dias depois da floração. A bibliografia científica não é unânime relativamente à data de início da contagem das unidades de calor para a cultura do mirtilo. Em Kirk & Isaacs (2012), o início da contagem foi em 01 de janeiro enquanto que Carlson & Hancock (1991), no Estado do Michigan, USA, optam por estabelecer três datas para testar o início da contagem: 1 fevereiro, 1 março e 1 abril.

Mas este processo é demasiado subjetivo e variável de ano para ano (Baptista, Oliveira, Lopes da Fonseca, & Oliveira, 2006). Com o coeficiente de variação entre 6,5 a 8% (Gupton et al., 1996). No nosso estudo verificamos que para os 10% de fruto maduro existe uma variação de 12,5 DJ, entre os dois anos. Com mínimo de 4 DJ de diferença em Sever do Vouga e máximo de 24 DJ em Odemira.

Segundo Suzuki & Kawata (2001), a data de colheita está altamente correlacionada com os dias necessários para os frutos amadurecerem ($r=0,718$) e é negativamente correlacionada com o peso individual do fruto ($r=-0,660$). Esta correlação é devido à fenologia do mirtilo estar altamente dependente das condições climatéricas e dos estados de desenvolvimento do fruto. No nosso estudo, verificamos que a correlação entre a data de colheita do fruto a 10% maduro com os dias necessários entre a floração e a colheita é de $r=0,86$.

Carlson & Hancock (1991) analisam a variabilidade do início da época de colheita comparando o modelo de unidades de calor com o modelo de calendário (média das datas de início da época de colheita) e concluíram que existe menor variabilidade no modelo de unidades de calor.

A partir deste trabalho, Muñoz et al. (2012), em Temuco no Chile, procura desenvolver um modelo preditivo utiliza nos requisitos de unidades de calor e traduz em dias em falta até à data de início da colheita. O modelo foi estimado para intervalos de 3 meses, 2 meses, 1 mês, 14 dias e um dia antes da data da qual se atingiu os requisitos de calor. As datas de início da colheita das temporadas 2001-2005 foram utilizadas para estimar as exigências térmicas da cultivar *Bluecrop*. Estes requisitos foram validados com os anos 2006-2010. No final, é utilizado na

previsão da data de colheita na temporada de 2011. Os resultados mostraram que com uma previsão a três meses o erro é inferior a 10 dias e que uma previsão a 7 dias, o erro é menor do que 2 dias (Gough, 1996). Cultivares de *highbush* tardias precisam de períodos de crescimento com cerca de 160 dias, enquanto que nas cultivares precoces ou do meio de estação basta 120 a 140 dias. No presente trabalho, embora a cultivar *Duke* seja considerada precoce revelou necessitar de 173 DJ, superior à referência para as cultivares mais tardias.

É importante acompanhar o desenvolvimento fenológico ao longo dos anos, para fornecer informação ao produtor do momento certo para a colheita. Gough (1996), refere que quando a bagas são colhidas ainda com uma ligeira coloração rosa, vai continuar a amadurecer (escurecer), mas o fruto vai possuir os mesmos valores de açúcar como quando saiu do arbusto. Ao permitir a permanência do fruto por mais 3 a 5 dias irá aumentar cerca de 15% de açúcar e o tamanho.

Por outro lado, se calcularmos as necessidades de UC desde a floração até ao estado de 10% de Fruto Maduro, constatamos que Amarante apresentou menores valores, seguido de Viseu, Sever do Vouga e por fim Odemira (Anexo 10, método ACTmed).

Por fim, numa visão global das quatro fases fenológicas com cálculo das Unidades de Calor, podemos observar na tabela 6, os coeficientes de variação de cada estado fenológico segundo os métodos pré-definidos.

Tabela 6 – Coeficientes de Variação para as fases fenológicas, segundos os métodos de B-E, ACTmed, GDD e Zalom.

	B-E	ACTmed	GDD	Zalom
Floração	14%	14%	16%	13%
Vingamento	35%	29%	35%	34%
Coloração	49%	45%	49%	49%
10 % Fruto Maduro	34%	39%	36%	36%

A partir destes resultados verificamos que a floração é o estado fenológico com os coeficientes de variação menores. E por outro lado, as três fases seguintes, Vingamento, Coloração e 10% de Fruto maduro, apresentam valores de variação mais elevados. Este facto, poderá ser justificado porque os modelos testados no

nosso estudo, quando as temperaturas mínimas diárias são superiores á temperatura base referida na literatura (7,2°C) consideram que o desenvolvimento da planta se processa de modo linear, isto é, quanto mais elevada é a temperatura média do ar mais unidades de calor a planta acumula. No entanto existe um intervalo ótimo de temperatura do ar entre o qual o desenvolvimento fenológico se desenrola na máxima velocidade. Se a temperatura não for apropriada (mais baixa ou mais elevada) a evolução fenológica torna-se mais lenta.

6. Conclusões

Com este estudo foi possível desenvolver um protocolo de acompanhamento fenológico no campo que se demonstrou durante o nosso estudo ser expedito e de fácil utilização pelos produtores.

Foi possível verificar que a data de abrolhamento foi bastante variável nos diferentes locais de estudo, ocorrendo entre março e início de abril. A data de floração variou entre o início e fim de abril e o crescimento do fruto desenrolou-se pelos meses subseqüentes culminando com a sua maturação a partir da primeira quinzena de junho e estendendo-se até meados de julho. Vila Verde e Amarante foram os locais com fenologia mais adiantada contrariamente a Sever do Vouga e Odemira onde se verificou o desenvolvimento mais atrasado.

Relativamente às necessidades de frio pode-se verificar que, para Portugal Continental, a referência das 600 horas para a cultivar *Duke* é um valor conservativo. Considerando o efeito da temperatura no desenvolvimento vegetativo anual obtivemos valores muito próximos de unidades de calor necessárias para ocorrer a floração. No entanto, no caso do vingamento do fruto e coloração a amplitude foi grande.

Entre a floração e a colheita, ou o estado de 10% Fruto maduro, verificou-se que em média são necessários 59 dias, nas regiões em estudo.

Este estudo embora interessante para uma cultivar bem presente no nosso país, é todavia escasso pela sua limitação em termos de variedades de cultivares e por estar limitado a 2 anos de produção. Para um melhor aproveitamento produtivo seria apropriado a continuação por mais 2 anos e o alargamento a outras cultivares.

Referências Bibliográficas

- Addison, E. (1969): Forecast of blueberry harvest dates as determined by climatology. Rutgers University, New Brunswick, New Jersey.
- Aleixo, T. (2014). Workshop sobre a cultura do mirtilo. Agrotec, Suplemento: Pequenos Frutos, 7, 28.
- Arora, R., Rowland, L. J., Tanino, K. (2003). Induction and Release of Bud Dormancy in Woody Perennials : A Science Comes of Age, 38(5), (911–921).
- Austin, E., Bondari, K. (1987). Influence of Chilling Hours on Flower Bud Growth and Rooting Ability of Blueberry Budsticks 1. Environ. Hort., 5(2), (62–65).
- Austin, M. E. (1994). Rabbiteye blueberries. Flórida USA.
- Austin, M., Mullinix, B., Mason, L. (1982): Influence of chilling on growth and flowering of rabbiteye blueberries. Journal of the American Society for Horticultural Science, 17 (768-769).
- Bailey, I. h. (1949). Manual of Cultivated Plants. (Macmillan, Ed.). New York.
- Baptista, M., Oliveira, P., Lopes da Fonseca, L., Oliveira, C. (2006). Early ripening of southern highbush blueberries under mild winter conditions. Acta Hort., 715, (191–196).
- Baskerville, G., Emin, P. (1969). Rapid Estimation of Heat Accumulation from Maximum and Minimum Temperatures. Ecology, 50(3), (514–517).
- Batalha. (2014). DRAP Norte - Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte. In Frutitec/ Hortitec.
- Beaubien, E., Johnson, D. (1994). Flowering plant phenology and weather in Alberta , Canada, (September 1993), (23–27).
- Braswell, J. H. (2006). Vacciniuin ashei, (1987), (105–109).
- Carlson, J., Hancock, J. (1991). A Methodology for Determining Suitable Heat-Unit Requirements for Harvest of Highbush Blueberry. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116(5), (774–779).
- Chuine, I. (1998): Fitting models predicting dates of flowering of temperate-zone trees using simulated annealing, Université M. I. S. E.; 21, (455–466).
- Coville, F. (1921). Directions for Blueberry Culture. Reprint. London: Forgotten Books, 2013. Print.

Darnell, R., Davies, F. (1990). Chilling Accumulation , Budbreak , and Fruit Set of Young Rabbiteye Blueberry Plants, HortScience, 25(6), (1988–1991).

Darrow, G. (1924). The Van Fleet raspberry: A new hybrid variety. (U. S. D. of Agriculture, Ed.) (p. 15). U.S. Department of Agriculture.

Darrow, G. (1942). Rest period requirements of blueberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 41, (189–194).

Daveau, S. (1985). Mapas climáticos de Portugal, nevoeiro e neblulosidade, contrastes (p. 84). Lisboa.

Davies, F. (1983). Pruning, yield, and morphology of 3 rabbiteye. Proc. Fla. State Hort. Soc., 96, (192–195).

Davies, F. S., & Flore, J. A. (1986). Short-Term Flooding Effects on Gas Exchange and Quantum Yield of Rabbiteye Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) Plant Physiology, (11676), (289–292).

Demarée, G. R., & Rutishauser, T. (2011). From “Periodical Observations” to “Anthochronology” and “Phenology” - the scientific debate between Adolphe Quetelet and Charles Morren on the origin of the word “Phenology”. International Journal of Biometeorology, 55(6), (753–61).

Dennis, F. (1994): Dormancy - What We Know (and Don't Know). HortScience, 29(11), (1249–1255).

Denny, E., Gerst, K., Miller-Rushing, A., Tierney, G., Crimmins, T., Enquist, C., Weltzin, J. (2014). Standardized phenology monitoring methods to track plant and animal activity for science and resource management applications. International Journal of Biometeorology, 58(4), (591–601).

Doorenbos, J. (1953): Review of the literature on dormancy in bud of woody plants. Medelingen van de Landbouwhogeschool Te Wageningen/ Nederland, 53, 1–34.

Eck, P. (1966). Botany. In P. Childers, N. and Eck (Ed.), Blueberry Culture. New Jersey: Rutgers University Press. (14–44)

Eck, P. (1988). Blueberry Science. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press.

Eck, P., Childers, N. (1966). Blueberry Culture. (Q. and Boden, Ed.). New Jersey: Rutgers University Press (1966).

Eck, P., Gough, R., Hall, J. V, Spiers, J. (1990). Blueberry management. In G. J. G. and D. G. Himelrick (Ed.), Small fruit crop management¹. New Jersey: Englewood Cliffs. (273–333)

Fonseca, L., Oliveira, P. (2007). A planta de mirtilo. Folhas de Divulgação AGRO 556, N.º2.

Fonseca, L., Oliveira, P. (2008). A produção de mirtilos em Portugal. Oeiras: Departamento de Horticultura e Floricultura.

Galleta, G. (1975). Blueberries and cranberries. In Janick & J. Moore (Eds.), *Advances in Fruit Breeding*. West Lafayette: Purdue University Press. (154–196).

Gauthier, N., Kaiser, C. (2013). Midwest Blueberry Production Guide. (P. P. Nicole Gauthier (University of Kentucky & P. P. Kaiser, Cheryl (University of Kentucky, Eds.) (1–126).

Ghelardini, L. (2007). Bud Burst Phenology , Dormancy Release and Susceptibility to Dutch Elm Disease in Elms (*Ulmus* spp). Swedish University of Agricultural Sciences.

Gilreath, P., Buchanan, D. (1981). Rest prediction model for low chilling Sungold nectarine. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106(4), (426–429).

Gonçalves, L. (contamais consultadoria). (2013). Mirtilos Contamais.

Gough, R. (1991). *The Highbush Blueberry and Its Management*. (I. Food Production Press, Haworth Press, Ed.). New York.

Gough, R. (1994). *The highbush blueberry and its management*. Food Products Press. New York: Food Products Press.

Gough, R. (1996). Blueberries - North and South. *Journal of Small Fruit & Viticulture*, 4(N.º1/2), (71–106).

Gough, R, Hindle, R., Shutak, V. (1976). Identification of ten Highbush blueberry cultivars using morphological characteristics. *HortScience*, 11, (512–514).

Guide, T. M.-A. B. (2014). Blueberries. In *The Mid-Atlantic Berry Guide*, 2013–14 (115–170).

Gupton, C., Clark, J., Creech, D., Powell, A., Rooks, S. (1996). Comparing stability indices for ripening date and yield in blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(2), (204–209).

Haffner, K. (1993). Ecology of *Vaccinium* growing. *Acta Hort.*, 346, (214–220).

Hancock, J., Draper, A. (1989). Blueberry culture in North America. *HortScience*, 24, (551–556).

Hancock, J. , Haghghi, K., Krebs, S., Flore, J., Draper, A.: (1992). Photosynthetic Heat Stability in Highbush Blueberries and the Possibility of Genetic Improvement, 27(10), (1111–1112).

Jim, H. (1996). Plant Growth and Development. Retrieved from [http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/\(p. 25\)](http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/(p.25))

Kender, W., Brightwell, W. (1966). Environmental relationships. (P. E. and N. F. Childers, Ed.). New Brunswick, New Jersey: Blueberry culture, Rutgers Univ. Press. (75–93).

Kirk, A., Isaacs, R. (2012). Predicting flower phenology and viability of Highbush blueberry. HortScience, 47(9), (1291–1296).

Kluge, R., Hoffmann, A., Bilhalva, A. (1994). Comportamento de frutos de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Powder Blue em armazenamento refrigerado. Ciência Rural, 24(2), (281–285).

Kobayashi, K., Fuchigami, L. (1983). Modeling bud development during the quiescent phase in red-osier dogwood (*Cornus sericea* L. Agricultural and Forest Meteorology, 28, (75–84).

Lang, G. (1987). Dormancy: a new universal terminology. HortScience, 22, (817–820).

Longstroth, M. (2010). The annual cycle of growth of northern highbush blueberry. AgBioResearch Michigan State University.

Loomis, W. (1939). Experiments in Plant Physiology. McGraw-H. P. in the B. S. Sinnott, Ed. (First Edit.). New York and London: McGraw-Hill Book Company, Inc.

Luby, J., Ballington, J., Pliszka, K., Austin, M. (1990). Blueberries and cranberries. In J. Moore and J.R. Ballington (Ed.), Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops Acta Hort., (393–456).

Lyrene, P., Crocker, T. (1983). Poor Fruit set on rabbiteye blueberries after mild winter: possible causes and remedies. Proc. Fla. State Hort. Soc., 96 (5134), (195–197).

Lyrene, P., Sherman, S. (1984). Breeding early-ripening blueberries for Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc.1, 97, (322–325).

Madeira, B. (2013). Requisitos de frio de pequenos frutos. Agrotec, Suplemento: Pequenos Frutos, (17–19).

Mainland, C. (1985). Some problems with blueberry leafing, flowering, and fruiting in a warm climate. Acta Hort., 165, (29–34).

Mainland, C. (1986). Commercial blueberry production guide for North Carolina. North Carolina Agr. Expt. Sta. Raleigh.

Mainland, C. (2000). Blueberry fruit set and intervals from blossoming to ripening. *Acta Hort.*, 574, (189–192).

Mainland, C., Buchanan, D., Bartholic, J. (1977). The effects of five chilling regimes on bud break of highbush and rabbiteye blueberry hardwood cuttings. *HortScience*, (12, 43).

Martins, S., Lopes, A., Lopes, M. (2015). Resultados preliminares do campo experimental de mirtilos da Estação Agrária de Viseu. *Agrotec, Suplemento: Pequenos Frutos*, 11(2º Trimestre), (12–16).

Masabni, J. (2007). *Blueberry Production*. (UKREC). Princeton, KY.

Meyer, H., Prinsloo, N. (2003). Assessment of the Potential of Blueberry Production in South Africa. *Small Fruits Review*, 2(3), (3–22).

Miglietta, F., Porter, J. (1992). The effects of climatic- change on development in wheat - Analysis and modeling. *Journal of Experimental Botany*, 43(253), (1147–1158).

Montgomery, R. (2011). *Phenology & Climate Change : How Timing of Biological Activity Affects Forests Now and in the Future*. Minnesota.

Moon, J., Flore, J., Hancock, J. (1987). A comparison of carbon and water vapor gas exchange characteristics between a diploid and highbush blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112(1), (134–138).

Muñoz, C., Ávila, J., Salvo, S., Huircán, J. (2012). Prediction of harvest start date in highbush blueberry using time series regression models with correlated errors. *Scientia Horticulturae*, 138, (165–170).

Myneniet, R., Keeling, C., Tucker, C., Asrarand, G., Nem, R. (1997). Increased plant growth in the northern latitudes from 1981 to 1991. *Nature*, 386, (698–702).

Nesmith, D., Bridges, D. (1992). Modeling Chilling Influence on Cumulative Flowering: A Case Study Using ‘ Tifblue Rabbiteye Blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(5), (698–702).

Norvell, D., Moore, J. (1982). An evolution of chilling models for estimating rest requirements of Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, (54–56).

Rensing, K., Samuels, A. (2004). Cellular changes associated with rest and quiescence in winter-dormant vascular cambium of *Pinus contorta*. *Trees (Berl.)*, 18, (373–380).

Samish, R. (1954). Dormancy in woody plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 5, (183–203).

Santos, L., Ribeiro, H., Madeira, B., Abreu, I., Oliveira, P. (2014). 2014 Santos. *Agrotec, Suplemento: Pequenos Frutos*, 9(4^o Trimestre), (6–7).

Schaber, J., Badeck, F. (2002). Evaluation of methods for the combination of phenological time series and outlier detection. *Tree Physiology*, 22(1), (973–982).

Schwartz, M. , Carbone, G., Reighard, G., Lokie, W. (1999). 1999 Schwartz et al. *International Journal of Biometeorology*, 42, (113–118).

Service, I. (1991). Estimating chilling duration from daily temperature extremes and elevation in Israel, 1, (125–132).

Sharpe, R., Darrow, G. (1959). Breeding blueberries for the florida climate. *Florida State Horticultural Society*, 72, (308–311).

Spiers, J. (1976). Chilling regimens affect bud break in “Tifblue” rabbiteye blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*1, 101, (84–86).

Spiers, J., Lewis, W., Draper, A. (1974). Hardwood propagation of rabbiteye blueberry. *HortScience*, 9, (24–25).

Suzuki, A., Kawata, N. (2001). Relationship between anthesis and harvest date in highbush blueberry. *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, 70(1), (60–62).

Taylor, P., Southeastern, U., Nesmith, D. (2008). Use of Plant Growth Regulators in Blueberry Production in the Use of Plant Growth Regulators in Blueberry Production in the Southeastern U . S . : A Review, (March 2015), (37–41).

Trehane, J. (2004). Blueberries, Cranberries and Other Vacciniums. (R. H. S. P. C. Guide, Ed.) Royal Horticultural Society, Plant, Plant Collector Guide. London: Timber Press, Incorporated. (232-236)

Valdivieso, T., Trindade, C., Oliveira, P. (2015). Alguns aspetos da biologia reprodutiva em mirtilos. *Agrotec, Suplemento: Pequenos Frutos*2, 11(2^o Trimestre), (8–9).

Williamson, J., Darnell, R., Krewer, G., Vanerwegen, J., NeSmith, S. (1995). Gibberellic acid: A management tool for increasing yield of rabbiteye. *Journal of Small Fruit & Viticulture*, 3, (203–218).

Williamson, J.; Krewer, G.; Pavlis, G.; Mainland, C. (2006) Blueberry soil management, nutrition and irrigation, eds Eck P., Childers N.F., Lyrene P.M. (Blueberries: For growers, gardeners, promoters. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, FL), (60–74)

Wolfe, K., Kang, X., He, X., Dong, M., Zhang, Q., Liu, R. (2008). Cellular Antioxidant Activity of Common Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, (8418–8426).

Wright, C. (1989). *Manipulation Fruit*. British Library Cataloguing, Ed.; Butterworth & Co. Ltd. (426- 445).

Yang, S., Logan, J., Coffey, D. (1995). Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*, 74, (61–74).

Zalom, F., Gogell, L., Wilson, W., Barnet, W., Bentley, W. (1983). Degree-days: the calculation and use of heat units in pest management (p. 5).

Portais da Internet

Referência Web 1: <http://www.extension.org/pages/29305/armillaria-root-rot-ofblueberry#.Vbf9hvm4Sz4>

Referência Web 2: <http://whatcom.wsu.edu/ipm/manual/blue/botrytis.html>

Referência Web 3: http://blueberries.msu.edu/growing_blueberries/growth_stages_table

Referência Web 4: <http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>

Referência Web 5: <https://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/fruta/>

Referência Web 6: https://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/infodiaria/index.jsp?page=dtxn_co.xml

Referência Web 7: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

Referência Web 8: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mirtilo/SistemaProducaoMirtilo/nutricao.htm>

Referência Web 9: <http://www.meteofermentelos.com/weatherdata.php?year=2015&data=maxtemp>

Referência Web 10: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>

Referência Web 11: http://snirh.pt/snirh/dadosbase/site/simplex.php?OBJINFO=DADO S&FILTRA_BACIA=38&FILTRA_COVER=920123704&FILTRA_SITE=920685384

Referência Web 12: <http://distanciacidades.com>

Referência Web 13: <http://www.pordata.pt/Municipios/Altitude+m%C3%A1xima-50>

Referência Web 14: www.spea.pt/ms_priolo/pt/index.php?op=o

Anexo 1 – Datas dos estados Fenológicos nos 5 locais do estudo.

2014	Abrolhamento	Floração	Vingamento	Coloração	Maturação
Vila Verde	13/03	14/04	02/05	-	-
Amarante	17/03	14/04	27/04	30/05	11/06
Sever do Vouga	01/04	22/04	06/05	05/06	17/06
Viseu	20/03	17/04	12/05	29/05	19/06
Odemira	10/04	28/04	12/05	07/07	17/07
2015	Abrolhamento	Floração	Vingamento	Coloração	Maturação
Vila Verde	26/03	17/04	02/05	-	-
Amarante	18/03	09/04	28/04	19/05	28/05
Sever do Vouga	20/03	06/04	17/04	01/06	09/06
Viseu	12/03	09/04	04/05	01/06	18/06
Odemira	13/03	24/04	25/05	12/06	26/06

Anexo 2 – Dias Julianos para os estados fenológicos em causa, nas diversas regiões observadas

	Abrolhamento	Floração	Vingamento	Coloração	Maturação
Vila Verde 2014	71	32	18	-	-
Vila Verde 2015	84	22	15	-	-
Amarante 2014	75	28	13	33	12
Amarante 2015	76	19	22	21	9
Sever do Vouga 2014	90	21	14	30	13
Sever do Vouga 2015	78	17	11	45	9
Viseu 2014	78	28	25	17	21
Viseu 2015	70	28	25	28	17
Odemira 2014	99	18	14	56	10
Odemira 2015	71	42	31	19	15
Mínimo	70	17	11	17	10
Máximo	99	42	31	56	21
Média	79,2	25,5	17,7	36,2	14,8

Anexo 3 – Percentagem dos Coeficiente de Variação dos métodos de UTAH e CH, com início de contagem diferentes, nos cinco locais (ano de 2014 e 2015).

Coeficiente de Variação	UTAH	CH
01Out - Abrolhamento	71%	44%
15Out - Abrolhamento	57%	44%
01Nov - Abrolhamento	45%	45%
01Jan - Abrolhamento	38%	58%

Anexo 4 – Unidades de Frio, segundo os métodos de UTAH e CH, com início da contagem a 1 de Janeiro.

	Dias média	UTAH	CH
Odemira	99	473,5	252
Sever do Vouga	84	506	322
Amarante	76	793	291
Vila Verde	78	1054	461
Viseu	74	1237	867

Anexo 5 – Unidades de Calor desde o Abrolhamento até à Floração, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom.

	Ano	N.º Dias	B-E	ACTmed	GDD	Zalom
Vila Verde	2014	32	174	410	172	172
	2015	22	189	355	189	189
Amarante	2014	28	160	369	160	162
	2015	19	140	285	141	141
Sever do Vouga	2014	21	190	348	190	190
	2015	17	147	281	151	151
Viseu	2014	28	185	375	167	171
	2015	28	135	313	108	127
Odemira	2014	18	147	283	147	147
	2015	15	88	175	88	88
Mínimo:		15	88,0	175,0	88,0	88,0
Máximo:		32	190,0	410,0	190,0	190,0
Média		22,8	163,0	335,3	158,3	161,1
Desv. Pad		5,7	22,0	46,8	25,6	21,4
CV		25%	14%	14%	16%	13%

Anexo 6 – Somatório de Unidades de Calor desde a Floração até ao Vingamento, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom.

	Ano	N.º Dias	B-E	ACTmed	GDD	Zalom
Vila Verde	2014	18	130,7	267,5	130,7	130,7
	2015	15	97,8	213,0	97,8	97,8
Amarante	2014	13	105,2	206,0	105,2	105,2
	2015	22	181,4	347,0	181,4	181,4
Sever do Vouga	2014	14	129,0	242,7	134,7	134,2
	2015	11	104,0	198,5	112,1	112,7
Viseu	2015	25	257,4	443,4	256,2	256,2
	2014	14	133,6	307,4	120,2	128,0
Odemira	2015	14	140,8	248,8	140,8	140,8
	2015	32	352,7	583,1	352,7	352,7
Mínimo		11	97,8	198,5	97,8	97,8
Máximo		32	352,7	583,1	352,7	352,7
Média		17,8	142,2	274,9	142,1	143,0
Desvio Padrão		6,5	50,0	79,7	49,3	48,9
Coeficiente de Variação		37%	35%	29%	35%	34%

Anexo 7 – Tabela das UC acumuladas entre o Vingamento e a coloração, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom.

	Ano	N.º Dias	B-E	ACTmed	GDD	Zalom
Vila Verde	2014	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-
Amarante	2014	34	275,2	520,0	275,2	275,2
	2015	22	195,0	354,0	195,0	195,0
Sever do Vouga	2014	31	276,0	520,4	297,2	295,2
	2015	46	503,0	842,0	511,0	511,0
Viseu	2014	18	125,7	249,3	119,7	120,0
	2015	29	277,0	480,0	271,0	274,0
Odemira	2014	57	593,6	1004,0	593,6	593,6
	2015	19	302,0	439,0	302,0	302,0
Mínimo		18,0	125,7	249,3	119,7	120,0
Máximo		57,0	593,6	1004,0	593,6	593,6
Média		33,9	318,4	551,1	320,6	320,7
DesvPadrão		13,6	154,8	250,5	156,9	156,8
CV		40%	49%	45%	49%	49%

Anexo 8 – Somatório de Unidades de Calor, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom, desde a Coloração até os 10% Fruto maduro.

		N.º Dias	B-E	ACTmed	GDD	Zalom
Vila Verde	2014	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-
Amarante	2014	13	120	214	120	120
	2015	10	118	190	118	118
Sever do Vouga	2014	13	276	520	297	295
	2015	9	151	216	151	151
Viseu	2014	22	266	424	266	266
	2015	18	200	328	199	199
Odemira	2014	11	136	215	136	136
	2015	15	209	317	209	209
Mínimo:		9	118	190	118	118
Máximo:		22	276	520	297	295
Média		13,9	184,5	303,0	187,0	186,8
DesvPadrão		4,4	63,1	118,7	67,7	67,3
Coeficiente de Variação		31%	34%	39%	36%	36%

Anexo 9 – Total das Unidades de Calor, segundo os métodos de B-E; ACTmed; GDD; Zalom, desde a Floração até os 10% Fruto maduro.

	Dias	B-E	ACTmed	GD	Zalom
Amarante	80,5	647,4	1242,3	647,8	648,8
Sever do Vouga	81,0	887,9	1584,3	921,9	919,9
Viseu	91,0	789,6	1459,9	753,7	770,6
Odemira	90,5	984,3	1632,3	984,3	984,3
Mínimo	80,5	647,4	1242,3	647,8	648,8
Máximo	91,0	984,3	1632,3	984,3	984,3
Média	85,8	827,3	1479,1	826,9	830,9
Desvio Padrão	5,8	143,9	174,1	154,1	150,8
Coeficiente de Variação	7%	17%	12%	19%	18%



Escala de observação fenológica para a cultura do mirtilo

LUÍS SANTOS¹, HELENA RIBEIRO², BERNARDO MADEIRA³, ILDA ABREU¹, PEDRO BRÁS DE OLIVEIRA³
¹Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, s/n, 4169-007 Porto (*helenaribeiro@fc.up.pt)
²AGROTEC, Revista
³Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., UEIS-SAFSV, Av. da República Nova Oeiras, 2784-505 Oeiras



A exploração do mirtilo, apesar de ser uma atividade relativamente recente em Portugal, está a tornar-se numa cultura com considerável importância económica a nível regional e nacional, não só em termos de área mas também em número de produtores. Um dos aspetos primordiais para o sucesso na produção de mirtilos é o conhecimento da biologia da planta, nomeadamente o seu ciclo de desenvolvimento e adaptabilidade às condicionantes ambientais do local de exploração, que fortemente influenciam o rendimento global. O acompanhamento e previsão da sua fenologia são importantes para o entendimento da cultura e suas particularidades.

A fenologia centra-se na monitorização da atividade sazonal recorrente da planta, relacionando-a com os fatores bióticos e abióticos, nomeadamente a temperatura e humidade do ar, pH do solo, etc. As diferentes fenofases (i.e. épocas de abroilhamento, floração e maturação do fruto, etc.), podem variar, conforme o ano e o local da exploração. Após alguns anos de observação, será possível desenvolver calculadores *on-line* da fenologia e necessidades térmicas que permitam prever com vários dias de antecedência, à semelhança das previsões do tempo, quando um determinado estado fenológico será atingido.

Assim, antes da plantação, o conhecimento da fenologia e consequentes exigências térmicas da(s) cultivar(es) a plantar permitirão a escolha mais assertiva das cultivares mais adaptadas às características edafoclimáticas de uma determinada região. A maior parte das variedades de mirtilo é parcialmente autoestéril, pelo que é muito importante que exista mais de uma variedade na mesma plantação e com floração em simultâneo, para que a produção atinja o máximo potencial, caso assim não seja, é ineficiente a presença

de mais de uma variedade, pelo que se sobrepõe esta como a mais importante razão para o bom conhecimento fenológico de cada variedade em cada local.


Além disso, será possível:

- melhor aproveitamento de janelas de oportunidade de mercado face à prática de preços mais elevados. Para isso, as necessidades de frio para cada cultivar condicionarão a época de colheita numa região ou localidade específica e esta adaptabilidade é possível determinar através do registo das datas de entrada em dormência da planta e abroilhamento dos gomos florais;
- otimização dos fatores de produção, por exemplo, a combinação de diferentes cultivares que possibilitem um escalonamento nas datas de colheita do fruto ou retirar vantagens da polinização cruzada e, com isso, poder potenciar ao máximo a época de floração com a disponibilidade de pólen durante mais tempo para fecundação das flores e contornar problemas de incompatibilidade polínica que pode ocorrer em alguns cultivares.

Quando a cultura já está estabelecida, a monitorização e previsão do estado de evolução fenológica do mirtilo é, também, um importante instrumento

de apoio à tomada de decisão na calendarização das operações culturais. O produtor, ao ter acesso à informação que o ajude a prever a distância temporal para a ocorrência de uma determinada fenofase, terá a possibilidade de uma atuação antecipada, como por exemplo:

- a) alugar agentes polinizadores (colónias de *Bombus terrestris*) na altura da floração, pois a polinização influencia de forma determinante o vingamento e produtividade do pomar. O uso de polinizadores é aconselhado quando cerca de 20% do pomar está em floração;
- b) ajustar as necessidades de fertilização e rega. As exigências nutricionais e hídricas das plantas de mirtilo variam de acordo com os seus estados fenológicos, sendo particularmente exigentes durante a maturação dos frutos;
- c) aplicar de forma preventiva e/ou aconselhada produtos fitossanitários para o controlo de pragas e doenças. Por exemplo, na fenofase de 10% de frutos maduros (pré-colheita), por vezes, é usado fungicida para combater o apodrecimento do pomar. Neste contexto, dada a reconhecida importância de efetuar o acompanhamento fenológico do pomar, apresenta-se uma escala para observação fenológica no campo obtida através

da junção da escala de classificação dos estados fenológicos do mirtilo da Universidade de Michigan (USA), que está disponível na internet (http://blueberries.msu.edu/growing_blueberries/-growth_stages_table) e a escala BBCH (<http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>); uma escala desenvolvida para codificar de forma numérica e uniforme os estados fenológicos das plantas mono e dicotiledóneas. 

DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO

Ponta verde (10P)



Observam-se os primeiros sinais do desenvolvimento vegetativo.

Fim ponta verde (11P)



Os gomos foliares isolados começam a inchar e a abrir, sendo visível as folhas verdes exteriores.

Saída das folhas (31)



Múltiplas folhas emergem dos gomos foliares e desenrolam-se. As folhas expandem-se e o crescimento da parte aérea começa.

Folhas livres (39)



Termina o primeiro nível do crescimento em altura da planta, deixando aparecer novas folhas. Pode-se constatar este fenómeno pela presença de uma pequena folha morta na base da última folha do ramo (zona apical).

Iniciação dos gomos florais/ foliares (00)



Nesta fase verifica-se a iniciação dos florais/foliares que irão abrolhar na campanha seguinte.

Coloração (92)



No final da fase de crescimento, as folhas mudam de cor, em resposta à mobilização dos nutrientes das folhas para os gomos de crescimento.

DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO

Gomo dormente (00/97)



Gomos dormentes completamente fechados sem sinais visíveis de desenvolvimento.

Inchamento do gomo (51)



Gomos florais começam a inchar aumentando de volume e a abrir, sendo visíveis as escamas mais claras do interior.

Abrolhamento (53)



Gomos florais abrem, identificando-se as flores entre as escamas.

Gomo floral verde (55/56)



As flores individuais ainda fechadas começam a separar-se, sendo distinguíveis na inflorescência.

Gomos iniciais rosa (57)



As corolas adquirem tom rosa, alongam-se mas encontram-se fechadas.

Gomos finais rosa (59)



As corolas atingem o tamanho final. A maior parte das flores da inflorescência estão completamente separadas e começam a adquirir cor branca.

Início da floração (61)



Cerca de 10% das flores já estão abertas.

Plena floração (65)



Pelo menos 50% das flores estão abertas.

Queda das corolas (67/69)



Fim da floração, vingamento dos frutos. As corolas brancas começam a cair, observando-se os pequenos frutos verdes.

Crescimento do fruto (71)



As pequenas bagas verdes crescem atingindo cerca de 10% do seu tamanho final. No entanto, os tamanhos das bagas variam, desde bagas grandes a tamanho de ervilha.

Fruto verde (78)



Cerca de 80% das bagas atinge o seu tamanho final e apresenta cor verde com alguns tons rosa claro.

Início da maturação/ coloração (81)



Início da coloração dos frutos. As bagas começam a mudar da cor verde para rosa escuro e depois azul. Começam a ficar moles.

10% frutos maduros (83)



Cerca de 10% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita.

25% frutos maduros (85)



Cerca de 25% das bagas isoladas estão maduras e prontas para a colheita. Esta fase por vezes coincide com a primeira colheita de bagas maduras.

75% frutos maduros (87)



Os Mirtilos são colhidos consoante amadurecem. Por vezes em 2 ou 3 colheitas. Assim este estado fenológico às vezes coincide com a 2ª colheita. No entanto nunca pode ser observado no campo.

Fenologia do *Vaccinium corymbosum* var. Duke em várias regiões de Portugal Continental

LUIZ SANTOS¹, HELENA REBEIRO², BERNARDO MADEIRA³, ELZA ABRIL⁴, PEDRO SOARES DE OLIVEIRA⁵
¹Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, s/n, 4169-007 Porto
²Engenheira Agrónoma, Consultor
³Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., ULS-5A/5M, Av. da República, Nova Orléans, 2794-505 Orléans
⁴helena.rebeiro@ic.up.pt

A rentabilidade e longevidade de uma plantação de mirtilos estão dependentes de vários fatores, como por exemplo: a escolha da cultivar adequada às condições edafoclimáticas da exploração, a qualidade do fruto, as preferências do mercado, a vida do fruto pós colheita. Neste contexto, o acompanhamento e previsão da sua fenologia são importantes para o entendimento da cultura e suas particularidades. Após alguns anos de observação das diferentes fenofases (i.e. datas de abrolhamento, floração e maturação do fruto, etc.), será possível desenvolver calculadores on-line da fenologia e necessidades térmicas que permitam prever com vários dias de antecedência, à semelhança das previsões do tempo, quando um determinado estado fenológico será atingido.



Assim, no presente estudo são apresentados os primeiros resultados de um desafio lançado para tentar conhecer um pouco mais sobre a adaptabilidade fenológica das plantas do mirtilo em diferentes regiões de Portugal Continental, dada a reconhecida importância de efetuar o acompanhamento fenológico do pomar.

Para iniciar este desafio, optou-se por estudar apenas uma cultivar - Duke, e efetuar o acompanhamento do seu desenvolvimento fenológico durante dois anos consecutivos - 2014 e 2015, em cinco locais de Portugal Continental: Vila Verde, Amarante, Viseu, Sever do Vouga e Odemira (Figura 1).



Figura 1. Locais do estudo.

A cultivar Duke foi a selecionada, dado que, por um lado existia a necessidade de otimizar os protocolos de observação no campo, o que seria bastante mais eficiente se nos concentrássemos em apenas um cultivar e, por outro, porque esta cultivar apresenta um ciclo de desenvolvimento mais curto.

Os locais de observação foram selecionados tendo em conta a distribuição geográfica dos produtores de mirtilos, bem como a disponibilidade de Produtores e Investigadores na colaboração do presente estudo. Para isso, contamos com a ajuda da NaturPassion fruits em Amarante, da Agroinvest em Vila Verde, da Agim em Sever do Vouga, da DRAP Centro em Viseu e do INIAV, em Odemira.

Foram ainda calculadas as necessidades térmicas para a quebra de dormência e para a ocorrência da fenofase de floração, vingamento e coloração do fruto.

Para dar início às observações de campo, foi necessário o desenvolvimento de um protocolo de observação fenológica. Para isso tentou-se conjugar com a escala BBCH, que é uma escala desenvolvida para codificar de forma numérica e uniforme os estados fenológicos das plantas mono e dicotiledóneas, com a escala de classificação dos estados fenológicos da Universidade de Michigan, EUA - Escala MSU, muito vulgarmente utilizada entre os produtores e que está disponível na internet (ver Revista Pequenos Frutos 9 para ver a escala de observação).

As observações no campo decorreram entre fevereiro e julho de forma bi-semanal (por exemplo, segunda-feira e quinta-feira, ou terça-feira e sexta-feira) em ramos do ano de 4 plantas distintas previamente selecionadas, numeradas e marcadas colocando uma placa ou uma fita. Estas plantas correspondem aos vértices de um quadrado, de maneira a que estivessem espaçadas entre si e que condigam com a generalidade da cultivar na exploração.

Para o registo das observações foi elaborado um formulário on-line, utilizando a aplicação formulários do Google, onde para cada uma das 4 plantas se registou o estado fenológico mais atrasado, o mais adiantado e o predominante (Figura 2).

De modo a determinar as necessidades térmicas para a ocorrência das diferentes etapas fenológicas da cultivar Duke foi utilizado o somatório de unidades de frio (UF) no caso do abroilhamento e os dias de grau de crescimento (GDD) no caso das fases de floração, vingamento do fruto, coloração do fruto e maturação do fruto.

O somatório de UF corresponde ao número total de horas com temperatura do ar inferior a 7,2°C acumulado desde 1 de outubro até à data de abroilhamento.

O somatório de GDD corresponde ao número de dias-grau de crescimento para se passar de um estado fenológico a outro. É calculado pela soma dos valores obtidos da subtração da temperatura

Figura 2. Formulário de Registo de Observação no Google Docs.

média diária do ar e uma temperatura base (correspondente à temperatura mínima acima da qual a está ativa, no caso do nosso estudo foi de 7,2°C). Nos dias em que a temperatura média diária do ar é inferior à temperatura base adicionamos zero à soma de GDD.

Os resultados preliminares do acompanhamento fenológico da cultivar Duke nos 5 locais de estudo em 2014 e 2015 podem ser observados na Figura 3 onde estão representados os números de dias até à ocorrência dos principais estados fenológicos ao longo do ciclo de desenvolvimento. Os dados representados na figura referem-se aos valores do estado fenológico predominante.

Observaram-se variações interessantes do desenvolvimento fenológico nos dois anos de estudo.

Em 2014, Vila Verde e Amaranthe foram os locais com fenologia mais adiantada contrariamente a Sever do Vouga e Odemira onde se verificou o desenvolvimento mais atrasado. Em Viseu, observou-se um desenvolvimento fenológico temporalmente mais próximo de Amaranthe e Vila Verde até à floração e mais precoce do observado

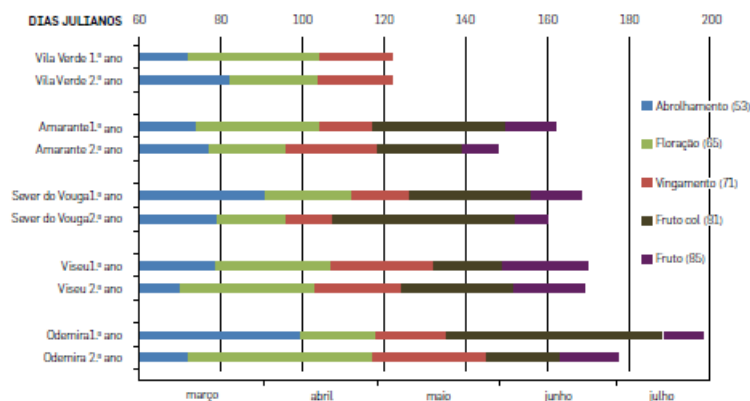


Figura 3. Número de dias até à ocorrência dos diferentes estados fenológicos da cultivar Duke nos 5 locais de estudo (Vila Verde, Amaranthe, Sever do Vouga, Viseu e Odemira) durante os anos de 2014 e 2015.

em Sever do Vouga. No entanto a maturação do fruto ocorreu um pouco mais tardiamente do que em Sever do Vouga.

Em 2015, observou-se um registo muito mais precoce da data de abrolhamento em Sever do Vouga, Viseu e Odemira comparativamente com Amarante e Vila Verde que registaram datas de abrolhamento próximas.

Particularmente em Odemira, esta precocidade foi inesperada dado que em 2014 a data de abrolhamento tinha ocorrido, por exemplo, cerca de 1 mês mais tarde do que em Vila Verde. Uma poda intensa efetuada após colheita poderá explicar a precocidade. Apesar da precocidade do início do ciclo em Odemira observou-se um período bastante longo, de cerca de 45 dias, até ao início da floração comparativamente com a média das datas de início de floração observada nos dois anos que foi de 26 dias após a data de abrolhamento.

Também é interessante observar que em Vila Verde e Amarante em 2015 a data de abrolhamento foi mais tardia do que em 2014, no entanto, este atraso só se reflectiu nas datas de floração para Vila Verde, tendo sido mais precoce em Amarante do que em 2014. De facto, em 2015 a floração da cultivar Duke ocorreu mais precocemente, o que estará relacionado com valores mais elevados de temperatura média do ar registada entre março e abril, comparativamente com 2014.

De salientar que em 2015, a data de início de maturação do fruto (correspondente a cerca de 10% da totalidade dos frutos já maduros) foi bastante mais precoce comparativamente com 2014.

Conjugando a informação dos dois anos em estudo (Tabela 1) foi possível verificar que, em geral, a data de abrolhamento foi bastante variável, ocorrendo entre março e início de abril. A data de floração variou entre o início e fim de abril e o crescimento do fruto desenrola-se pelos meses subsequentes culminando com a sua maturação a partir da primeira quinzena de junho e estendendo-se até meados de julho.

Relativamente às necessidades de frio pode-se verificar que, para Portugal Continental, a referência das 600 horas para a cultivar Duke é um valor conservativo, uma vez que em Amarante para o ano de 2014 o abrolhamento ocorreu após as plantas terem acumulado cer-



ca de 500 horas de frio a partir de 1 de outubro. Considerando o efeito da temperatura no desenvolvimento vegetativo anual obtivemos valores muito próximos de somatório de dias-grau de crescimento para ocorrer a floração (média de 145). No entanto, no caso do vingamento do fruto e coloração a amplitude no somatório de dias-grau de crescimento foi grande. Este facto está muito provavelmente relacionado com os valores de temperatura média do ar registados nas diferentes regiões durante estas fases de desenvolvimento. O modelo de dias-grau de crescimento considera apenas um valor de temperatura a partir da qual o desenvolvimento da planta se processa de modo linear, isto é, quanto mais elevada é a temperatura média do ar, mais dias-grau de crescimento a planta acumula. No entanto, existe um intervalo ótimo de temperatura do ar entre o qual o desenvolvimento fenológico se desenrola na máxima velocidade. Se a temperatura não for apropriada (mais baixa ou mais elevada) a evolução fenológica torna-se mais lenta. [P](#)

Fenologia e necessidades térmicas						
Data		Abrolhamento	Floração	Fruto		
				Vingamento	Coloração	Maturação
	+ precoce	11 de março	6 de abril	17 de abril	19 de maio	28 de maio
	+ tardia	10 de abril	28 de abril	25 de maio	7 de junho	17 de junho
UF (horas)*	Vila Verde	798	-	-	-	-
	Amarante	528	-	-	-	-
	Sever do Vouga	578	-	-	-	-
	Viseu	1400	-	-	-	-
	Odemira	636	-	-	-	-
600 (dias)**	Vila Verde	-	181	115	(*) informação)	(*) informação)
	Amarante	-	157	143	235	118
	Sever do Vouga	-	171	123	398	142
	Viseu	-	138	232	191	236
	Odemira	-	114	90	323	181

* contabilizado a partir de 1 de outubro