



**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO AGRONÓMICO
DE CULTIVARES DE MIRTILO (*VACCINIUM
CORYMBOSUM* L.) NO ALENTEJO**

Ricardo Nuno Azevedo de Jesus

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel de Almeida Machado

Évora, 2012



**AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO AGRONÓMICO
DE CULTIVARES DE MIRTILO (*VACCINIUM
CORYMBOSUM* L.) NO ALENTEJO**

Ricardo Nuno Azevedo de Jesus

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel de Almeida Machado

Évora, 2012

Resumo

As plantas de mirtilo crescem usualmente em climas mais frios que o mediterrâneo, pois necessitam de acumular um elevado número de horas de temperaturas abaixo de 7,2 °C (“chilling”) para que se dê a quebra de dormência. Contudo, o aparecimento de cultivares denominadas “Southern Highbush” com menores necessidades de acumulação de baixas temperaturas do que as tradicionais (“Northern Highbush”) levou a que na Califórnia a produção destes frutos esteja a ser implantada com sucesso. Em Portugal, temos já também uma área considerável de produção no litoral Alentejano e em Sever do Vouga. Tendo em consideração os preços dos frutos de mirtilo e a reconhecida influência do consumo destes na saúde, este trabalho teve como objectivo estudar o comportamento agronómico e produtivo de 6 cultivares de mirtilo (“Star”, “Misty”, “Southmoon”, “Ozarkblue”, “O’Neal” e “Nui”) (*Vaccinium corymbosum* L.) no Alentejo interior. Para o efeito realizou-se um ensaio em blocos casualizados com 4 repetições. No 2º ano, após a plantação, foram efectuadas diferentes medições ao longo do ciclo de cultura para analisar a evolução do pH do solo, o desenvolvimento das plantas e a qualidade dos frutos. O pH do solo, no 2º ano, apresentou valores compreendidos entre 4,61 e 5,16, ou seja, dentro do intervalo considerado adequado para o crescimento das plantas de mirtilo. Os resultados preliminares deste estudo mostraram-nos que as cultivares cresceram significativamente e que houve diferenciação floral. A floração nas cultivares Star, Misty e Southmoon foi a mais precoce, tendo início em meados de Janeiro, o que pode ser prejudicial devido à elevada probabilidade de ocorrência de geadas. No que diz respeito à qualidade dos frutos, o “°brix” variou entre 12,1 e 14,6 e o pH entre 2,72 e 3,37, estando dentro do intervalo aconselhado para os frutos de mirtilo.

Palavras chave: *Vaccinium corymbosum* L., mirtilo, cultivares, pH do solo, estádios fenológicos, “°brix”.

Abstract

“Blueberry (Vaccinium Spp.) cultivar evaluation in Alentejo”

The blueberry plants usually grow in climates colder than the Mediterranean, because they need specific chilling requirements. They need to accumulate a certain number of hours of temperatures below 7,2 degrees Celsius, in order to break dormancy.

However, a genetic new cultivars called "Southern Highbush" have reduce needed for accumulation of low temperatures than the traditional ("Northern Highbush"), led California to a successfully production of these fruits.

In Portugal, we also have a significant area of production in the Alentejo coast and Sever do Vouga. Having in consideration the blueberry prices and the beneficts on human health, the purpose of this study was to learn about the agronomic behavior and production of 6 varieties of blueberry (“Star”, “Misty”, “Southmoon”, “Ozarkblue”, “O’Neal” e “Nui”) (*Vaccinium corymbosum* L.) suited in a climate as Alentejo. To this end we carried out an experiment in randomized blocks with 4 replications. In the second year after planting, different measurements were made during the growing season to analyze the evolution of soil pH, plant growth and fruit quality. Soil pH ranged between 4,61 and 5,16, within the range considered adequate for the growth of blueberry plants. Preliminary results of this study showed us that the cultivars grown significantly and there were floral differentiation. Thus, the flowering in the cultivar Star, Misty and Southmoon were the earliest, beginning in mid-January, which may be harmful due to the high probability of frost. About the fruit quality, "°brix" varied between 12,1 and 14,6 and the pH between 2,72 and 3,37, is within the range desirable for the blueberry fruit.

Keywords: *Vaccinium corymbosum* L., blueberry, cultivars, soil pH, phenological stages, “°brix”.

*You ought to have seen how it looked in the rain,
The fruit mixed with water in layers of leaves,
Like two kinds of jewels, a vision for thieves.*

“Blueberries”, Robert Frost

Índice

Índice de figuras.....	III
Índice de tabelas.....	VI
Agradecimentos.....	VII
1.Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. Exigências Edafo-Climáticas da Planta.....	3
2.1.1. Solo.....	3
2.1.1.1. Instalação da cultura.....	3
2.1.1.2. Correção do pH do solo.....	4
2.1.1.3. Cobertura de solo.....	5
2.1.2. Clima.....	6
2.2. Fertilização.....	10
2.2.1. Macronutrientes principais.....	11
2.2.2. Macronutrientes secundários.....	13
2.2.3. Micronutrientes.....	13
2.3. Poda.....	14
2.3.1. Poda de formação e poda de manutenção.....	15
2.4. Polinização.....	18
2.5. Sistema radical.....	19
2.6. Rega.....	20
2.7. Produção.....	22
2.8. Características do fruto.....	23
2.8.1. Físicas.....	24
2.8.2. Químicas.....	25
3. Material e Métodos.....	27
3.1. Localização e caracterização climática.....	27
3.2. Instalação do ensaio.....	28
3.3. Delineamento experimental.....	29
3.4. Condução do ensaio no 2º ano.....	32

3.4.1. Correção do pH.....	32
3.4.2. Fertilização.....	32
3.4.3. Rega.....	32
3.4.4. Poda de formação.....	32
3.5. Parâmetros avaliados.....	33
3.5.1. Características químicas do solo.....	33
3.5.1.1. Reacção do solo.....	34
3.5.1.2. Nitrato (NO ₃ ⁻).....	34
3.5.1.3. Condutividade eléctrica.....	35
3.5.2. Estádios fenológicos e crescimento das plantas.....	35
3.5.3. Produção e qualidade dos frutos.....	35
4. Resultados e Discussão.....	37
4.1. Reacção do solo	37
4.2. Teor de nitrato do solo.....	38
4.3. Condutividade eléctrica.....	40
4.4. Estádios fenológicos.....	41
4.5. Altura das plantas.....	48
4.6. Produção.....	49
4.7. Características dos frutos.....	52
4.7.1. Físicas.....	52
4.7.2. Químicas.....	54
5. Conclusões.....	56
6. Referências Bibliográficas.....	59

Índice de figuras

Figura 1: Ventilador de protecção contra geadas (Mirtisul).....	8
Figura 2: Relação entre o pH do solo e a concentração de ferro na solução do solo (Fonte: Horneck <i>et al.</i> , 2004).....	14
Figura 3: Esquema dos gomos florais e foliares (a) (Lockwood, 1999); Gomos florais localizados na zona terminal dos ramos secundários, na “Ozarkblue” a 11.01.2011 (b).....	15
Figura 4 – Esquema da poda de formação: remoção da parte terminal dos ramos principais (1), remoção dos ramos de crescimento reduzido e ramos inferiores (2) (Fonte: Lockwood, 1999).....	16
Figura 5: Ramo primário (1) e ramos secundários (2) - “O’Neal” (09.08.2011).....	18
Figura 6: Flor de mirtilo visitada por insecto (Polinização entomófila: fotografia tirada a uma planta do ensaio, em Março de 2011).....	19
Figura 7: Densidade radical (cm.cm^{-3}) em profundidade de plantas de mirtilo do tipo “Highbush”. Cultivares Duke, Bluecrop e Elliot (Fonte: Bryla, 2011).....	20
Figura 8: Esquema do coeficiente cultural generalizado, ao longo de 4 estádios de desenvolvimento da cultura adulta do mirtilo (Fonte: FAO, 1998 e Bryla, 2011).....	21
Figura 9: Produção de plantas de mirtilo com 3 métodos de rega. Cultivar Elliott e Duke (Fonte: Bryla, 2011).....	22
Figura 10: Mirtilo com remoção da camada cerosa – pruína.....	25
Figura 11: Corte transversal do fruto de mirtilo (1-Sementes; 2-Polpa; 3-Epiderme; 4-Cicatriz).....	25

Figura 12: Gráfico termopluviométrico – dados da precipitação total mensal e da temperatura média mensal do período de 2010 a 2011.....	27
Figura 13: Imagem geral do ensaio de cultivares (19.07.2011).....	29
Figura 14: Aspecto das plantas da cultivar (a) Misty (09.09.2011), (b) Southmoon, (c) Ozarkblue e (d) O’Neal (28.09.2011).....	31
Figura 15: Colheita de amostras de solo com sonda manual.....	33
Figura 16: Medição do pH do solo.....	34
Figura 17: Variação do pH do solo, de 0 a 10 cm de profundidade, no centro do camalhão, a 20 cm da planta (Local 1); e na lateral do camalhão, a 20 cm do centro do camalhão, perpendicularmente ao local 1 (Local 2). As barras verticais representam o erro padrão da média.....	37
Figura 18: Aspecto das folhas da cultivar Nui com clorose intervenal; sintoma da deficiência de ferro.....	38
Figura 19: Teor de nitrato (NO_3^-) no solo, em cada cultivar, no local 1. As barras verticais representam o erro padrão da média.....	39
Figura 20: Teor de nitrato (NO_3^-) no solo, em cada cultivar, no local 2. As barras verticais representam o erro padrão da média.....	39
Figura 21: Condutividade eléctrica (dS.m^{-1}) do solo, em cada cultivar, no local 1. As barras verticais representam o erro padrão da média.....	40
Figura 22: Condutividade eléctrica (dS.m^{-1}) do solo, em cada cultivar, no local 2. As barras verticais representam o erro padrão da média.....	41
Figura 23: Estádios fenológicos.....	45
Figura 24: Aspecto das plantas antes da transplantação.....	48
Figura 25: Altura das plantas das diferentes cultivares (cm).....	49

Figura 26: Produção acumulada (g.planta^{-1}) de cada cultivar ao longo do período de colheita. O período de colheita dos frutos teve início na 1ª quinzena de Maio para as cultivares Misty e Star, e para as cultivares Southmoon, Ozarkblue, O’Neal e Nui, a colheita iniciou-se na 2ª quinzena de Maio.....	49
Figura 27: Aspecto dos frutos da cultivar Star (a) e Nui (b), na 1.ª data de colheita (11.05.2011).....	50
Figura 28: Relação entre o peso médio dos frutos e o diâmetro transversal.....	53

Índice de tabelas

Tabela 1: Quantidade de enxofre elementar a aplicar para baixar o pH.....	5
Tabela 2: Horas de frio necessárias, para cultivares do grupo “Southern Highbush”.....	8
Tabela 3: Conversão de temperaturas em Unidades de Frio (UF).....	9
Tabela 4: Características físicas e químicas do mirtilo.....	24
Tabela 5: Características físicas e químicas do solo do ensaio de cultivares antes da implantação da cultura, na profundidade de 0 a 40 cm.....	28
Tabela 6: Principais características das cultivares estudadas.....	30
Tabela 7: Período de floração das cultivares de mirtilo. Início da floração: 5% das flores abertas; Final da floração: 90% das flores abertas.....	42
Tabela 8: Período de desenvolvimento e maturação dos frutos.....	43
Tabela 9: Esquema do período de floração até à colheita dos frutos.....	44
Tabela 10: Produção de frutos nas respectivas datas de colheita.....	51
Tabela 11: Características físicas dos frutos nas respectivas datas de colheita....	53
Tabela 12: Características químicas dos frutos nas respectivas datas de colheita.	54

Agradecimentos

Ao meu avô, Joaquim de Jesus, que de forma inconsciente me incutiu o gosto pelas plantas.

À minha família, pelo seu apoio incondicional ao longo de toda a minha formação acadêmica.

Ao Professor Doutor Rui Manuel de Almeida Machado pela dedicação, acompanhamento e paciência demonstrada na orientação deste trabalho, mas também pelos conhecimentos transmitidos.

À sra. Luiseta Palma e sra. Maria das Dores, por todo o apoio e auxílio na realização de todas as análises laboratoriais.

Ao Jorge, César e Rosa, amigos do peito, por terem estado sempre presentes e de forma incontestável em mais uma etapa da minha vida.

À Clarice, por me ter feito acreditar que era possível, mesmo nos momentos de maior desespero.

E por último, ao gato “Ted” por ter contribuído para a minha sanidade mental.

INTRODUÇÃO

Na última década o consumo de pequenos frutos em Portugal, nos quais se inclui o mirtilo (*Vaccinium Corymbosum* L.), tem vindo a aumentar (Sousa *et al.*, 2007). Este fruto, de cor azul-ceroso e proveniente de um arbusto cujo tamanho pode variar entre 0,60 e os 2 metros, é considerado o fruto da juventude, muito devido ao seu elevado teor em antioxidantes (Antunes *et al.*, 2008; Bremer *et al.*, 2008; Moreno *et al.*, 2010; Pinto, 2007; Prior *et al.*, 1998; Serrado *et al.*, 2008; Vega-Galvez *et al.*, 2009). Estudos realizados pela Universidade de Boston mostraram que o mirtilo é capaz de reparar os danos causados pelo envelhecimento no cérebro. Dadas as suas propriedades, o mirtilo faz parte até da dieta dos astronautas da “National Aeronautics and Space Administration” (NASA) (www.feiradomirtilo.pt).

A cultura do mirtilo era feita, usualmente, em climas mais frios que o mediterrâneo. Contudo, devido ao aparecimento de cultivares obtidas por hibridação, com diferentes necessidades de acumulação de horas de frio, a cultura tem vindo a expandir-se para áreas climáticas mais quentes, tais como o Brasil, a Califórnia, Chile, Argentina, Marrocos, Espanha e Portugal (Serrado *et al.*, 2008; Sousa *et al.*, 2007; Ballington, 2009; Moreno *et al.*, 2010).

As plantas de mirtilo necessitam de acumular um determinado número de horas de temperaturas entre 0° e os 7,2 °C (“chilling”), para que ocorra a quebra de dormência e as plantas retomem a actividade vegetativa. De acordo com as necessidades de acumulação de horas de frio, as cultivares de mirtilo classificam-se em “Southern Highbush Blueberry” (SHB) e “Northern Highbush Blueberry” (NHB). As do grupo SHB têm revelado maior adaptação a sul do Tejo, por terem menor necessidade de acumulação de horas de frio (entre 150 e as 800 horas), enquanto as do grupo NHB são mais exigentes no que diz respeito à acumulação do número de horas de frio (acima das 800 horas) (Krewer *et al.*, 2006). No nosso país, a produção de mirtilos verifica-se sobretudo na região norte, mais concretamente em Sever do Vouga (Mirtilusa) e a sul, no concelho de Grândola (Mirtisul). No ano de 2007, a empresa Mirtilusa obteve uma produção de cerca de 60 toneladas em 20 hectares (Serrado *et al.*, 2008), e a empresa Mirtisul obteve, em igual período, uma produção de 140 toneladas em 14 hectares. No entanto, em

2010, a Mirtisul conseguiu aumentar a produção, em cerca de 30 toneladas, após a passagem para o regime biológico (informação obtida *in loco*, 2010). Grande parte da produção (90% a 95%) destas empresas é exportada, sobretudo para a Europa (Serrado *et al.*, 2008). Para além das empresas referidas, outros agricultores também têm demonstrado interesse pela cultura e segundo dados do Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas (IFAP), o número de projectos apresentados tem vindo a aumentar. Devido ao aumento do interesse dos agricultores na produção de pequenos frutos, nomeadamente de mirtilos, nos últimos anos têm sido organizados congressos, colóquios (ex.: “Colóquio nacional de produção de pequenos frutos em 2000 a 2012”) e diversas reuniões que têm servido para transmitir informação e conhecimentos aos agricultores sobre a cultura.

Tendo em consideração o interesse crescente pela cultura do mirtilo e a quase inexistência de informação obtida entre nós e em especial no Alentejo sobre o comportamento de diferentes cultivares, este trabalho tem como objectivo estudar o comportamento agronómico de 6 cultivares de mirtilo implantadas em Évora.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Exigências Edafo-Climáticas

2.1.1. Solo

As características químicas e físicas do solo assumem extrema importância na produção de mirtilos (Trehane, 2004). No que diz respeito às características químicas, é de referir que as plantas de mirtilo requerem um pH do solo ácido, entre 4,0 e 5,0 (Trehane, 2004; Krewer *et al.*, 2001; Prodorutti *et al.*, 2007). Ensaio realizados por Eck *et al.* (1990) revelaram que o pH óptimo se situa entre 4,5 e 4,8. É dentro deste intervalo que é encontrado o equilíbrio iónico que as plantas necessitam (Trehane, 2004).

No que concerne às características físicas do solo é necessário referir, antes de mais, que as plantas de mirtilo têm um sistema radical superficial, constituído essencialmente por raízes finas (Costello, 2011; Larco, 2010; Haviland *et al.*, 2010; Valenzuela-Estrada, 2008). O solo deve por isso proporcionar boa drenagem e arejamento (Fonseca *et al.*, 2007; Serrado *et al.*, 2008; Trehane, 2004), pois as plantas de mirtilo são muito susceptíveis à asfixia radical (Moreno, 2010). O solo deverá ser composto por cerca de 20% a 30% de partículas argilosas, por proporcionarem uma melhor retenção de água sobretudo no Verão e favorecerem a capacidade de troca catiónica (Trehane, 2004).

2.1.1.1. Instalação da cultura

A instalação da cultura é uma operação extremamente importante, pois a cultura vai ocupar o mesmo espaço durante 25 a 30 anos. Na instalação deve dar-se particular importância ao pH do solo, ao seu teor em matéria orgânica e à cobertura do solo.

A plantação deve fazer-se preferencialmente no período de repouso vegetativo, que coincide normalmente com a queda das folhas, no entanto, em climas temperados como o Alentejo, a queda das folhas nem sempre é total.

O crescimento e a produção de mirtilos são considerados directamente proporcionais ao teor de matéria orgânica do solo (Santos e Raseira, 2002), pelo que a sua incorporação na altura da instalação deve ser considerada.

Tendo em consideração que as plantas de mirtilo são muito susceptíveis à asfixia radical, a cultura deve ser implantada em camalhões (Trehane, 2004). A distância entre camalhões deve permitir a entrada das máquinas e por esta razão é comum adoptar-se a distância de 3 metros. Entre plantas, o distanciamento é mais variável, pois depende da cultivar, do seu porte e tipo de crescimento. De um modo geral, a distância entre plantas varia entre 75 e 150 cm.

Após a plantação, as plantas devem ser aconchegadas ao solo e regadas (Trehane, 2004). No primeiro ano, para promover o crescimento vegetativo, aconselha-se a remoção dos botões florais (Gaskell, 2005; Garcia, 2009; Krewer e NeSmith, 2001).

2.1.1.2. Correção do pH do solo

Quando se verifica a necessidade de corrigir o pH do solo para valores que possibilitem o crescimento adequado das plantas de mirtilo, recorre-se normalmente à aplicação de enxofre elementar. A sua aplicação deve fazer-se cerca de 6 a 8 semanas antes da instalação da cultura (Serrado *et al.*, 2008), uma vez que parte das transformações que irão ocorrer no solo dependem da acção das sulfobactérias (acção biológica), a qual depende da temperatura e humidade (www.Spectrumanalytic.com; Ballington, 2009; Gaskell, 2005). O enxofre incorporado no solo combina-se com o oxigénio e com a água e é convertido em ácido sulfúrico como último produto da reacção, como demonstra a seguinte equação:



Assim, o enxofre acaba por ter, mais ou menos a longo prazo (dependendo das condições de vida das sulfobactérias), uma acção semelhante à do ácido sulfúrico (Santos, 2002).

A quantidade de enxofre a aplicar varia com o pH inicial do solo e com a capacidade de troca catiónica (Hart *et al.*, 2006) (Tabela 1). A aplicação de

enxofre é o procedimento mais frequente na correcção do pH, essencialmente por razões económicas, no entanto de forma mais lenta que outros correctivos (Santos, 2002). A aplicação de enxofre elementar para a redução do pH tem de ser cautelosa, isto porque a acidificação excessiva e abrupta a pH inferior a 3,5, pode libertar iões tóxicos para as plantas (Trehane, 2004). Assim, a aplicação repartida ao longo do tempo é preferível à aplicação de uma só vez. Deve-se, por esta razão, complementar a correcção do pH do solo com análises frequentes do pH (Hart *et al.*, 2006).

Tabela 1 – Quantidade de enxofre elementar a aplicar para baixar o pH

pH do solo	pH a atingir	Enxofre elementar a aplicar para acidificar o solo (Kg/ha)						
		Capacidade de troca catiónica (CTC – meq/100g)						
		1	5	10	15	20	25	35
5,0	4,5	99	196	396	595	746	897	1257
5,5	4,5	196	392	785	1160	1487	1795	2507
6,0	4,5	297	595	1162	1728	2160	2592	3622
6,5	4,5	370	740	1500	2267	2833	3400	4771

Fonte: (www.spectrumanalytic.com; Jimenez, 2009)

Para reduzir o pH do solo podem ainda ser utilizados o sulfato de amónio, o sulfato de alumínio, o sulfato de ferro ou o ácido sulfúrico, os quais cedem H⁺ para a solução do solo mais rapidamente que o enxofre elementar. Todavia, não são eficazmente acidificantes a longo prazo (www.spectrumanalytic.com).

2.1.1.3. Cobertura de solo

As plantas de mirtilo possuem raízes finas e superficiais, razão pela qual estas se tornam vulneráveis às flutuações de humidade e de temperatura do solo (Costello, 2011). A cobertura do solo (“mulching”) reduz eficazmente a temperatura do solo e a evaporação da água, promovendo assim o crescimento das plantas bem como a produção de frutos (Clark e Moore, 1991; Demchak, 2008; www.uaex.edu).

As plantas sob cobertura de solo podem crescer mais 70% que as plantas sem cobertura e ter incrementos de 1 kg/planta na produção de frutos (Clark e Moore, 1991).

A temperatura média do solo a 5 cm de profundidade, sob cobertura de solo, num dia de Primavera, pode ser 4,7°C inferior à da superfície do solo (Granatstein e Mullinix, 2008). Num dia de Verão podem verificar-se decréscimos de 8,9°C da temperatura média do solo (Krewer *et al.*, 1997). A cobertura do solo previne ainda a compactação do solo e consequentemente danos nas raízes e controla a erosão (Ballington, 2009).

Os materiais utilizados para a cobertura do solo podem ser orgânicos e inorgânicos. O material orgânico mais utilizado é a casca de pinheiro, não só por trazer os benefícios da cobertura, mas igualmente por contribuir para a acidez do solo, permitindo assim uma melhor assimilação de nutrientes por parte das plantas (Krewer *et al.*, 1997). Este tipo de cobertura é muito utilizado nos Estados Unidos, sobretudo no Estado de Oregon, Georgia e Washington, devido à sua abundância.

Noutros países, em que os materiais orgânicos para cobertura são escassos utiliza-se o polietileno. A utilização de polietileno dupla face (branco na superfície e preto no interior) na linha de cultura proporciona maior retenção de humidade no solo e controlo da sua temperatura, devido a uma maior reflectividade da luz solar (Larco, 2010). A utilização de polietileno apenas preto pode ser desaconselhável devido ao incremento exagerado da temperatura (Larco, 2010), mas tem a vantagem de evitar a aplicação de herbicida, pois reduz a passagem de radiação fotossinteticamente activa (RFA), impedindo assim o crescimento de infestantes (Clark e Moore, 1991). Actualmente é cada vez mais frequente a utilização da cobertura de solo denominada anti-infestantes, permeável ao ar e que permite alguma passagem de ar e água.

2.1.2. Clima

Os factores climáticos interagem com a planta de mirtilo de formas diversas, consoante o estado fenológico em que se encontra a planta. O mirtilo ao longo do ciclo apresenta dois períodos distintos: o período de repouso vegetativo e o

período de crescimento vegetativo. No primeiro, a planta tem uma forte necessidade de acumulação de horas de frio abaixo dos 7,2°C para que ocorra a quebra de dormência e se inicie o estágio vegetativo (Krewer *et al.*, 2006). A dormência é entendida como o período durante o qual todo o crescimento da planta cessa (Fonseca *et al.*, 2007). Distinguem-se 2 tipos de dormência, designados por quiescência e o repouso. O primeiro resulta de factores externos á própria planta, onde se destacam o fotoperíodo, as temperaturas demasiado elevadas ou reduzidas e a intensidade luminosa. Porém, a deficiência hídrica pode igualmente induzir a planta a entrar no estado de quiescência. Esta fase é portanto considerada efémera, uma vez que as condições desfavoráveis se podem tornar favoráveis repentinamente (Fonseca *et al.*, 2007). O segundo estado de dormência, o repouso, está associado a factores fisiológicos e endógenos da planta, pelo que esta só retomará o seu estado de crescimento quando todas as condições internas forem cumpridas, mesmo que as condições externas sejam favoráveis (Fonseca *et al.*, 2007).

No que diz respeito às necessidades de acumulação de horas de frio, temos dois tipos de grupos, “Southern Highbush” (SHB) e “Northern Highbush” (NHB). As cultivares do primeiro grupo requerem menos horas de frio abaixo dos 7,2°C para que se quebre a dormência (Sharp e Darrow, 1959), existindo variedades cujo número de horas de frio acumulado abaixo dos 7,2°C, não vai para além das 200 horas (Tabela 2). As cultivares designadas por “Northern Highbush” têm maior necessidade de acumulação de horas de frio abaixo dos 7,2°C e precisam por norma de acumular pelo menos 1000 horas, como é o caso da cultivar “Nui” (Krewer *et al.*, 2006).

No período vegetativo, onde se destaca o crescimento e desenvolvimento da planta e posterior produção de frutos, factores como a temperatura e a exposição solar têm particular ênfase.

Na altura da floração, na fase da queda das pétalas, o pequeno fruto é bastante vulnerável à ocorrência de geadas, pelo que as temperaturas abaixo de 1°C podem provocar a perda dos frutos (www.blueberries.msu.edu/). Nas produções de mirtilos em Marrocos e Sul de Espanha, para evitar os efeitos nefastos das geadas e aumentar a precocidade da produção, a cultura é feita sob túneis elevados (Anónimo, 2007). Em Portugal, para impedir a inversão térmica e o efeito nefasto das geadas, instalaram-se ventiladores (Fig. 1) (Abreu, 1985).

**Tabela 2 - Horas de frio necessárias para cultivares do grupo
“Southern Highbush” e “Northern Highbush”**

Cultivar	Nº horas abaixo de 7,2°C
Jubilee	400
Misty	150
O’Neal	400-500
Sharpblue	200-300
Jewell	100-150
Reveille	600-800
Georgiagem	350
Flordablue	300
Summit	800
Ozarkblue	800-1000
Legacy	500-600
Southmoon	400
Star	400-500
Sapphire	100-150
Bladen	600
Bluecrisp	400
Gulf Coast	300

Fonte: (Eck, 1988)



Fig. 1 – Ventilador de protecção contra geadas (Mirtisul).

Por outro lado, as temperaturas demasiado elevadas podem acarretar a uma perda significativa das folhas, sobretudo nas cultivares com maior vigor vegetativo (Trehane, 2004). Temperaturas demasiado elevadas impedem a absorção da água pelas raízes, para compensar as perdas por transpiração, levada a cabo pelas folhas (Trehane, 2004).

Para a conversão da temperatura ao longo do dia, em Unidades de Frio (UF) pode-se recorrer a tabelas (Tabela 3) ou à fórmula de Crossa-Raynaud (Abenza e Cortés, 1989) ou de Mota (Barioglio, 2006). A análise da tabela 3 permite-nos verificar que as temperaturas mais elevadas no Inverno têm uma contribuição negativa para o somatório de horas de frio. Portanto, será o mesmo que dizer que as temperaturas mais elevadas nesta época anulam as temperaturas desejadas abaixo de 7,2° Celsius.

Tabela 3 - Conversão de temperaturas em Unidades de Frio (UF)

Temperatura (°C)	UF modificadas NHB e SHB
< 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 - 18	- 0,5
> 18	-1,0

NHB: grupo “Northern highbush blueberry”;

SHB: grupo “Southern highbush blueberry”.

Fonte: (Mainland *et al.*, 1977)

As horas de frio abaixo dos 7,2°C podem ainda ser estimadas pela fórmula de Crossa-Raynaud:

$$Y = [(7,2^\circ - t) / (T - t)] * 24 \quad (2)$$

Onde:

Y: nº de horas de frio diárias

t: temperatura mínima diária (°C)

T: temperatura máxima diária (°C)

Pode ainda utilizar-se a fórmula de Mota para estimar as horas de frio:

$$Y = 485,1 - 28,52x \quad (3)$$

Onde:

x: nº médio mensal de horas de frio abaixo de 7,2°C

Y: nº de horas de frio para um período de 4 meses

A determinação aproximada do número de horas de frio é útil na medida em que, se verificarmos que o número de horas de frio é suficiente, se pode recorrer à aplicação de hormonas para induzir mais fácil e rapidamente a floração (Coletti, 2009). Para otimizar o efeito dos produtos indutores da floração, deve ter-se em consideração a sua concentração, o estágio fenológico da planta, e os factores ambientais (Petri e Herter, 2004). Actualmente a cianamida hidrogenada (H_2CN_2) é o produto utilizado com maior sucesso na superação artificial da dormência (Coletti, 2009). A época para obter melhores resultados deve ser quando a planta tenha acumulado entre 50% e 70% de frio invernal requerido para cada cultivar. As aplicações na fase após a dormência podem atrasar a floração e, inclusive, causar fitotoxicidade (Gil *et al.*, 2008, citado por Coletti, 2009).

A acumulação do número de horas de frio abaixo dos 7,2 °C pode não corresponder exactamente ao que é indicado para cada cultivar. A quebra de dormência é possível com temperaturas de 10 °C. Factores como a latitude, longitude ou altitude e até parâmetros intrínsecos às plantas, parecem ter influência nas necessidades de frio (Ballington, 2009).

2.2. Fertilização

Para fornecer a quantidade adequada de nutrientes às plantas, o programa de fertilização deve ser realizado com base em análises químicas do solo e análises foliares ao longo do ciclo da cultura. Quando as plantas são regadas por gota-a-

gota, aconselha-se que a colheita de amostras de solo seja efectuada em dois locais, na zona central do camalhão junto aos gotejadores e outra na zona lateral do camalhão. As análises devem ser complementadas com a observação regular do crescimento e desenvolvimento das plantas, produção e qualidade dos frutos (Hart *et al.*, 2006). Quando a concentração de nutrientes no solo é inadequada, o desenvolvimento das plantas e a sua produtividade são afectados. As plantas podem apresentar sintomas de deficiência de nutrientes, os quais podem ser observados visualmente, através da descoloração ou coloração anormal das folhas (Hart *et al.*, 2006).

As plantas de mirtilo, como já foi referido, possuem raízes finas e não têm pêlos radicais, mas estabelecem relações de simbiose com micorrizas (Valenzuela-Estrada *et al.*, 2008). Esta associação permite um incremento da área de absorção de nutrientes, pelo que a aplicação de adubos deve ser efectuada no volume de solo onde se localizam as raízes (Hart *et al.*, 2006; www.Spectrumanalytic.com; Krewer *et al.*, 2001).

2.2.1. Macronutrientes principais

As plantas de mirtilo absorvem ambas as formas de azoto, no entanto têm uma actividade limitada no que diz respeito à absorção de nitrato, pois a enzima (nitrato redutase) que converte o nitrato em amónio, existe nas plantas em reduzida quantidade (www.spectrumanalytic.com). Assim, as plantas não utilizam eficientemente o NO_3^- , dependendo essencialmente de azoto na forma amoniacal (NH_4^+) (Eck, 1988; Hanson *et al.*, 1996; Hart *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2001; Jimenez *et al.*, 2005). A absorção de azoto na forma nítrica em doses elevadas pode prejudicar o crescimento das plantas (Hart *et al.*, 2006). Assim, os adubos azotados a usar para fornecer o N necessário à cultura, não devem conter nitratos (ex.: sulfato de amónio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ e a ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$). O sulfato de amónio é indicado quando o pH se encontra acima de 5,0, uma vez que tem capacidade para acidificar o solo (Krewer e NeSmith, 2001). Contudo, o pH do solo, ao longo do ciclo da cultura, não foi afectado pela aplicação de sulfato de amónio (Bryla e Machado, 2011). A ureia deverá ser utilizada quando o pH do solo se encontra em

níveis adequados (entre 4,0 e 5,0) para o crescimento das plantas (Hart *et al.*, 2006).

De um modo geral, a plantas com 1, 2 e 3 anos de idade aplicam-se valores de N na ordem das 17, 20 e 23 g/planta/ano, respectivamente (Hart *et al.*, 2006).

A aplicação de azoto deve ser repartida (3 aplicações durante o período de crescimento), para aumentar a eficiência do N aplicado (Hart *et al.*, 2006; Larco, 2010; www.spectrumanalytic.com), evitar danos nas raízes (Hart *et al.*, 2006; Larco, 2010) e fornecer a quantidade de nutrientes às plantas no período em que as mesmas têm maior necessidade.

As plantas de mirtilo têm maior consumo de N desde o início da floração até à colheita, muito embora o consumo deste nutriente se faça ao longo de toda a época de crescimento (Bañados, 2006; Throop *et al.*, 1997; Larco, 2010). Por esta razão, a distribuição de adubo deve contemplar este período. Estes autores consideram por isso que a 1.^a aplicação de N deve realizar-se logo no início da floração. Neste estágio, as plantas absorvem o N eficientemente (Hart *et al.*, 2006; www.spectrumanalytic.com).

A aplicação do azoto através da fertirrega tem vindo a aumentar. Ensaio realizados por Bryla e Machado (2011) demonstraram que a aplicação semanal de N através de fertirrega melhorou o crescimento das plantas.

A aplicação tardia de azoto pode trazer consequências indesejáveis e danos irreversíveis, na medida em que causará um estímulo tardio no crescimento das plantas (www.spectrumanalytic.com).

No que diz respeito ao potássio, a sua aplicação ao solo é mais eficiente quando realizada em adubação de fundo (Hart *et al.*, 2006). Para um intervalo de 4 a 5 anos, os valores médios a aplicar de K, devem estar entre os 25 e os 95 kg/ha, devendo ser ajustados de acordo com a concentração de K do solo, quantificada através das análises de solo. Devem-se utilizar adubos como sulfato de potássio (K_2SO_4), o sulfato de potássio e magnésio [$K_2SO_4(2MgSO_4)$] e o carbonato de potássio (K_2CO_3), pois as plantas de mirtilo não toleram o cloreto e não utilizam de forma eficiente azoto nítrico (Hart *et al.*, 2006).

No que concerne à adubação com fósforo, deve ter-se em consideração o teor de fósforo pré-existente no solo (Hart *et al.*, 2006; Krewer *et al.*, 2001). Contudo, os valores médios a aplicar deste nutriente variam entre os 2 e os 9kg/ha. Os adubos

a utilizar podem ser: o superfosfato triplo $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}]$ ou o fosfato de amônio $(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$ (Hart *et al.*, 2006).

2.2.2. Macronutrientes Secundários

Os macronutrientes secundários (cálcio, magnésio e enxofre) existem normalmente no solo em quantidades suficientes para as plantas. Tanto o cálcio como o magnésio apresentam comportamentos semelhantes no que diz respeito à sua adsorção no complexo de troca, existindo frequentemente no solo (INIAP, 2005).

Em solos ácidos, como os em que os mirtilos são cultivados, apesar do cálcio e o magnésio se apresentarem em quantidades totais significativas, podem originar-se situações de carência (INIAP, 2005) devido ao pH. Todavia, a planta de mirtilo parece ter-se adaptado ao longo do tempo às reduzidas concentrações destes nutrientes. Apesar disto é normal a aplicação de Ca (www.spectrumanalytic.com). No caso de magnésio, as quantidades a aplicar deste nutriente podem variar entre os 30 e os 50 kg/ha (www.spectrumanalytic.com). Estes nutrientes devem estar em equilíbrio, pois existe antagonismo iónico entre eles (Krewer *et al.*, 2006).

O enxofre absorvido pelas plantas sob forma de ião sulfato (SO_4^{2-}) não é normalmente aplicado na forma de adubo, pois o enxofre elementar, comumente utilizado para reduzir o pH do solo, pode fornecê-lo. A sua aplicação para além de diminuir o pH, fornece o SO_4^{2-} de que as plantas podem necessitar (Hart *et al.*, 2006). O enxofre elementar tem contudo, de ser previamente convertido em ião sulfato, pelas bactérias do solo (sulfobactérias oxidantes).

Quando se faz a aplicação de enxofre oxidado (SO_4^{2-}) ao solo, é normal a aplicação de 1 a 9 kg/ha de S (www.spectrumanalytic.com).

2.2.3. Micronutrientes

Os micronutrientes são essenciais às plantas, no entanto são absorvidos em quantidades reduzidas (Krewer *et al.*, 2006; Hart *et al.*, 2006), podendo causar problemas de fitotoxicidade quando absorvidos em excesso. Os casos que exigem a aplicação de algum micronutriente como o ferro, boro, cobre, zinco ou

manganês, estão na maioria das vezes relacionados com os desequilíbrios entre nutrientes, devido ao pH do solo. Na cultura do mirtilo, os sintomas de deficiência em ferro são frequentes e por norma o primeiro indicador de um pH inadequado à cultura, ou seja elevado (Hanson *et al.*, 1996) (Fig. 2).

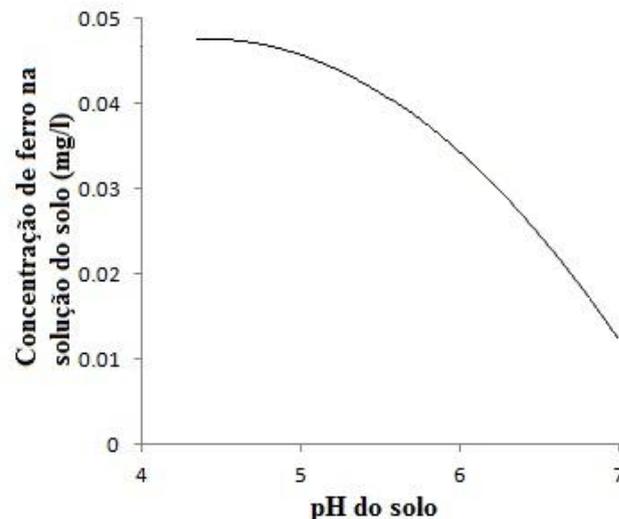


Fig. 2 – Relação entre o pH do solo e a concentração de ferro na solução do solo (Fonte: Horneck *et al.*, 2004).

A correcção das deficiências de micronutrientes deve ser realizada através da fertilização foliar. A resposta das plantas à aplicação dos micronutrientes através deste método é rápida (Hart *et al.*, 2006).

No caso do boro é aconselhável a sua aplicação ao solo (www.spectrumanalytic.com). Em média, recomenda-se uma aplicação de 0,2 kg/ha em fertilização foliar e 0,75 kg/ha se aplicado ao solo (www.spectrumanalytic.com); na fertilização com cobre e manganês aplicam-se respectivamente 0,2 e 1,5 kg/ha (www.spectrumanalytic.com).

2.3. Poda

A poda das plantas de mirtilo tem como objectivo, estabelecer o equilíbrio entre a parte aérea (canópia) e a radical, de modo a promover uma boa produção de frutos. Assim, a poda deve promover a distribuição uniforme da carga de frutos pelos ramos, o desenvolvimento de novos ramos com maior potencial produtivo e conseqüentemente novos gomos foliares e florais (Brazelton, 2010). Deve ainda

promover o arejamento e exposição solar da canóvia da planta, reduzindo as condições favoráveis á proliferação e desenvolvimento de pragas e doenças.

2.3.1. Poda de formação e poda de manutenção

A poda de formação aplica-se nos primeiros 2 a 3 anos de idade (preferencialmente 3 anos). Durante este período, deverão ser retirados todos ou a grande maioria dos gomos florais (Fig. 3) (Brazelton, 2010; Trehane, 2004; Lockwood, 1999). Estes gomos por norma estão localizados na zona terminal dos ramos, imediatamente seguidos dos gomos foliares mais finos e alongados (Fig. 3), semelhantes a pequenas escamas.

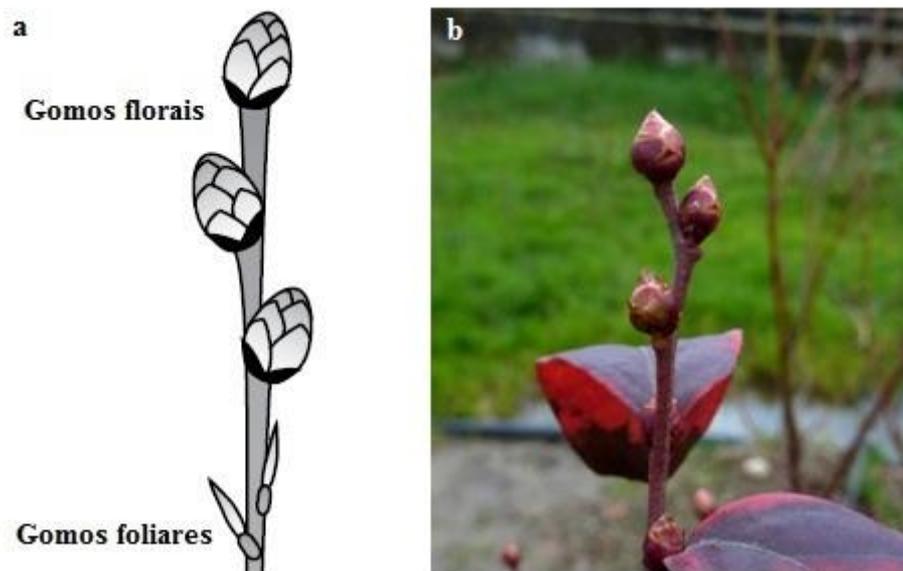


Fig. 3 – Esquema dos gomos florais e foliares (a) (Fonte: Lockwood, 1999); Gomos florais localizados na zona terminal dos ramos secundários, na “Ozarkblue” a 11.01.2011 (b).

A operação de remoção dos gomos florais faz com que toda a energia produzida pela planta seja canalizada para o crescimento das raízes (Heidenreich, 2007; Trehane, 2004). Assim a planta ao fim de três anos pode atingir o máximo de crescimento e vigor possível, dando entrada no ciclo produtivo.

Ao longo dos primeiros três anos, a poda não terá então consequências sob a produção de gomos florais, pelo que não se verifica nenhum inconveniente na remoção dos mesmos, através da poda (Brazelton, 2010).

A poda de formação visa ainda seleccionar os ramos principais da planta, como tal, torna-se necessário remover os ramos pouco desenvolvidos a partir do solo, dando particular importância a cerca de 3 a 4 ramos que irão constituir toda a estrutura base da planta (Bournout, 2010¹) (Fig. 4).

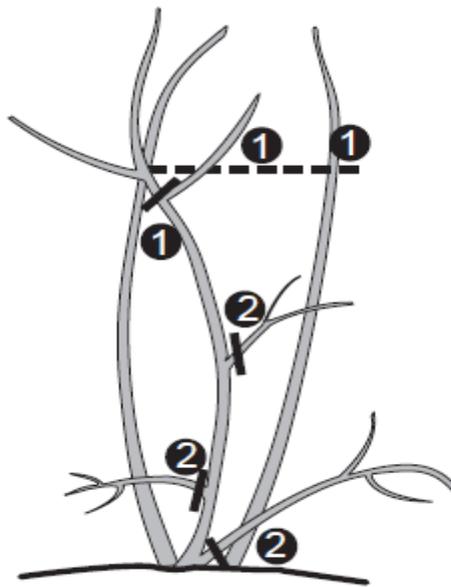


Fig. 4 – Esquema da poda de formação: remoção da parte terminal dos ramos principais (1), remoção dos ramos de crescimento reduzido e ramos inferiores (2) (Fonte: Lockwood, 1999).

A partir do terceiro ano realiza-se a poda de manutenção, resumindo-se esta à condução das plantas e manutenção das suas características produtivas. Pode no entanto, tratar-se de uma poda mais severa que a poda de formação, visto que há uma tendência natural para o aparecimento de ramos velhos, danificados, com baixo potencial produtivo e que necessitam de ser substituídos por ramos mais novos (Brazelton, 2010). Alguns autores assumem que para plantas com idade superior a 8 anos, deverão ser removidos cerca de 20% dos ramos velhos (Heidenreich, 2007). Em alguns casos é aconselhável a remoção de mais de 20% dos ramos, se verificar que a planta perdeu grande parte do seu vigor. Ao realizar uma poda mais severa, obtém-se como que um rejuvenescimento da planta, uma

vez que ao retirar parte dos ramos velhos, dar-se-á maior ênfase aos ramos mais novos e produtivos. Posto isto, é crucial ter em conta que a produtividade de uma planta se inicia apenas em ramos com um ano e que a maior produtividade se verifica em ramos com 2 anos (Brazelton, 2010).

Heidenreich (2007) e Brazelton (2010) sugerem que a poda de manutenção seja efetuada com base em 4 etapas:

- Remoção dos ramos pouco desenvolvidos que crescem a partir do solo;
- Remoção dos ramos que apresentam madeira morta;
- Desbaste dos ramos laterais e secundários;
- Se possível deve-se dar forma à planta (“Open and Upright growth habit” – expressão utilizada para designar uma estrutura de crescimento vertical e ereta das plantas de mirtilo).

A 1.^a etapa tem como objectivo seleccionar os principais ramos que constituirão a estrutura base da planta, ou seja consiste na eliminação dos ramos com crescimento reduzido e por isso com baixo potencial produtivo.

A 2.^a etapa serve exclusivamente para remover a madeira morta das plantas. Tarefa esta que se associa a um carácter produtivo, já que se promove o desenvolvimento de novos ramos para o ano seguinte.

A preocupação na 3.^a etapa e associada à 4.^a etapa prende-se com o equilíbrio de toda a parte aérea com o sistema radical. É portanto necessário o desbaste dos ramos pouco consistentes no interior da canópis e em seu redor e tentando simultaneamente recriar um porte de crescimento aberto e erecto.

O desbaste dos ramos pouco desenvolvidos, em zonas da planta mais próximas do solo, permitirá não só um porte mais erecto da planta, como facilitará a colheita dos frutos e evita simultaneamente que os mesmos atinjam a superfície do solo (Brazelton, 2010), ficando sujos e danificados, o que inviabiliza a sua comercialização. Um elevado número de ramos secundários e pouco vigorosos, induzirão a uma crescente produção de frutos, no entanto estes tendem a ser de fraca qualidade e de baixo calibre.

No caso de os ramos terem espessura reduzida, inviabilizando assim o suporte dos frutos, é aconselhável a redução dos mesmos. Deste modo evitamos que o peso dos frutos exerça uma força superior ao que o ramo é capaz de suportar, mantendo

assim os frutos acima do nível do solo (Brazelton, 2010). Pode recorrer-se ao método designado por “cutting back”, utilizado para reduzir o comprimento do ramo primário, proporcionando o seu engrossamento e um maior desenvolvimento dos ramos secundários. Para além disto, este método proporciona um crescimento erecto das plantas.

Nas cultivares em estudo, os ramos primários distinguem-se bem dos ramos secundários, pois os primeiros são lenhosos, enquanto os segundos se apresentam herbáceos (Fig. 5).



Fig. 5 – Ramo primário (1) e ramos secundários (2) - “O’Neal” (09.08.2011).

2.4. Polinização

A polinização cruzada, especialmente a entomófila (realizada por insectos) assume uma grande importância na rentabilidade da cultura (DeFrancesco, 2004; Demchak, 2008; Gaskell, 2005; Krewer *et al.*, 2006; Prodorutti *et al.*, 2007). A polinização cruzada aumenta o número de frutos produzidos e o seu tamanho (Prodorutti *et al.*, 2007), devendo-se por isso conciliar a plantação de diferentes cultivares. Estas podem denominar-se de cultivares precoces ou tardias consoante a duração do período de floração (Fonseca *et al.*, 2007). No entanto, o período de recepção do pólen pelas flores de mirtilo, é influenciada não apenas pela cultivar,

mas também pelas condições ambientais, nomeadamente a temperatura, mas perdura geralmente entre 7 a 14 dias (Fonseca *et al.*, 2007).

As flores das plantas de mirtilo encontram-se agrupadas em cachos (“clusters”), cada um destes com 5 a 10 flores (Gaskell, 2005) brancas de tonalidade rosa. Possuem no seu interior 8 a 10 estames e ovário ínfero com 4 a 10 lóculos (Rubio *et al.*, 2011). As flores, constituídas por 4 a 5 pétalas soldadas entre si (corola gomilosa), formam uma campânula invertida e abertura pequena, o que dificulta a entrada de alguns insectos (Fig. 6).



Fig. 6 – Flor de mirtilo visitada por insecto (Polinização entomófila: fotografia tirada a uma planta do ensaio, em Março de 2011).

2.5. Sistema radical

O sistema radical da planta de mirtilo é constituído por 2 tipos de raízes: as raízes finas com diâmetro reduzido têm a função de absorção de água e nutrientes e as raízes grossas cuja função é a de suporte do arbusto. As raízes finas têm um diâmetro na ordem dos 50 μm , o que é um diâmetro bastante reduzido, já que para as plantas da mesma família (*Vaccinium*) os diâmetros radiculares atingem facilmente os 200 μm (Valenzuela-Estrada *et al.*, 2008). No entanto, a planta de mirtilo desenvolveu interacções com os fungos do solo contribuindo assim para o aumento da área de absorção de água e nutrientes (Valenzuela-Estrada *et al.*, 2008).

O sistema radical é superficial, a maior parte das raízes localiza-se nos primeiros 10 cm de profundidade no solo (Prodorutti, *et al.*, 2007; Bryla, 2011) (Fig. 7).

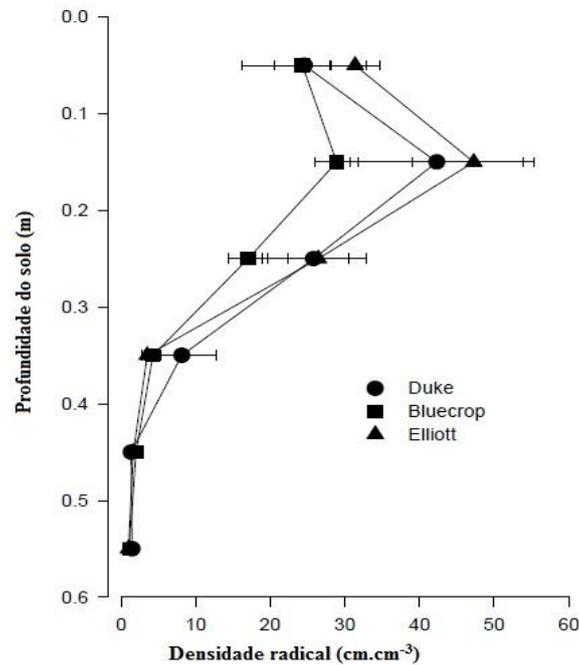


Fig. 7 – Densidade radical (cm.cm⁻³) em profundidade de plantas de mirtilo do tipo “Highbush”. Cultivares Duke, Bluecrop e Elliot (Fonte: Bryla, 2011).

O crescimento do sistema radical acontece desde que as condições ambientais sejam favoráveis, isto é, temperaturas entre 6° e 22° celsius. A temperaturas mais elevadas o seu crescimento atenua-se, podendo mesmo cessar (Fonseca *et al.*, 2007). Devido a este comportamento a cobertura de solo é indispensável.

Por norma, e independentemente de outros factores, as plantas de mirtilo apresentam 2 fases de desenvolvimento radical (Fonseca *et al.*, 2007). A 1.^a coincide com a floração e a 2.^a com o vingamento dos frutos. Ao longo do período de maturação dos frutos, o crescimento radical diminui consideravelmente e só retoma o seu expoente máximo após a colheita, momento em que o destino de foto-assimilados deixa de ser o fruto (Fonseca *et al.*, 2007).

2.6. Rega

A cultura do mirtilo exige um aprovisionamento regular de água para crescer e frutificar normalmente (Bowling, 2005). A deficiência hídrica reduz a produção e o número de frutos (Bryla *et al.*, 2011), tornando-se necessária a observação

constante das folhas jovens que se localizam na parte terminal dos ramos. A sua murchidão é uma excelente indicadora de falta de água.

A quantidade de água a aplicar na rega deve ser ajustada de acordo com a evapotranspiração cultural (ET_c) e com a natureza da cobertura do solo utilizada. A “Food and Agriculture Organization” (FAO) propõe para o cálculo da ET_c , a divisão do ciclo em 4 estádios de desenvolvimento da cultura (Fig. 8).

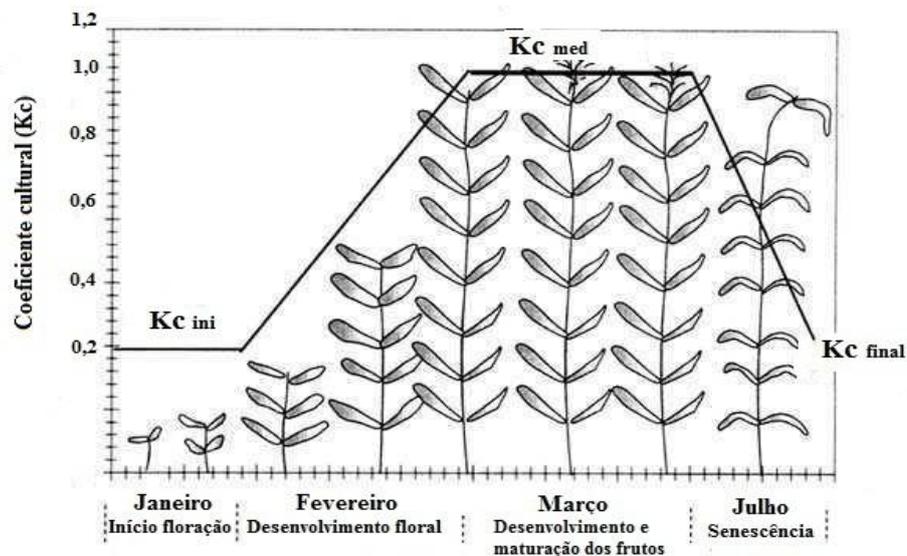


Fig. 8 – Esquema do coeficiente cultural generalizado, ao longo dos estádios de desenvolvimento da cultura adulta do mirtilo (Fonte: FAO, 1998 e Bryla, 2011).

O coeficiente cultural (K_c) para os diferentes estádios é respectivamente 0,30, 1,05 e 0,50 (K_c ini, K_c med e K_c final). Assim, é possível determinar a ET_c com base na fórmula:

$$ET_c = K_c * Et_0 \quad (4)$$

Alguns autores (Bryla *et al.*, 2011; Zee *et al.*, 1996; Spiers, 1998) e produtores de mirtilos assumem que o consumo de água numa plantação jovem (entre os 2 e os 4 anos) pode variar entre 1,3 L/planta/dia e 7,3 L/planta/dia. Em plantas com mais de 4 anos, adultas, quando o período de colheita coincide com o período de temperaturas elevadas (Verão – Julho/Agosto), em plantas adultas, o consumo de água pode atingir os 9 L/planta/dia (Bryla *et al.*, 2011).

Os métodos de rega utilizados na cultura do mirtilo são: a rega gota-a-gota e a aspersão. Na primeira, devem ser utilizados dois tubos gotejadores, um de cada lado da linha de plantação, garantindo assim um maior bolbo húmido à volta do sistema radical (Trehane, 2004). A água deve ser aplicada à volta das plantas (Bowling, 2005), pois em ensaios de campo verificou-se que o sistema radical era mais denso no lado regado e os ramos do lado não regado poderiam mesmo morrer (Fonseca *et. al*, 2007). A rega gota-a-gota proporciona um maior crescimento das plantas e de novos rebentos, conduzindo a maiores produções e tamanho dos frutos (Bryla *et al.*, 2011).

A rega por aspersão, ao contrário do método de gota-a-gota, aumenta a firmeza dos frutos e o teor em sólidos solúveis (Bryla *et al.*, 2010). A utilização de aspersores em toda a cultura pode permitir ainda mitigar o efeito nocivo das geadas e queda de granizo (Bryla *et al.*, 2011).

2.7. Produção

A cultura do mirtilo entre a plantação e o início da produção demora 3 a 4 anos e atinge o seu pico de produção com 6 a 8 anos (Jimenez *et al.*, 2005). A partir dos 3 anos de idade a produção vai aumentando, podendo alcançar 24 ton.ha⁻¹, mas é afectada pelo método de rega e pela cultivar (Fig. 9).

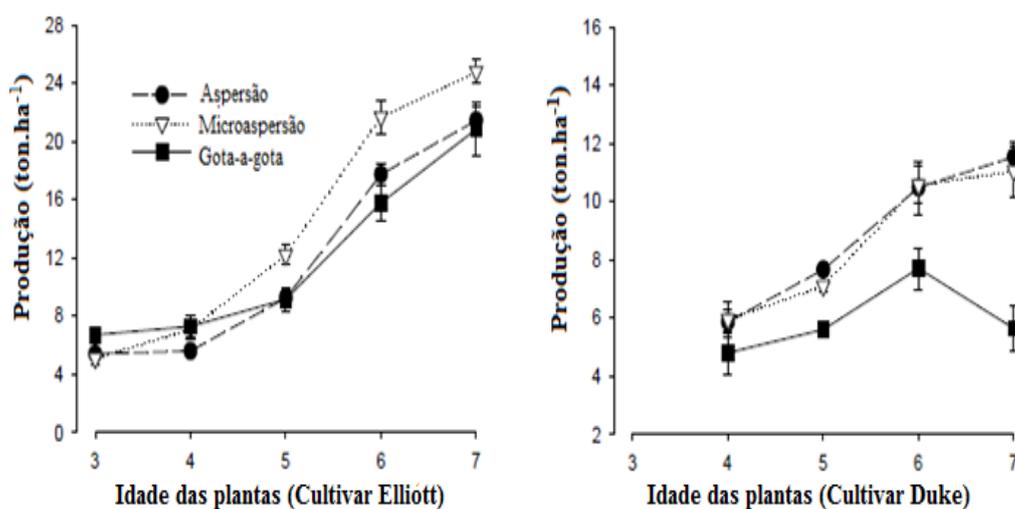


Fig. 9 – Produção de mirtilos com 3 métodos de rega (Fonte: Bryla, 2011).

Em Portugal existem duas empresas com expressiva produtividade de mirtilos, uma localizada na zona norte do País, em Sever do Vouga e outra situada no Alentejo, no concelho de Grândola. A produção em 2007, na empresa de Sever do Vouga, atingiu valores na ordem das 60 toneladas em 20 hectares (3 ton.ha^{-1}) (Serrado *et al.*, 2008). Na empresa de Grândola, no ano de 2010, a produção atingiu valores totais de 170 toneladas em 14 hectares ($12,1 \text{ ton.ha}^{-1}$), em produção biológica. Nas variedades mais produtivas, como a “Misty”, “O’Neal” e “Star” obtiveram-se produções superiores a 5 kg/planta, enquanto nas variedades menos produtivas obtiveram-se produções de pouco mais de 2 kg/planta (informação obtida *in loco*, 2010).

A localização geográfica e o tipo de cultivar são factores que têm uma influência determinante na entrada em floração e na época de colheita. As diferentes necessidades de frio de cada cultivar acarretam ao escalonamento da produção, sendo por isso aconselhável a conjugação de cultivares de maturação precoce, intermédia e tardia (Bowling, 2005). Estas poderão ter um papel importante face à resposta perante o mercado, tornando-se por isso ainda mais viável a conjugação de diferentes cultivares, prolongando o período de colheita (Sousa *et al.*, 2007).

Em Portugal, dependente da cultivar, as plantas iniciam a sua floração por norma em Janeiro/Fevereiro, dando-se então início ao desenvolvimento e maturação do fruto que culmina entre o mês de Maio e Julho, estabelecendo-se o pico de produção sensivelmente no mês de Junho.

2.8. Características do fruto

A qualidade dos frutos de mirtilo depende das suas características físicas e químicas. As primeiras referem-se ao aspecto exterior do fruto, tais como a massa, a cor, o tamanho (calibre) e até mesmo com alguma eventual anomalia. Nas químicas incluem-se características como o pH, “Brix” e a acidez total (soma de todos os ácidos presentes, livres ou combinados com catiões sob forma de sais) (Sousa *et al.*, 2007). Na tabela seguinte são apresentadas características gerais do mirtilo.

Tabela 4 – Características físicas e químicas do mirtilo

Massa (g)	1,06-1,77
Comprimento (cm)	1,27-2,51
Largura (cm)	1,01-2,25
Cor (nm)	493-498
pH	3,5-3,8
Sólidos solúveis (% - °Brix)	11,3-16,0
Acidez Total (% ácido málico)	0,41-0,55

Fonte: (Rodrigues *et al.*, 1992)

2.8.1. Físicas

Entre as características físicas mais importantes dos frutos de mirtilo destacam-se a presença de pruína, a sua dimensão e a existência de cicatriz.

O fruto baciforme quando atinge a maturação, 2 a 3 meses após a floração, apresenta uma tonalidade azul, que poderá ser mais ou menos escura. Esta tonalidade deve-se à presença de uma cera que é designada por pruína (Serrado *et al.*, 2008; Antunes *et al.*, 2008; Coletti, 2009). Esta camada cerosa constitui uma barreira importante à perda de água, impedindo o emurchecimento do fruto (Albrigo *et al.*, 1980). Se o fruto se destinar ao consumo em fresco, é desejável que apresentem a epiderme coberta com pruína (Fig. 10), pois a sua ausência é indicadora de sobrematuração ou de um manuseamento inadequado, durante ou após a colheita (Sousa *et al.*, 2007). Outra característica é a firmeza da epiderme, a qual deve ser conservada intacta aquando do seu manuseamento, de modo a evitar a perda de valor comercial.

No consumo em fresco, a dimensão dos frutos de mirtilo é uma característica importante, na medida em que é muito valorizada pelo consumidor. A dimensão dos frutos é avaliada pelo diâmetro transversal do fruto e é afectada por vários factores tais como: a cultivar, o vigor dos ramos que os contêm e factores edafo-climáticos.



Fig. 10 – Mirtilo com remoção da camada cerosa – pruína.

Os frutos de mirtilo apresentam uma cicatriz em forma de estrela, oposta ao ápice (Fig. 11), cujo tamanho e forma dependem da cultivar. A cicatriz deve ser pequena, pois tem a vantagem de diminuir a susceptibilidade dos frutos ao aparecimento de podridões e perdas de turgescência, durante o período de armazenamento (Gough, 1991).



Fig. 11 – Corte transversal do mirtilo (1-Sementes; 2-Polpa; 3-Epiderme; 4-Cicatriz).

2.8.2. Químicas

No que diz respeito às características químicas do fruto, são de salientar o pH e o teor em sólidos solúveis (“brix”). Estas características afectam de forma significativa o sabor e aroma dos frutos (Sousa *et al.*, 2007). O pH por norma tem

valores inferiores a 4,5 e tem influência nas características organolépticas, bem como na capacidade de conservação dos frutos. Apesar de baixo, possibilita o crescimento de algumas leveduras e bolores tolerantes à acidez (Sousa *et al.*, 2007). Após a colheita, o pH e a actividade respiratória têm comportamento inverso, ou seja, o pH aumenta enquanto a actividade respiratória diminui até à senescência (Sousa *et al.*, 2007). O mirtilo é um fruto não climatérico, isto é, não amadurece fora da planta (Sousa *et al.*, 2007). Por esta razão, a colheita deve fazer-se no estado quase óptimo de maturação quando se destina ao consumo em fresco (Bournout, 2010).

No que se refere ao teor em sólidos solúveis, o mirtilo tem normalmente valores compreendidos entre 11,3 e 16,0 (Rodrigues *et al.*, 1992). Os sólidos variam muito com a cultivar, com a quantidade de água aplicada e com as condições climáticas (Sousa *et al.*, 2007; Bryla *et al.*, 2009). A elevada aplicação de água aumenta o tamanho dos frutos, mas reduz o teor em sólidos solúveis (Ehret *et al.*, 2012; Sousa *et al.*, 2007).

Os açúcares e os ácidos têm uma evolução inversa ao longo do amadurecimento, sendo a sua relação uma indicação do estado de maturação do fruto, mas não necessariamente da sua qualidade gustativa. A evolução inversa entre o aumento dos açúcares e a diminuição da acidez total, após a colheita, deve-se a duas razões: hidrólise de polissacáridos e a formação de açúcar como produto secundário da conversão dos ácidos orgânicos (Sousa *et al.*, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização climática

Este trabalho teve como objectivo estudar o comportamento agronómico de 6 cultivares de mirtilo no segundo ano, após a sua instalação.

O ensaio de variedades foi instalado em 2009 numa parcela da Herdade da Mitra (38°31' N, 8°01'O; 225 metros), propriedade da Universidade de Évora, situada no concelho de Évora mais propriamente em Valverde, Freguesia de N.^a Sr.^a da Tourega a cerca de 12 km de Évora.

De acordo com a classificação de Köppen o clima é temperado, húmido com verão quente e seco, com temperaturas médias do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3°C e 18°C. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e as estações de Inverno e Verão são bem definidas. A precipitação neste clima ocorre maioritariamente no período Invernal, no qual se registam também as temperaturas mais baixas.

Na figura 12 apresenta-se a precipitação e a temperatura entre Setembro de 2010 e Setembro de 2011. Estes dados referem-se à estação meteorológica de Évora (Divor) e foram recolhidos pelo Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio.

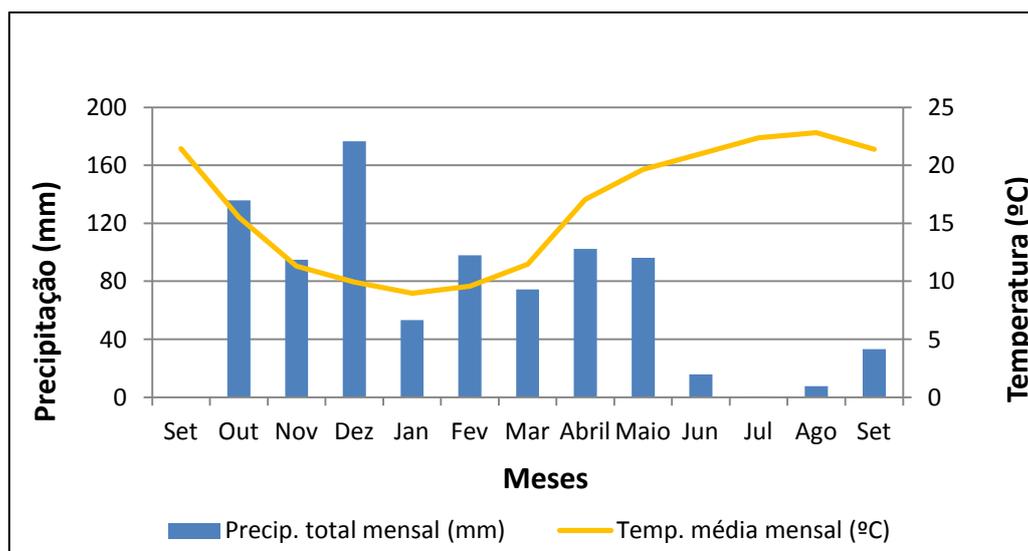


Fig. 12 – Gráfico termopluiométrico – dados da precipitação total mensal e da temperatura média mensal do período de 2010 a 2011.

A análise do gráfico anterior permite-nos verificar que o final de 2010 foi particularmente chuvoso. A partir do mês de Maio verificou-se um decréscimo da precipitação, acompanhado por um aumento da temperatura.

3.2. Instalação do ensaio

O ensaio foi instalado em 2009 num solo de textura franco-argilo-arenosa, cujas características físicas e químicas são apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 5 – Características físicas e químicas do solo, antes da implantação da cultura, na profundidade de 0 a 40 cm

Areia (%)	68,50
Limo (%)	11,40
Argila (%)	20,10
Densidade aparente	1,48
M.O. (%)	2,20
pH (H₂O)	7,20
NO₃⁻ (ppm)	15,50
P₂O₅ (ppm)	>250
K₂O (ppm)	>250
Ca²⁺ (meq/100g)	6,97
Mg²⁺ (meq/100g)	1,61
CTC (meq/100g)	14,90

Para a instalação do ensaio procedeu-se à mobilização do solo, realizando-se de seguida camalhões elevados com 0,40 m de altura e 0,70 m de largura. Para baixar o pH foram incorporados no solo 750 kg/ha de enxofre elementar.

As cultivares foram transplantadas um mês depois da preparação do terreno com um compasso de 3 m de distância entrelinha e 0,75 m de distância entre plantas (4444 plantas/ha). Após a plantação, foi instalado um sistema de rega à superfície do solo, constituído por 2 tubos gotejadores instalados a 0,15 m de cada lado da linha de cultura. O tubo de rega de 16 mm de diâmetro tinha inserido gotejadores

autocompensantes com um espaçamento de 0,40 m. O débito de cada gotejador era de 2,3 l/h.

Por último, foi instalada sobre o camalhão uma cobertura de polietileno anti-infestantes, permeável ao ar e à água (Fig. 13). A cobertura foi colocada de forma a permitir a sua fácil remoção para efectuar a recolha de amostras de solo.

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições. Em cada parcela elementar instalaram-se 4 plantas da mesma cultivar. As cultivares estudadas, cujas características são descritas na tabela 6, foram: a Misty, Star, Southmoon, O’Neal, Ozarkblue e Nui (Fig. 14).



Fig. 13 – Imagem geral do ensaio de cultivares (19.07.2011).

Tabela 6 - Principais características das cultivares estudadas

Cultivar	Misty (Fig. 14 (a))	Star	Southmoon (Fig. 14 (b))	Ozarkblue (Fig. 14 (c))	O'Neal (Fig. 14 (d))	Nui
Tipo de plantas de mirtilo	Southern Highbush ¹	Southern Highbush ¹	Southern Highbush ¹	Southern Highbush ¹	Southern Highbush ¹	Northern Highbush ²
Nº horas de frio (h)	150 a 200 ¹	400 ¹	400 ¹	800 ¹	400 a 500 ¹	1000 ²
Tipo de crescimento	Porte arbustivo, de crescimento vigoroso, vertical, aberto e ramoso ³	Porte arbustivo, de crescimento vigoroso, vertical e erecto ³	Porte arbustivo, de crescimento vigoroso e vertical aberto e ramoso ⁴	Porte arbustivo, de crescimento vigoroso e vertical erecto ³	Porte arbustivo, de crescimento vertical erecto e ramoso ³	Porte arbustivo, vertical aberto e crescimento relativamente lento ²
Floração	Precoce	Precoce	Precoce	Tardia	Semi-precoce	Tardia
Altura das plantas	1,80 m ⁵	2,00 m ⁵	1,80 m ⁵	2,00 m ⁵	1,20 a 1,80 m ⁵	Reduzida estatura ²
Dimensão dos frutos (média)	Média a grande ⁵ (17 mm) ⁶	Grande ⁵	Grande ^{5,6}	Grande ^{3,5} (17 mm) ⁷	Média a grande ⁵ (14 mm) ⁸	Grande ² (18 mm) ²
Firmeza dos frutos	Elevada ^{3,9}	Média ³	Média/elevada ^{10,11}	Média/elevada	Baixa/média ^{9,10}	Média ²
Particularidades	Folhagem de tonalidade verde escura e densa, o que dificulta a colheita dos frutos. Excessiva produção de botões florais.	Folhagem pouco densa facilita a colheita dos frutos. Estes têm propensão para abrir fendas quando ocorre precipitação ¹	Folhagem densa o que dificulta a colheita dos frutos. Estes possuem uma cicatriz pequena.	Folhagem pouco densa, o que facilita a colheita dos frutos.		Cultivar de adaptação lenta às condições do solo. ²

¹ Krewer *et al.* (2006); ² <http://www.blueberriesnz.co.nz>; ³ Bremer *et al.* (2008); ⁴ Jimenez *et al.* (2005); ⁵ <http://www.fallcreeknursery.com>; ⁶ Zee *et al.* (2006); ⁷ Martino *et al.* (2008); ⁸ Prior *et al.* (1998); ⁹ Molina *et al.* (2008); ¹⁰ Jimenez *et al.* (2009); ¹¹ Lyrene (1997).



Fig. 14 – Aspecto das plantas da cultivar (a) Misty (09.09.2011), (b) Southmoon, (c) Ozarkblue e (d) O'Neal (28.09.2011).

3.4. Condução do ensaio no 2º ano

3.4.1. Correção do pH

Em amostras de solo colhidas em Janeiro de 2011 verificou-se que o pH variou entre 5,6 e 6,0 e por isso efectuou-se uma nova aplicação de enxofre elementar. Para tal foram aplicados faseadamente 445 kg/ha de enxofre nessa data. O enxofre foi polvilhado manualmente à volta das plantas (a 20 cm).

3.4.2. Fertilização

Tendo em consideração os elevados níveis de fósforo e potássio no solo (Tabela 5) só se aplicou azoto á cultura. O adubo azotado aplicado foi o sulfato de amónio ((NH₄)₂SO₄), pois é um adubo acidificante e as plantas de mirtilo absorvem preferencialmente azoto na forma amoniacal. O adubo foi aplicado em fertirrega. Para o efeito foi incorporado no sistema de rega um injector “venturi”, através do qual era inserida a solução previamente feita.

A adubação foi feita entre o mês de Março (01.03.2011) e Setembro (02.09.2011), com um intervalo entre aplicações de 20 dias (9 aplicações). Aplicaram-se 80 kg/ha de N, cerca de 17 g.planta⁻¹.

3.4.3. Rega

A cultura foi regada diariamente (excepto quando ocorreu precipitação), desde o mês de Março até Setembro, tendo a dotação de água variado entre 0,5 e 5 mm/dia. A maior dotação de água foi aplicada na época entre o desenvolvimento dos frutos e a sua colheita.

3.4.4. Poda de formação

A poda de formação teve como objectivo delinear a estrutura base das plantas e tentar estabelecer um equilíbrio entre a parte aérea e a radical.

A poda foi realizada em Janeiro (06.01.2011), seguindo os princípios propostos por Brazelton (2010), Antunes *et al.* (2007) e Heidenreich (2007). Consistiu na eliminação dos ramos pouco desenvolvidos junto à base das plantas, dos ramos finos e situados na parte lateral das plantas e no interior da canópia, deixando 2 ou 3 mais vigorosos na base.

3.5. Parâmetros avaliados

Ao longo do segundo ano de cultura, de Março a Setembro mediram-se parâmetros para avaliar a evolução de algumas características químicas do solo, os estádios fenológicos e crescimento das plantas, a produção e a qualidade dos frutos.

3.5.1. Características químicas do solo

As características químicas do solo avaliadas foram: o pH, o teor de azoto nítrico (NO_3^-) e a condutividade elétrica (CE). Para isso foram realizadas colheitas de solo em 5 datas de amostragem (Março, Abril, Junho, Agosto e Setembro de 2011). A colheita das amostras foi efectuada em todas as parcelas elementares em 2 locais distintos: na linha de cultura a 20 cm da planta (local 1) e a 20 cm da planta na perpendicular à linha de cultura (local 2). A colheita das amostras de solo foi efectuada com uma sonda manual (Fig. 15) na profundidade de 0 a 10 cm, um volume aproximado de $25,4 \text{ cm}^3$, o qual foi seco à temperatura ambiente e crivado (crivo de 2 mm).



Fig. 15 – Colheita de amostras de solo com sonda manual.

3.5.1.1. Reacção do solo

Para a determinação do pH foram adicionados 25 ml de água destilada livre de carbonatos a 10 g de solo crivado. A amostra foi vigorosamente agitada durante 1 minuto e deixada a repousar 15 minutos. Este processo foi repetido quatro vezes. Seguidamente mergulhou-se o eléctrodo do potenciómetro (Crison, micro pH 2000) na suspensão aquosa de solo (Fig. 16), procedendo-se à leitura do valor do pH após a estabilização da medição. Feito isto, o eléctrodo foi retirado da amostra e lavado com água destilada e seco com papel absorvente.



Fig. 16 – Medição do pH do solo.

3.5.1.2. Nitrato (NO_3^-)

Para a determinação do teor em nitrato (NO_3^-), utilizou-se o eléctrodo selectivo para nitratos (Crison pH meter GLP 22), previamente calibrado, o qual mediu a concentração de NO_3^- em uma solução aquosa. Para o efeito foram adicionados a 20 g de solo, 100 ml de uma solução padrão (5 litros de água bidestilada + 100 ml de ISA + 0,1 mole de KNO_3) previamente realizada. As amostras foram posteriormente agitadas durante 15 minutos. Feito isto, introduziu-se o eléctrodo selectivo para nitratos em cada amostra, fazendo com que a parte porosa do eléctrodo ficasse situada perto da interface entre a suspensão e o sobrenadante.

3.5.1.3. Condutividade eléctrica

Para determinar a condutividade eléctrica (CE) das amostras, adicionaram-se 100 ml de água bidestilada a 20 g de solo. Posteriormente procedeu-se à sua agitação (1 hora) e sedimentação (1 hora). Seguidamente as amostras foram filtradas e distribuíram-se 25 ml das mesmas por copos, nos quais se mediu a condutividade eléctrica com um conductivímetro (WTW-LF330).

3.5.2. Estádios fenológicos e crescimento das plantas

O registo dos estádios fenológicos foi feito de acordo com os estádios de desenvolvimento proposto pela Universidade de Michigan (Fig.23) e teve início em Janeiro (início do inchamento dos gomos florais), terminando no mês de Maio (colheita dos frutos). Durante este período foram registados semanalmente o estágio de desenvolvimento dos gomos florais, desenvolvimento floral e o desenvolvimento e maturação dos frutos em que se encontravam cada uma das cultivares.

A medição do crescimento das plantas (altura das plantas) foi realizada após a colheita dos frutos em 4 datas de amostragem (Julho, Agosto, Setembro e Outubro de 2011). Foram medidas 2 plantas em cada parcela elementar. A medição da altura das plantas foi efectuada a partir do colo até ao topo das plantas.

3.5.3. Produção e qualidade dos frutos

Para determinar a produção de frutos efectuou-se a colheita dos mesmos ao longo do período de produção das diferentes cultivares. A colheita dos frutos das diferentes plantas em cada parcela elementar foi realizada pela manhã e posteriormente os frutos colhidos eram colocados no frigorífico a uma temperatura de 1°C. Nos frutos colhidos nas diferentes datas de colheita mediram-se os seguintes parâmetros (num período de 24 horas): o peso de 50 frutos, o diâmetro transversal, o “°brix” e o pH.

Numa amostra casualizada de 50 frutos determinou-se o peso médio dos mesmos. Foram retirados eventuais resíduos orgânicos (folhas, pétalas e pedicelos) da

amostra e os frutos foram depositados num prato inserido na balança de duas casas decimais (KERN-GJ), procedendo-se depois à leitura do peso.

Para determinar o diâmetro transversal foram escolhidos 10 frutos ao acaso e medidos com o auxílio de um paquímetro digital (PaqDig15).

Para a determinação do “°brix” trituraram-se 10 a 15 frutos, livres de eventuais resíduos orgânicos (folhas, pétalas e pedicelos) com uma trituradora convencional (Moulinex). Após a homogeneização da polpa obtida, colocou-se um pouco da amostra num refractómetro digital portátil (Atago - PR101) e procedeu-se à leitura do “°brix”.

A medição do pH dos frutos foi realizada imediatamente após a medição do “°brix”. Para o efeito utilizou-se um potenciómetro (Crison – micro pH 2000), mergulhando o eléctrodo na amostra, sem que este tocasse na superfície do copo. Procedeu-se seguidamente á leitura do pH. Após a medição do pH, o eléctrodo e os utensílios usados foram lavados com água destilada e secos com papel absorvente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Reacção do solo

O pH do solo no centro do camalhão (local 1) e na lateral do camalhão (local 2), na profundidade de 0 a 10 cm, não foi afectado pela cultivar ($p > 0,05$) (Fig. 17). O local de amostragem também não afectou significativamente o pH ($p > 0,05$), ainda que no local 2 os valores tenham sido mais elevados (Fig. 17).

Nas 3 últimas datas de amostragem, a interacção cultivar * local de amostragem não foi significativa ($p > 0,05$).

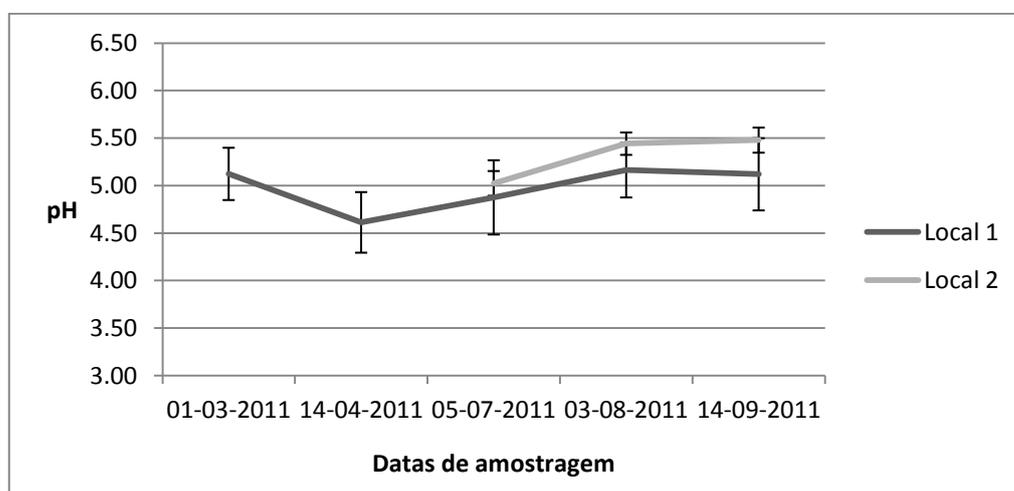


Fig.17 - Variação do pH do solo, de 0 a 10 cm de profundidade, no centro do camalhão, a 20 cm da planta (Local 1); e na lateral do camalhão, a 20 cm do centro do camalhão, perpendicularmente ao local 1 (Local 2). As barras verticais representam o erro padrão da média.

O pH na profundidade de 0 a 10 cm foi semelhante nos dois locais de amostragem (Fig. 17). A média do pH nas diferentes datas de amostragem no local 1 variou entre 4,61 e 5,16 e no local 2 entre 5,02 e 5,48. O intervalo considerado como adequado para a cultura do mirtilo situa-se entre 4,0 e 5,0 (Trehane, 2004; Krewer *et al.*, 2009; Prodorutti *et al.*, 2007) e consideram-se valores óptimos entre 4,5 e 4,8 (Eck *et al.*, 1990). Tendo em consideração estes valores, verificamos que em 3 datas de amostragem, o pH foi ligeiramente superior. O que aliás pode ter contribuído para o aparecimento de sintomas visuais de deficiência de ferro

(clorose intervenal), na cultivar Nui (Fig. 18), indiciando que o comportamento das cultivares em relação ao pH é distinto.

Podemos contudo concluir que a aplicação de 750 kg/ha de enxofre no primeiro ano e 445 kg/ha de enxofre no segundo ano permitiu baixar o pH para valores adequados ao crescimento da cultura.



Fig. 18 – Aspecto das folhas da cultivar “Nui” com clorose intervenal; sintoma da deficiência de ferro.

4.2. Teor de nitrato no solo

A concentração de nitrato (NO_3^-) foi afectada significativamente pela cultivar e pelo local de colheita da amostra ($p < 0,05$) (Fig. 19 e 20). A interacção cultivar * local de colheita da amostra não foi significativa ($p > 0,05$).

A concentração de NO_3^- , na segunda e quarta data de amostragem, foi significativamente mais elevada no solo onde estavam instaladas a cultivar Ozarkblue e Nui. Assim não foi evidenciado um efeito da cultivar na concentração de azoto nítrico no solo, ao longo do ciclo.

O teor de NO_3^- no local 1, nas diferentes datas de amostragem variou entre 0,0 e 162,19 ppm (Fig. 19). Na primeira (1ª fase de desenvolvimento e maturação dos frutos) e terceira data de amostragem (1 mês após o fim da colheita), os valores de NO_3^- foram muito baixos, o que pode estar relacionado com a lixiviação provocada pela água de rega ou pela precipitação que ocorreu nestes períodos.

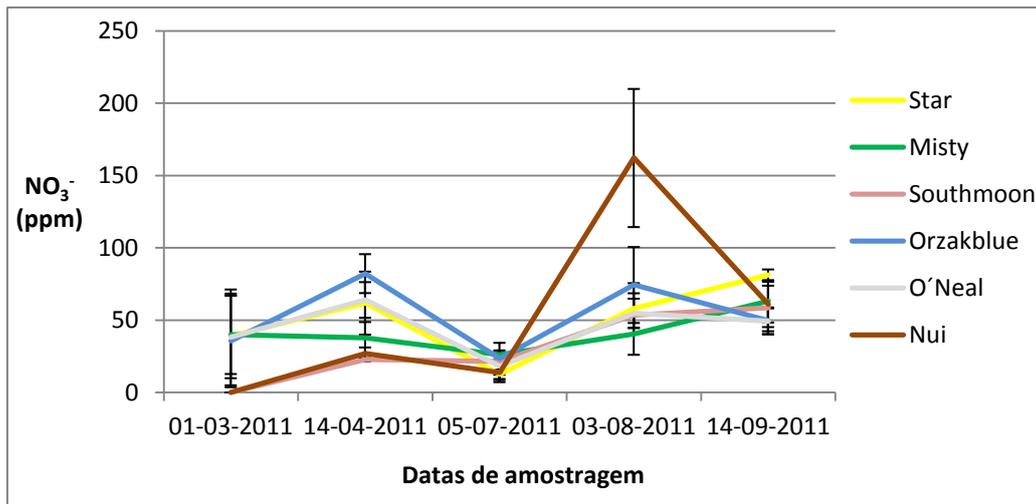


Fig. 19 - Variação do teor de nitrato (NO_3^-) no solo, em cada cultivar, no local 1. As barras verticais representam o erro padrão da média.

A concentração de NO_3^- no local 2 foi afectada pela cultivar apenas na 3ª data de amostragem ($p < 0.05$), ocorrendo o valor mais elevado no solo onde estava implantada a cultivar Nui (89,38 ppm). Este comportamento pode estar relacionado com o fraco crescimento da cultivar (Fig. 25). Neste local, o teor de nitratos variou entre 27,70 e 89,38 ppm (Fig. 20), ocorrendo a concentração de NO_3^- mais elevada no solo onde estava implantada a cultivar Nui.

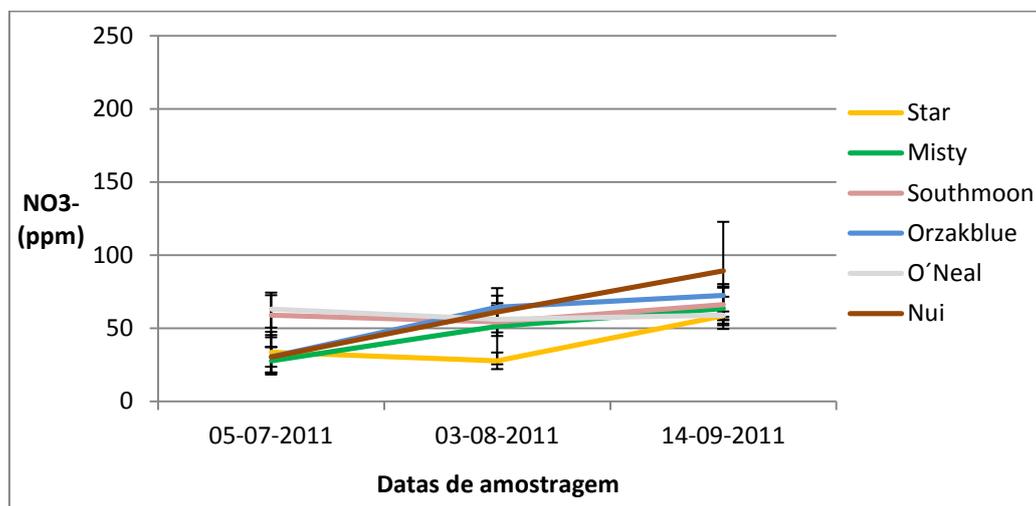


Fig. 20 - Teor de nitrato (NO_3^-) no solo, em cada cultivar, no local 2. As barras verticais representam o erro padrão da média.

Tendo em consideração que a planta de mirtilo absorve preferencialmente NH_4^+ , teria sido importante analisar o teor de NH_4^+ no solo, para assim adquirir conhecimentos para melhorar a aplicação de azoto nos próximos anos.

4.3. Condutividade eléctrica

A condutividade eléctrica (CE) do solo nos locais 1 e 2 foi afectada pela cultivar ($p < 0,05$), mas não foi afectada pelo local de amostragem. A interacção cultivar * local de amostragem, não foi significativa ($p > 0,05$).

A condutividade eléctrica no local 1 e 2 variou respectivamente entre 0,168 e 0,567 dS.m^{-1} e 0,133 e 0,494 dS.m^{-1} (Fig. 21 e 22), ou seja, valores que não afectam o crescimento das plantas. A planta de mirtilo é sensível a valores de condutividade eléctrica (CE) superior a 1,5 - 2,0 dS.m^{-1} (Patten e Neuendorff, 1988; Bryla *et al.*, 2010; Costello, 2011).

Assim, podemos também concluir que a aplicação de enxofre elementar, no primeiro e segundo ano, e de sulfato de amónio em fertirrega, não contribuem para o acréscimo da condutividade eléctrica, susceptível de afectar o crescimento das plantas.

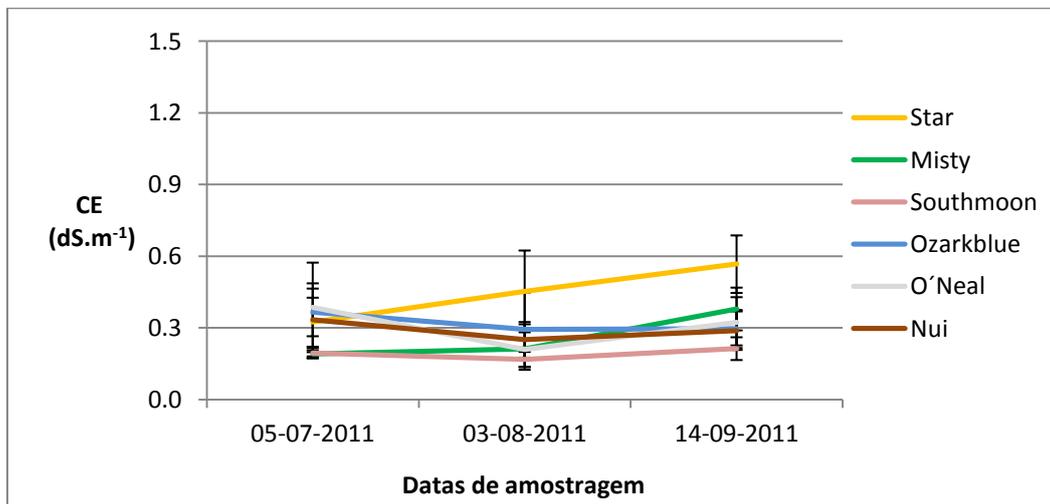


Fig. 21 - Condutividade eléctrica (dS.m^{-1}) do solo, em cada cultivar, no local 1. As barras verticais representam o erro padrão da média.

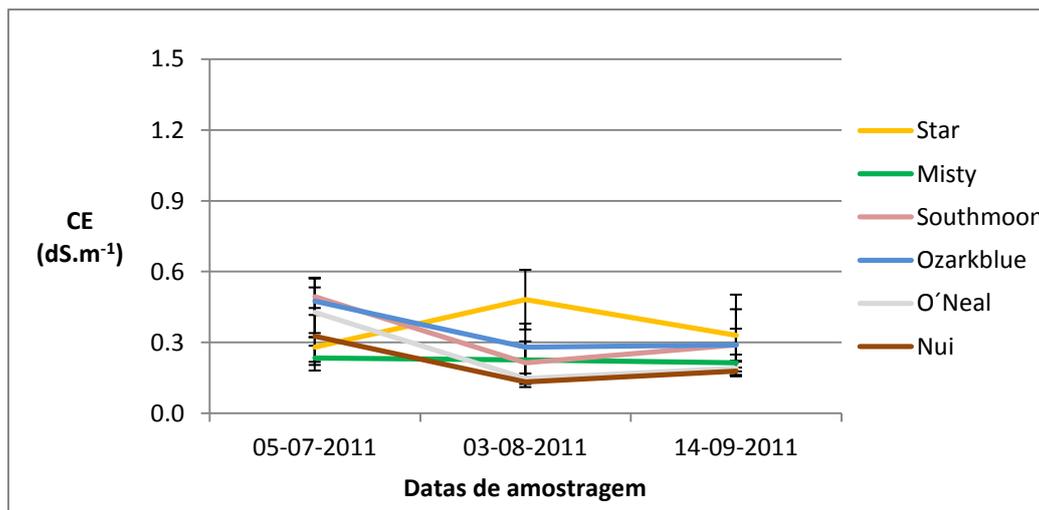


Fig. 22 - Condutividade eléctrica (dS.m^{-1}) do solo, em cada cultivar, no local 2. As barras verticais representam o erro padrão da média.

4.4. Estádios fenológicos

O conhecimento da data de ocorrência dos estádios fenológicos é fundamental para a correcta selecção das cultivares mais adequadas para um determinado ambiente. As diferentes necessidades de acumulação de horas de frio afectam o aparecimento dos estádios fenológicos, mas proporcionam um escalonamento da produção, bem como o aumento do período de oferta do fruto para o mercado (Silva *et al.*, 2006).

Na planta de mirtilo, consideram-se 13 estádios fenológicos, 4 de desenvolvimento dos gomos, 5 de desenvolvimento floral e 4 de desenvolvimento e maturação dos frutos, que precedem a colheita (Fig. 23). Na tabela 7, apresenta-se o período de floração que inclui os 9 primeiros estádios fenológicos. À semelhança de Antunes *et al.* (2010) considerou-se que o período de floração teve início quando cerca de 5% das flores estavam abertas e terminou quando 90% das flores estavam abertas.

A análise da tabela permite-nos constatar que as cultivares Misty, Star e Southmoon foram as mais precoces, iniciando a floração em simultâneo, dia 11 de Janeiro. O facto de iniciarem a floração em Janeiro pode significar que, à semelhança do que se verifica em Marrocos ou no sul de Espanha, elas tenham de ser cultivadas sob abrigo (ex.: túneis elevados), para mitigar o efeito da geada. A utilização de túneis elevados pode também contribuir para a entrada em produção

mais cedo. No sul de Portugal, mais concretamente na Mirtisul (Empresa de Produção de mirtilos), usam-se ventiladores para evitar a inversão térmica e assim a geada (Abreu, 1985).

As cultivares O’Neal, Ozarkblue e Nui iniciaram a floração 45 dias mais tarde (26 de Fevereiro), o que pode ser muito vantajoso, pois assim as flores estão menos sujeitas à ocorrência de geada.

O final da floração para as cultivares Misty e Star, deu-se a 10 de Março e na cultivar Southmoon 15 dias depois. O período compreendido entre o início e o final da floração na cultivar Southmoon foi mais prolongado (Tabela 7).

Por outro lado, as cultivares mais tardias, como a “O’Neal”, “Ozarkblue” e “Nui” terminaram a sua floração sensivelmente 1 mês depois, ou seja, na última semana de Abril (dia 28).

Tabela 7 – Período de floração das cultivares de mirtilo. Início da floração: 5% das flores abertas; Final da floração: 90% das flores abertas

Cultivar	Período de floração		
	Início	Final	Duração (semanas)
Misty	11 Jan.	10 Março	8
Star	11 Jan.	10 Março	8
Southmoon	11 Jan.	25 Março	10
O’Neal	26 Fev.	28 Abril	9
Ozarkblue	26 Fev.	28 Abril	9
Nui	26 Fev.	28 Abril	9

A cultivar Ozarkblue e Nui, apesar de pertencerem a grupos diferentes (Southern Highbush e Northern Highbush, respectivamente) e necessitarem respectivamente de 800 e 1000 horas de frio (Tabela 6), tiveram o mesmo comportamento no que se relaciona com a entrada em floração e duração da mesma. A floração foi tardia, o que está relacionado com as suas necessidades de horas de frio.

O período de floração que variou entre as 8 e as 10 semanas foi semelhante ao de diferentes cultivares de mirtilo, cultivadas no norte da Europa e da América e em

algumas zonas do Brasil (Antunes *et al.*, 2008, 2010; Santos e Raseira, 2002; Moreno *et al.*, 2010; Martino *et al.*, 2008; Pinto, 2007; Jimenez *et al.*, 2005).

Na tabela 8 apresenta-se o período de desenvolvimento e maturação dos frutos, que inclui os restantes 4 estádios. O final da floração coincide com o início do período de desenvolvimento e maturação dos frutos e por isso nesse momento as cultivares já tem frutos. Para as cultivares Misty, Star e Southmoon este período teve a duração de 9 semanas, terminando na 2ª semana de Maio, à excepção da “Southmoon” cujo período terminou 2 semanas depois (29 de Maio). Na “Ozarkblue” este período teve a duração de 5 semanas, enquanto nas cultivares O’Neal e Nui o mesmo período foi ainda mais reduzido (4 semanas).

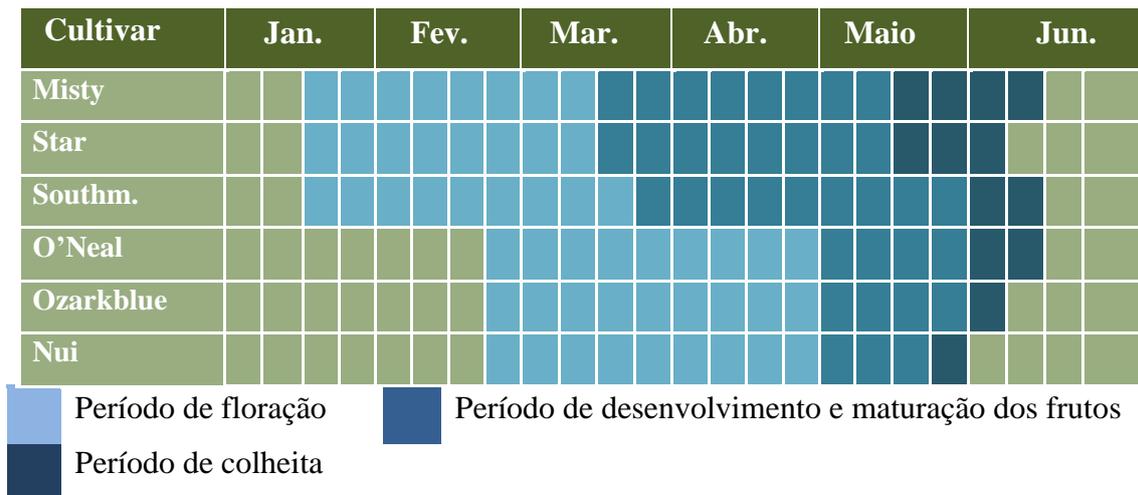
Tabela 8 – Período de desenvolvimento e maturação dos frutos

Cultivares	Desenvolvimento e Maturação dos frutos		
	Início	Final	Duração (semanas)
Misty	11 Março	12 Maio	9
Star	11 Março	10 Maio	9
Southmoon	26 Março	29 Maio	9
O’Neal	29 Abril	25 Maio	4
Ozarkblue	29 Abril	30 Maio	5
Nui	29 Abril	23 Maio	4

Na tabela 9 apresenta-se a duração dos períodos de floração, de desenvolvimento e maturação dos frutos e o de colheita. A tabela encontra-se dividida em semanas, havendo sobreposição entre os 3 períodos. A sua análise permite-nos distinguir as cultivares precoces, das mais tardias, no que diz respeito ao início do período de floração. A cultivar Misty e Star apresentou o período de colheita mais longo, o que pode ser vantajoso.

O período de colheita foi muito semelhante nas diferentes cultivares, no entanto como as plantas têm apenas 2 anos, é necessário continuar a analisar o seu comportamento nos próximos anos.

Tabela 9 – Esquema do período de floração até à colheita dos frutos



Estádios Fenológicos (Fig. 23)²

Desenvolvimento dos gomos florais



1. Não é visível o inchamento dos gomos florais. Escamas totalmente fechadas.



2. Inchamento dos gomos florais pela separação das escamas. Nesta fase a tolerância a temperaturas reduzidas é elevada (-12° C).



3. A separação total das escamas é nítida. Nesta fase a tolerância ao frio é de -9° C.



4. Separação individual das flores nos cachos. As flores toleram temperaturas de -6° C.

² As imagens apresentadas foram recolhidas das plantas do ensaio durante o ciclo cultural.

Desenvolvimento floral



5. Visualiza-se a separação individual das flores. As pétalas apresentam-se no início do seu desenvolvimento, mantendo-se por isso fechadas. A tolerância ao frio atinge os - 6° C.



6. Grande parte das flores estão separadas individualmente no entanto, as flores mantêm-se fechadas. A sua tolerância ao frio é de - 4° C.



7. Abertura e expansão total das corolas e abertura de algumas pétalas.



8. Abertura da maioria das pétalas das flores e uma tolerância ao frio de - 2° C.



9. Estádio fenológico caracterizado pela queda das pétalas. Fase extremamente crítica e de grande preocupação com as geadas, pois a tolerância ao frio é de 0° C.

Desenvolvimento e maturação dos frutos



10. Desenvolvimento e crescimento dos frutos a partir do ápice do ramo para o seu interior, pelo que se pode denotar frutos de diferentes dimensões no mesmo conjunto (“cacho”).



11. É visível uma ligeira alteração da tonalidade do fruto, passando da tonalidade verde a cor-de-rosa.



12. Cerca de 25% da totalidade dos frutos atinge a maturação total, pela sua cor azulada. Deve realizar-se a 1ª colheita de frutos.



13. Cerca de 75% dos frutos estão maduros. A colheita é realizada diversas vezes á medida que os restantes frutos amadurecem.

Dependendo da cultivar podem efectuar-se 2 a 6 colheitas.

4.5. Altura das plantas

O crescimento das plantas avaliado através da sua altura variou com a cultivar, o que faz todo o sentido, pois as plantas atingem alturas diferentes (Tabela 6).

A análise da figura 25 permite-nos concluir que as cultivares nestes dois anos cresceram significativamente, pois no período de transplantação as plantas tinham aproximadamente 20 cm de altura (Fig. 24).

A cultivar Star e Ozarkblue apresentaram maior crescimento em altura, respectivamente 117 e 138 cm. Pelo contrário a “Nui” foi a cultivar que cresceu menos, não ultrapassando os 65 cm, o que pode estar relacionado com o facto de ser uma cultivar de porte arbustivo aberto, de reduzida estatura e apresentar um reduzido crescimento nos primeiros anos (Demchak, 2008). A deficiência em ferro pode também ter contribuído para um menor crescimento das plantas. Em condições de pH elevado, as plantas de mirtilo apresentam fraco crescimento (Hart *et al.*, 2006).



Fig. 24 – Aspecto das plantas antes da transplantação.

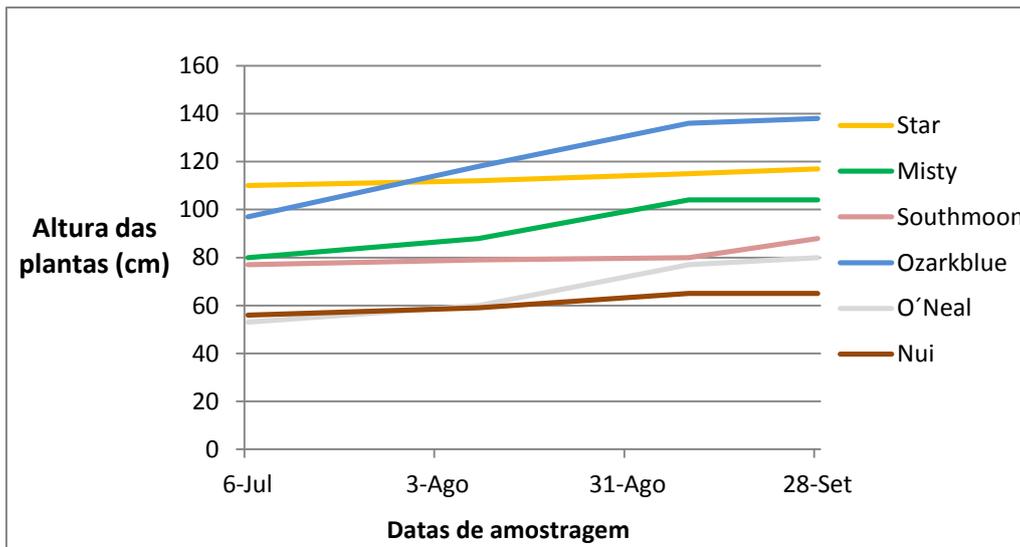


Fig. 25 – Altura das plantas das diferentes cultivares (cm).

4.6. Produção

As produções das cultivares, como seria de esperar, no segundo ano após a implantação da cultura, foram baixas, variando entre 26 e 614 g.planta⁻¹ (Fig. 26) (Tabela 10). Contudo, todas as cultivares produziram frutos (Fig. 27), ou seja, o somatório do número de horas de frio foi suficiente para quebrar a dormência, mesmo nas cultivares mais exigentes como a “Nui” e a “Ozarkblue”.

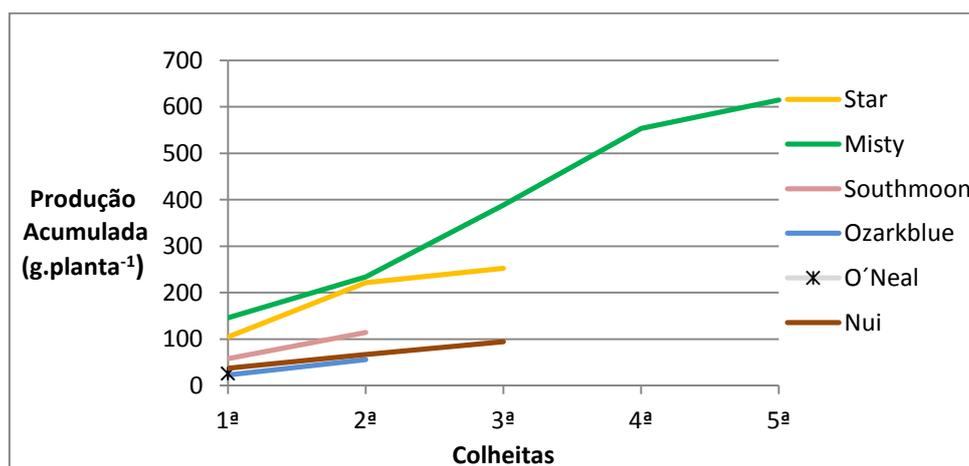


Fig. 26 - Produção acumulada (g.planta⁻¹) de cada cultivar ao longo do período de colheita. O período de colheita dos frutos teve início na 1.ª quinzena de Maio para as cultivares Misty e Star, e para as cultivares Southmoon, Ozarkblue, O'Neal e Nui, a colheita iniciou-se na 2.ª quinzena de Maio.

A produção total mais elevada registou-se nas cultivares Misty (614,28 g.planta⁻¹) e Star (252 g.planta⁻¹) (Fig. 26). Em ensaios realizados na Califórnia com cultivares semelhantes, com a mesma idade, Jimenez *et al.* (2005) observou o mesmo comportamento. O mesmo autor afirma que a cultivar Southmoon terá um potencial produtivo semelhante às cultivares Star e Misty, não apenas em termos de produção de frutos, mas igualmente por proporcionar várias colheitas no mesmo período. Neste estudo não chegámos, todavia, ao mesmo resultado, por isso é necessário acompanhar o comportamento desta cultivar nos próximos anos.



Fig. 27 – Aspecto dos frutos da cultivar Star (a) e Nui (b), na 1.^a data de colheita (11.05.2011).

Nas cultivares Ozarkblue e O’Neal a produção foi muito idêntica, mostrando aparentemente menos aptidão produtiva, o que também é descrito por Jimenez *et al.* (2005).

A produção média por planta variou muito com a cultivar nas diferentes datas de colheita, tendo oscilado entre 22,68 g e 164,73 g, respectivamente na cultivar Ozarkblue e Misty. Na cultivar Nui, apesar do peso elevado dos frutos, a produção média por planta foi muito baixa, o que pode estar relacionado com o reduzido crescimento das plantas.

No que diz respeito ao período de colheita, como se pode verificar na tabela 10, a cultivar Misty teve o período mais alargado (5 colheitas, entre Maio e Junho). Período idêntico foi observado por Bremer *et al.* (2008) na Califórnia. Para as cultivares Star e Nui foram efectuadas 3 colheitas, enquanto nas restantes cultivares esse período foi ainda mais reduzido.

Tabela 10 – Produção de frutos nas respectivas datas de colheita

	Colheita	Produção (g.planta⁻¹)
Star	1ª 11-05-2011	104,72
	2ª 16-05-2011	116,53
	3ª 26-05-2011	30,92
	Produção total	252
Misty	1ª 13-05-2011	145,83
	2ª 20-05-2011	88,12
	3ª 26-05-2011	154,93
	4ª 31-05-2011	164,73
	5ª 09-06-2011	60,67
	Produção total	614
Southmoon	1ª 31-05-2011	58,36
	2ª 09-06-2011	55,78
	Produção total	114
Orzakblue	1ª 31-05-2011	22,68
	2ª 09-06-2011	33,51
	Produção total	56
O’Neal	1ª 26-05-2011	26,06
	Produção total	26
Nui	1ª 24-05-2011	37,62
	2ª 26-05-2011	29,19
	3ª 31-05-2011	27,34
	Produção total	94

As cultivares Southmoon, Ozarkblue e O’Neal, no que diz respeito ao período de colheita, apresentaram comportamento idêntico. Comportamento semelhante foi

observado por Jimenez *et al.* (2005), não obstante, o mesmo autor afirma ser possível realizar 4 a 5 colheitas nestas cultivares.

Os resultados obtidos no que diz respeito à produção e período de colheita, nesta fase de maturidade das plantas, permitem-nos apenas concluir que a acumulação de horas de frio foi suficiente para quebrar a dormência, mas não para avaliar o potencial produtivo das cultivares nem o período de colheita, o qual terá de ser aferido nos próximos anos.

4.7. Características dos frutos

4.7.1. Físicas

Na produção de frutos para consumo em fresco as características físicas destes são extremamente importantes. Os frutos de maior dimensão têm um maior valor comercial e facilitam a colheita. O peso médio dos frutos das diferentes cultivares, nas diferentes datas de colheita, variou entre 0,96 e 2,23 g, respectivamente na cultivar Misty e Nui (Tabela 11). Assim, o peso médio de cada fruto, na cultivar Nui foi o mais elevado (Fig. 27), seguindo-se os da cultivar Ozarkblue, Southmoon, Star, O'Neal e por último a Misty. Resultados semelhantes foram obtidos por Jimenez *et al.* (2005, 2009), Lyrene (1997), Bremer *et al.* (2008) e Vega-Galvez *et al.* (2009). Contudo, em ensaios realizados por Wood *et al.* (1989), o peso médio dos frutos da cultivar Nui, foi inferior aos das cultivares Ozarkblue, Southmoon e Star. Este comportamento pode estar relacionado com a maturidade das plantas (Bremer *et al.*, 2008) e/ou com as técnicas culturais. Segundo Molina *et al.* (2008), as características físicas dos frutos podem ser influenciadas pelas técnicas culturais.

O diâmetro transversal dos frutos está relacionado com as características genéticas da cultivar (Molina *et al.*, 2008). O diâmetro transversal variou entre 12,55 mm na “Misty” e 17,93 mm na “Nui” (Tabela 11). Estes valores estão dentro do intervalo de variação para os mirtilos, 10,1 a 22,5 mm (Rodrigues *et al.*, 1992). O diâmetro transversal dos frutos aumentou linearmente com o peso dos frutos (Fig. 28).

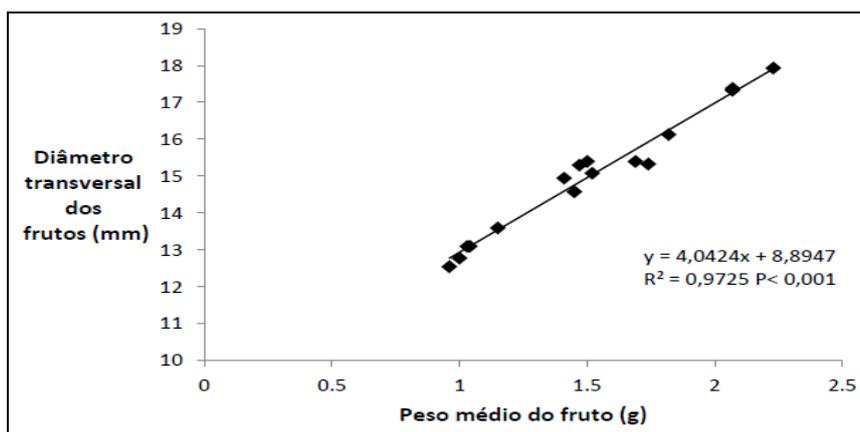


Fig. 28 – Relação entre o peso médio dos frutos e o diâmetro transversal.

Tabela 11 – Características físicas dos frutos nas respectivas datas de colheita

	Colheita	Peso mín. e máx./fruto (g)	Peso médio fruto (g)	Diâmetro transversal (1) (mm)
Star	1ª 11-05-2011	1,38-1,44	1,41	14,95
	2ª 16-05-2011	1,35-1,66	1,47	15,30
	3ª 26-05-2011	1,22-1,71	1,52	15,08
Misty	1ª 13-05-2011	0,92-1,26	1,03	13,10
	2ª 20-05-2011	0,94-1,11	1,04	13,10
	3ª 26-05-2011	0,92-1,06	0,96	12,55
	4ª 31-05-2011	0,87-1,13	1,00	12,78
	5ª 09-06-2011	0,89-1,34	1,15	13,60
Southmoon	1ª 31-05-2011	1,57-1,91	1,69	15,40
	2ª 09-06-2011	1,35-1,66	1,50	15,40
Orzakblue	1ª 31-05-2011	1,57-1,96	1,82	16,13
	2ª 09-06-2011	1,50-1,90	1,74	15,33
O'Neal	1ª 26-05-2011	1,13-1,69	1,45	14,58
Nui	1ª 24-05-2011	1,89-2,32	2,07	17,33
	2ª 26-05-2011	1,84-2,43	2,07	17,38
	3ª 31-05-2011	2,08-2,33	2,23	17,93

(1) Média de 10 frutos

4.7.2. Químicas

Os frutos de mirtilo devem ter no mínimo um “°brix” de 10%, mas o consumidor dá preferência a frutos com um teor em sólidos solúveis superiores a 12% (Bremer *et al.*, 2008).

A análise da tabela 12 permite-nos constatar que o “°brix” dos frutos nas diferentes datas de colheita foi superior a 12%. Os valores do “°brix” nos frutos do ensaio variaram entre um mínimo de 12,08% para a “Nui” e 14,55% para a “Star”.

Tabela 12 – Características químicas dos frutos nas respectivas datas de colheita

	Colheita	“°Brix” (%)	pH dos frutos
Star	1ª 11-05-2011	12,23 ± 0,68	(1)
	2ª 16-05-2011	13,73 ± 0,15	3,37 ± 0,049
	3ª 26-05-2011	14,55 ± 0,18	3,02 ± 0,056
Misty	1ª 13-05-2011	12,35 ± 0,35	(1)
	2ª 20-05-2011	12,58 ± 0,20	3,21 ± 0,042
	3ª 26-05-2011	12,38 ± 0,11	2,95 ± 0,021
	4ª 31-05-2011	12,30 ± 0,29	3,01 ± 0,024
	5ª 09-06-2011	14,10 ± 0,44	3,07 ± 0,021
Southmoon	1ª 31-05-2011	12,70 ± 0,31	3,06 ± 0,042
	2ª 09-06-2011	13,63 ± 0,21	2,92 ± 0,031
Orzakblue	1ª 31-05-2011	12,18 ± 0,41	2,91 ± 0,033
	2ª 09-06-2011	12,98 ± 0,26	2,88 ± 0,029
O’Neal	1ª 26-05-2011	12,85	3,14 (2)
Nui	1ª 24-05-2011	12,40 ± 0,36	2,80 ± 0,038
	2ª 26-05-2011	12,08 ± 0,31	2,72 ± 0,020
	3ª 31-05-2011	12,53 ± 3,14	2,77 ± 0,69

(1) Não se fez medição

(2) Amostra pequena para se determinar o erro padrão

Podemos constatar ainda que a média de “°brix” na última colheita de cada cultivar, foi sempre superior ao das colheitas anteriores, evidenciando maior concentração de sólidos solúveis.

No que diz respeito ao pH, este variou entre 2,72 e 3,37, para as cultivares Nui e Star, situando-se abaixo de 4,5, tal como refere Sousa *et al.* (2007). Molina *et al.* (2008) também encontrou valores de pH semelhantes aos encontrados para a cultivar Misty. Os valores mais baixos de pH ocorreram nas cultivares Nui e Ozarkblue (2,72 e 2,88 respectivamente). Podemos assim concluir que os frutos das cultivares estudadas apresentaram, no que diz respeito ao “°brix” e ao pH, valores padrão.

5. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos permite-nos concluir que, no que diz respeito às características químicas do solo:

A aplicação de 750 e 445 kg/ha de enxofre elementar (S^o), respectivamente no 1º e 2º ano, permitiu baixar o pH do solo na profundidade de 0 a 10 cm, na linha de cultura e na sua lateral a 20 cm da planta, para valores entre 4,61 e 5,48, os quais estão dentro do intervalo considerado adequado para o crescimento da cultura.

O pH do solo na profundidade de 0 a 10 cm, não foi afectado pela cultivar nem pela interacção cultivar * local de amostragem.

Os valores da condutividade eléctrica na profundidade de 0 a 10 cm, na linha de cultura e na sua lateral (20 cm), variaram entre 0,133 e 0,567 dS.m⁻¹. O que são valores considerados inferiores aos que afectam o crescimento da cultura (1,5-2,0 dS.cm⁻¹). A condutividade eléctrica foi afectada pela cultivar, mas não pelo local de amostragem. A interacção cultivar * local de amostragem, não foi significativa.

No que diz respeito ao crescimento, desenvolvimento, produção e qualidade dos frutos, as principais conclusões a salientar são:

As plantas cresceram significativamente ao longo de 2 anos, apresentando a cultivar Star e Ozarkblue ao fim deste período respectivamente 117 e 138 cm de altura. A cultivar Nui não ultrapassou os 65 cm, o que pode estar relacionado com o porte arbustivo aberto, com a sua estatura reduzida ou mesmo com a sua adaptação, para além de ter também apresentado sintomas de deficiência em ferro ao longo do ciclo.

As cultivares Misty, Star e Southmoon iniciaram a sua floração em Janeiro, o que pode ser prejudicial ao desenvolvimento floral devido à elevada probabilidade de ocorrência de geada.

As cultivares O'Neal, Ozarkblue e Nui iniciaram a sua floração no final de Fevereiro, estando assim menos sujeitas a quebras de produção devido à ocorrência de geada.

O período de floração para as cultivares estudadas variou entre 8 e 10 semanas e o período de maturação e desenvolvimento dos frutos entre 4 e 8 semanas.

O número de horas de frio acumulado foi suficiente para quebrar a dormência, pois todas as cultivares apresentaram frutos. As produções foram baixas como era de esperar, no entanto na “Star” e “Misty” foram alcançadas produções de 214 e 612 g planta⁻¹, respectivamente.

O período de colheita dos frutos teve início em meados de Maio e decorreu até meados de Julho. As cultivares Misty, Star e a Southmoon foram as mais precoces.

O “brix” dos frutos das diferentes cultivares foi sempre superior a 12%, o que é exigido para o mirtilo, que deve ter um mínimo de 10%. Os valores do “brix” variaram entre 12,08% e 14,55%, respectivamente nas cultivares Nui e Star.

O pH dos frutos das diferentes cultivares foi sempre inferior a 4,5, o que é um requisito para o mirtilo. Os valores obtidos variaram entre 2,72 e 3,37, respectivamente nas cultivares Nui e Star.

Tendo em consideração que este estudo foi efectuado no 2º ano de cultura, os resultados obtidos sobre o comportamento das cultivares neste clima são preliminares, mas promissores. Assim, é extremamente importante dar continuidade a este estudo, analisando o crescimento e desenvolvimento da cultura nos próximos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abenza, R. G. e Cortés, F. M. (1989). Cálculo de la temperatura instantánea del aire a partir de la máxima y mínima diaria y el análisis de Fourier. Aplicaciones en la cuenca del seguro. *Paralelo*. 37 (13): 113-125.
- Abreu, J. P. M. de M. (1985). *As geadas: conceitos, génese, danos e métodos de protecção*. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Albrigo, L.G., Freeman, B. e Lyrene, P.M. (1980). Waxes and other surface characteristics of fruit and leaves of native *Vaccinium elliotti* champ. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 105: 230-235.
- Antunes, L. E. C., Carpenedo, S., Gonçalves, E. D., Ristow, N. C. e Trevisan, R. (2010). *Comportamento de variedades de mirtilero sob cultivo agroecológico*. Embrapa. Comunicado técnico. 8 pp.
- Antunes, L. E. C., Carpenedo, S., Gonçalves, E. D., Ristow, N. C. e Trevisan, R. (2008). Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 43 (8): 1011-1015.
- Antunes, L. E. C., Moura, G. C., Finkenauer, D., Carpenedo, S. e Vizzoto, M. (2007). *Caracterização físico-química de mirtilos cv Bluegem submetidos a diferentes coberturas de solo por dois ciclos produtivos*. 8 pp. (Disponível em Fevereiro de 2011: <http://www.grupocultivar.com.br>)
- Ballington, J. (2009). *Blueberry varieties around the world*. Seminário apresentado no Chile. (Disponível em Agosto de 2011: <http://www.asoex.cl>)
- Bañados, M.P. (2006). *Dry weight and ¹⁵N-nitrogen and partitioning, growth, and development of young and mature blueberry plants*. Tese de Mestrado

apresentada à Universidade Estatal de Oregon. (Disponível em Janeiro de 2010: <http://ir.library.oregonstate.edu/>)

Barioglio, C. F. (2006). *Diccionario de las ciencias agropecuárias*. Encuentro grupo editor. 119 pp.

Bowling, B. L. (2005). *The berry grower's companion*. Timber Press, Inc. Portland.

Brazelton, D. (2010). *A grower's guide to prune highbush blueberries*. (Disponível em Janeiro de 2010: <http://media.oregonstate.edu/>)

Bremer, V., Crisosto, G., Molinar, R., Jimenez, M., Dollahite, S. e Crisosto, C. H. (2008). San Joaquin Valley blueberries evaluated for quality attributes. *California Agriculture*. 62 (3): 91-96.

Bryla, D. R. (2011). Crop evapotranspiration and irrigation scheduling in blueberry. In: Gerosa, G. (Ed.). *Evapotranspiration – from measurements to agricultural and environmental applications*. InTech. (9): 167-186.

Bryla, D. R., Gartung, J. L. e Strik, B. C. (2011). Evaluation of irrigation methods for highbush blueberry – I. Growth and water requirements of young plants. *HortScience*. 46 (1): 95-101.

Bryla, D. R. e Machado R. M. A. (2011). Comparative effects of nitrogen fertigation and granular fertilizar application on growth and availability of soil nitrogen during establishment of highbush blueberry. *Frontiers in plant science*. 2: 1-8.

Bryla, D. R., Shireman, A. D. e Machado, R. M. A. (2010). Effects of method and level of nitrogen fertilizer application on soil pH, electrical conductivity, and availability of ammonium and nitrate in blueberry. *Acta Horticulturae*. 868: 95-101.

- Bryla, D. R., Yorgey, B. e Shireman, A. D. (2009). Irrigation management effects on yield and fruit quality of highbush blueberry. *Acta Horticulturae*. 810: 649-656.
- Clark, J. R. e Moore, J. N. (1991). Southern highbush blueberry response to sawdust mulch. *HortTechnology*. 52-54 pp.
- Coletti, R. (2009). *Fenologia, produção e superação da dormência do mirtilo em ambiente protegido*. Tese de Mestrado apresentada à Universidade de Passo Fundo. (Disponível em Janeiro de 2011: <http://www.upf.br/>)
- Costello, R. C. (2011). *Suitability of diverse composts as soil amendments for highbush blueberry Vaccinium corymbosum L.* Tese de Mestrado apresentada à Universidade Estatal de Oregon. (Disponível em Abril de 2011: <http://ir.library.oregonstate.edu/>)
- DeFrancesco, J. (2004). *Pest management strategic plan for Oregon and Washington Blueberries*. 62 pp. (Disponível em Janeiro de 2011 em: www.ipmcenters.org)
- Demchak, K. (2008). *The mid-Atlantic berry guide for commercial growers*. Pennsylvania State University. (9), 109–160.
- Eck, P., Gough, R. E., Hall, I. V. e Spiers, J. M. (1990) Blueberry management. In: Galletta, G. J., Himmelrick, D. G. (Ed.). *Small fruit crop management*. 273-333 pp.
- Eck, P. (1988). *Blueberry Science*. Rutgers University Press. NewBrunswick, New Jersey.
- Ehret, D., Frey, B., Forge, T., Helmer, T., Bryla, D. R. (2012). Effects of drip irrigation configuration and rate on yield and fruit quality of young highbush blueberry plants. *HortScience*. 47 (3): 414-421.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (1998). *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water*. Irrigation and drainage papers n° 56. Rome.
- Fonseca, L. L. e Oliveira, P. B. (2007) A planta de mirtilo – Morfologia e fisiologia. *Folhas de divulgação AGRO 556*, n° 2.
- Gaskell, M. (2005). *Blueberry guide*. University of California Cooperative Extension. (Disponível em Outubro de 2010: <http://sfp.ucdavis.edu/crops/blueberries/guide/>)
- Garcia, M. E. (2009). *Blueberry production in the home garden*. University of Arkansas. (Disponível em Fevereiro de 2011: <http://www.uaex.edu>)
- Gough, R. E. (1991). *The highbush blueberry and its management*. Food Products Press. New York.
- Granatstein, D. e Mullinix, K. (2008). Mulching options for northwest organic and conventional orchards. *HortScience*. 43(1): 45-50.
- Hanson, E. e Hancock, J. (1996). *Managing the nutrition of highbush blueberries*. (Extension bulletin E 2011).
- Hart, J., Strik B., White L., Yang W. (2006). *Nutrient management for blueberries in Oregon*. (EM 8918). Oregon State University.
- Haviland, D. e Hernandez, N. (2010). *Development of management programs for white grubs in California*. (Disponível em Setembro de 2011: <http://www-pub.iaea.org/>)
- Heidenreich, C. (2007). Blueberry pruning brush-up-no pun intended. *New York Berry News*. 6 (1).

- Horneck, D., Hart, J., Stevens, R., Petrie, S. e Altland, J. (2004). *Acidifying soil for crop production west of the cascade mountains*. (EM 8857-E). Oregon State University.
- Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas. (2005). *Manual de fertilização das culturas*. INIAP. Lisboa.
- Jimenez, M. (2009). *Blueberry production techniques*. (Comunicação: 15-16) (Disponível em Fevereiro de 2011: <http://sfp.ucdavis.edu/>).
- Jimenez, M., Carpenter, F., Molinar, R. H., Wright, K., Day, K. D. (2005). Blueberry research launches exciting new California specialty crop. *California Agriculture*. 59 (2).
- Krewer, G. e NeSmith, D. S. (2006). *Blueberry cultivars for Georgia*. (Disponível em Abril de 2009: <http://www.smallfruits.org/>).
- Krewer, G. e NeSmith, D. S. (2001). *Blueberry fertilization in soil*. University of Georgia Extension Fruit publication 01-1. (Disponível em Abril de 2009: <http://www.smallfruits.org/>).
- Krewer, G., Ruter, J. M., NeSmith, D. S., Thomas, D., Sumner, P., Harrison, K., Westberry, G., Mullinix, B. e Knox, D. (1997). Preliminary report on the effect of tire chips as a mulch and substrate component for blueberries. *Acta Horticulturae*. 446: 309-318.
- Krewer, G., NeSmith, D. S., Cline, B. *Southeast regional blueberry horticulture and Growth Regulator Guide*. (Disponível em Abril de 2009: <http://www.smallfruits.org/>).
- Larco, H. O. (2010). *The effect of planting method, weed management, and fertilizer on plant growth and yield of newly established organic highbush blueberries*. Tese de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de

- Oregon. (Disponível em Fevereiro de 2010: <http://ir.library.oregonstate.edu/>)
- Lyrene, P. (1997). *Blueberry plant called Southmoon*. Gainesville, FL. (Disponível em Outubro de 2011: <http://www.freepatentsonline.com/>)
- Lockwood, D. W. (1999). *Berries – Pruning blueberries*. University of Tennessee. 1-4 pp.
- Mainland, C. M., Buchanan, D. W. e Bartholic, J. F. (1977). The effects of five chilling regimes on bud break of highbush and rabbiteye blueberry hardwood cuttings. *HortScience*. 12: 441.
- Martin, R., Linderman, R., Pinkerton, J., Scagel, R. e Yang, W. (2001). Oregon blueberry survey, 2001 special publication of the agricultural research service and Oregon State University. 50 pp. (Disponível em Fevereiro de 2011: <http://www.ars.usda.gov/>)
- Martino, L. S., Manavella, F. e Caminiti, A. (2008). *Jardín de introducción de arándanos y manejo del cultivo en el valle de Los Antiguos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (Disponível em Abril de 2011: <http://orton.catie.ac.cr/>)
- Molina, J. M., Calvo, D., Medina, J. J. (2008). Fruit quality parameters of some Southern highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in Andalusia. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 6 (4): 671-676.
- Moreno, M. A., Moreno J. V., Ochoa J. C. (2010). Arándano perfil comercial. Secretaría de desarrollo rural direccion de comercialización y planeación. (Comunicação) (Disponível em Fevereiro de 2010: <http://seder.col.gob.mx/>)
- Patten, K. D., Neuendorff, E. W., Leonard, A. T. e Haby, V. (1988). Mulch and irrigation placement effects on soil chemistry properties and rabbiteye

blueberry plants irrigated with sodic water. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 113: 4-8.

Petri, J. L. e Herter, F. G. (2004). Dormência e indução à brotação. In: Monteiro, L. B., Mio, L. L. M. D., Serrat, B. M. Mota, A. C. e Cuquel, F. L. *Fruteiras de caroço: uma visão ecológica*. 119-127 pp.

Pinto, C. M. P. (2007). *Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (Vaccinium corymbosum L.)*. Tese de Mestrado apresentada à Universidade Austral do Chile. (Disponível em Fevereiro de 2011: <http://cybertesis.uach.cl/>)

Prior, L. R., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G. e Mainland, M. (1998). Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* species. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 46 (7): 2686-2693.

Prodorutti, D., Pertot, I., Giongo, L. Gessler, C. (2007) Highbush Blueberry: cultivation, protection, breeding and biotechnology. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. 1 (1): 44-56.

Rodrigues, R.M.A., Oderiz, M. L. V., Simal-Lozano, J., López, H. J. (1992). Estudio de la composición química de pequeños frutos, arándano, framboesa, groselha branca, grosella negra, grosella roja y zarzamora producidos en Galicia. *Industria conserve*. 67 (1): 29-33. (Disponível em Fevereiro de 2010: <http://cat.inist.fr/>)

Rubio, J. C. G., González de Lena, G. G. *Guía de cultivo – Orientaciones para el cultivo del arándano*. Servicio regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (Disponível online em Julho de 2011: www.serida.org)

- Santos, J. Q. (2002). *Fertilização – Fundamentos da utilização dos adubos e corretivos*. Publicações Europa-América. Mem-Martins.
- Santos, A. M. e Raseira, M. C. B. (2002). O cultivo do mirtilo. *Documentos 96*. (Disponível em Fevereiro de 2011: www.cpact.embrapa.br)
- Serrado, F., Pereira, M., Freitas, S., Martins, S., Dias, T. (2008). *Mirtilos – guia de boas práticas para produção, promoção e comercialização*. (Disponível em Novembro de 2009: www.mirtilusa.com)
- Silva, R. P., Dantas, G. G., Naves, R. V. e Cunha, M. G. (2006). *Comportamento fenológico de videira cultivar Patrícia em diferentes épocas de poda de frutificação em Goiás*. 65 (3): 399-406. (Disponível em Setembro de 2010: <http://www.scielo.br/>)
- Sharp, R. H. e Darrow, G. M. (1959). Breeding blueberries for the Florida climate. *State Horticultural Society*. 72: 308-311.
- Sousa, M. B., Curado, T., Vasconcellos, F. N. e Trigo, M. J. (2007). Mirtilo – Qualidade pós-colheita. *Folhas de divulgação AGRO 556*, nº 8.
- Spiers, J. M. (1998). Establishment and early growth and yield of “Gulfcoast” southern highbush blueberry. *HortScience*. 33 (7): 1138-1140.
- Trehane, J. (2004). *Blueberries, Cranberries and Other Vacciniums*. Timber press. Londres.
- Troop, P.A. e Hanson, E. J. (1997). Effect of application date on absorption of nitrogen by highbush blueberry. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 122 (3): 422-426.
- Valenzuela-Estrada, L. R., Vera-Caraballo, V., Ruth, L. E., Eissenstat, D. M. (2008). Root anatomy, morphology, and longevity among root orders in

Vaccinium corymbosum (Ericaceae). *American Journal of Botany*. 95 (12): 1506-1514.

Veazie, P. P., Collins, J. K., Clark, J. R. e Agee, J. (1994). Postharvest quality of southern highbush blueberries. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 107: 269-271.

Vega-Galvez, A., Lemus-Mondaca, R., Tello-Ireland, C., Miranda, M. e Yagnam, F. (2009). Kinetic study of convective drying of blueberry variety O'Neal (*Vaccinium corymbosum* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 69 (2): 171-178.

Wood, F. H. (1989). *Blueberry – Variety Nui*. Ruakura Agricultural Research Centre. (Disponível em Maio de 2011: <http://ip.com>)

Zee, F., Hummer, K., Nishijima, W., Kai, R., Strauss, A. Yamasaki, M. e Hamasaki, R. T. (1996). Preliminary yields of Southern highbush blueberry in Waimea, Hawai'i. *Fruit and Nuts*. 12 pp.

Fontes digitais:

www.spectrumanalytic.com

www.uaex.edu

www.blueberries.msu.edu

(Anónimo, 2007) www.vulgarisation.net/Myrtille-AAI.pdf

www.media.oregonstate.edu/index.php/

www.blueberriesnz.co.nz

www.fallcreeknursery.com

www.feiradomirtilo.pt/pt/node/39

www.blueberries.msu.edu/pdf/growthstages.pdf