Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Estudo da fenologia de distintas variedades de pistacheiro face às condições do meio e de cultivo

Dissertação de mestrado em Engenharia Agronómica

Bárbara dos Santos Correia

Orientação: Ana Paula Calvão Moreira da Silva (UTAD)

Coorientação: David Pérez López (UPM)

Vila Real, Janeiro de 2018

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Estudo da fenologia de distintas variedades de pistacheiro face às condições do meio e de cultivo

Dissertação de mestrado em Engenharia Agronómica

Bárbara dos Santos Correia

Orientação: Ana Paula Calvão Moreira da Silva (UTAD)

Coorientação: David Pérez López (UPM)

Composição do Júri:

_____

_____

_____

Vila Real, Janeiro de 2018

Este trabalho foi realizado no âmbito da dissertação de mestrado em Engenharia Agronómica. Todas as ideias apresentadas são responsabilidade do autor.

Agradecimentos

Um grande agradecimento

Aos amigos do coração pela força e amor, dando-me a possibilidade de enfrentar todos os desafios da minha vida.

À grande equipa do Centro Agrário *El Chaparrillo* pelo conhecimento, conforto e pelos bons momentos de trabalho. Em especial ao David López e ao Stefano Armadoro.

À família, que desde sempre me apoio e me mostrou o encanto da vida.

À minha orientadora, Ana Paula Silva, pelo seu tempo, trabalho, apoio e conhecimento.

E a todos os outros que se cruzaram na minha vida e que deixaram a sua marca.

"(…) que se antes de cada acto nosso nos puséssemos a prever todas as consequências dele, a pensar nelas a sério, primeiro as imediatas, depois as prováveis, depois as possíveis, depois as imagináveis, não chegaríamos sequer a mover-nos de onde o primeiro pensamento nos tivesse feito parar."

José Saramago (1995)

Resumo

O presente trabalho decorreu na quinta experimental *La Entresierra*, que pertence ao Centro Agrário *El Chaparrillo*, localizado em *Ciudad Real*, *Castilla-La Mancha*, Espanha. A componente prática foi realizada entre março e agosto do ano 2017.

O objetivo principal deste trabalho foi o acompanhamento da fenologia de diferentes cultivares, especificamente a evolução floral e o desenvolvimento do fruto, e a influência de quatro porta-enxertos no comportamento da árvore, face às condições de cultivo e do meio no ano de 2017. Este trabalho pretende também contribuir para a obtenção de dados sobre o desenvolvimento das inflorescências, especificamente data de início e fim e duração dos estados fenológicos, e sobre o desenvolvimento do fruto, dada a escassez de estudos existentes sobre estes aspetos.

Em relação à evolução floral, todas as cultivares femininas e masculinas apresentaram regularidade e antecipação no desenvolvimento das suas inflorescências, devido às condições meteorológicas favoráveis, ou seja, satisfação das horas de frio e unidades de calor, temperaturas primaveris amenas, verão quente e baixas precipitação e humidade relativa. Também se verificou a influência do porta-enxerto, especificamente *Pistacia terebinthus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia integerrima* e *Pistacia vera*, no desenvolvimento das inflorescências femininas, apesar de pouco acentuada. De facto, a maior influência do porta-enxerto verifica-se em muitas outras características da árvore, como por exemplo no seu vigor. A nível agronómico, a prática mais indicada, em relação a esta influência, seria a utilização de diferentes polinizadores, de modo a garantir sempre a existência de pólen durante a recetividade do estigma.

Relativamente aos parâmetros biométricos, o peso fresco e seco de pistácio e força de rutura da casca aumentaram ao longo da maturação do fruto, onde o primeiro e o último apresentaram a mesma tendência, uma curva sigmoide. Adicionalmente, comparou-se a evolução do peso fresco e dureza da casca, onde se verificou uma sobreposição da evolução destes parâmetros. Alguns estudos já tinham confirmado este facto, contudo novos estudos sobre a evolução dos diversos parâmetros do desenvolvimento do fruto são necessários, para assim ser possível definir com rigor as várias fases da evolução do fruto.

Por fim, tal como na evolução floral, verificou-se a influência dos porta-enxertos *Pistacia terebinthus* e *Pistacia atlantica* no desenvolvimento do fruto. Contudo, os resultados não foram conclusivos relativamente ao porta-enxerto que poderia ter maior influência nestes parâmetros do fruto, pois os limites obtidos não foram uniformes. Os estudos existentes são reduzidos e, por vezes, contraditórios, o que implica a realização de novos ensaios, noutros locais e com um maior número de cultivares e de porta-enxertos, assim como um maior número de anos de observação, para a obtenção de dados estatisticamente conclusivos e um tratamento estatístico mais abrangente.

Em suma, todos os dados obtidos, relativos apenas ao ano 2017, terão de ser repetidos por mais anos de forma a obterem-se dados mais consistentes.

Palavras-chave: Evolução floral; Sincronização floral fêmea-macho; Desenvolvimento do fruto; Influência do porta-enxerto.

Abstract

The present work was carried out in the experimental farm *La Entresierra*, belonging to the *El Chaparrillo* Agrarian Centre, located in Ciudad Real, Castilla-La Mancha, Spain. This experiment took place between March and August 2017.

The main objective of this work was the monitoring of the phenological aspects of different cultivars, specifically the floral evolution and development of the fruit, and the influence of four rootstocks on the behaviour of the tree, in relation to the conditions of cultivation and the environment of 2017. In addition, this work aims to contribute to obtaining on the development of inflorescences, specifically the date of beginning, end and duration of the phenological stages and the development of the fruit, by measuring fresh and dry weight and determining the rupture force of the shell.

In relation to the floral evolution, all the feminine and male cultivars presented regularity and anticipation of the development of their inflorescences, due to the favourable meteorological conditions, i.e., chill hours and heat units satisfied, mild spring temperatures, hot summer and low rainfall and relative humidity. The influence of the rootstock, specifically *Pistacia terebinthus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia integerrima*

and *Pistacia vera*, on the development of the female inflorescences, although not accentuated, was also verified. In fact, this influence is proven in many characteristics of the tree, for example the vigour. At the agronomic level, the best practice in relation to this influence would be the use of different pollinators to always guarantee the existence of pollen during the stigma receptivity.

Regarding the biometric parameters, the fresh and dry weight of pistachio and rupture strength of the shell increased during the maturation of the fruit, where the first and last showed the same tendency, a sigmoid curve. In addition, the evolution of the fresh weight and hardness of the shell were compared, where the evolution of these parameters was overlapped. Some studies have already confirmed this fact, however, new studies on the evolution of the various parameters of fruit development are necessary, so that it is possible to define with rigor the various phases of fruit evolution.

Finally, as in floral evolution, the influence of *Pistacia terebinthus* and *Pistacia atlantica* rootstocks on fruit development was verified. However, the results were not conclusive with respect to the rootstock that could have greater influence on the size of the fruit, since the obtained limits were not uniform. The existing studies are small and sometimes contradictory, which implies further testing elsewhere and with a greater number of crops and rootstocks, as well as several years of observations to obtain data statistically conclusive and more comprehensive statistical treatment.

All data obtained for the year 2017 will have to be repeated for more years to obtain more consistent data.

Keywords: Floral evolution, Female-male floral synchronization; Fruit development; Influence of rootstock.

Índice

Resumo

1. Introdução 1

1.1. Contextualização 1

1.2. Objetivos do trabalho 2

2. Revisão bibliográfica 4

2.1. Cultivo e distribuição geográfica do pistacheiro 4

2.1.1. Origem 4

2.1.2. Área 4

2.1.3. Produção 5

2.1.4. Importações 6

2.1.5. Exportações 7

2.1.6. Consumo 8

2.2. Botânica 9

2.2.1. Classificação taxonómica 9

2.2.2. Morfologia 9

2.3. Exigências edafoclimáticas 13

2.3.1. Clima 13

2.3.1.1. Precipitação 13

2.3.1.2. Temperatura 14

2.3.1.3. Horas de frio 15

2.3.1.4. Unidades de calor 16

2.3.1.5. Geadas primaveris 17

2.3.1.6. Humidade relativa 17

2.3.2. Solo 18

2.4. Fenologia 19

2.4.1. Desenvolvimento vegetativo e diferenciação de gomos.....19
2.4.2. Floração: Estados fenológicos.....21
2.4.3. Polinização.....23
2.4.4. Fecundação.....24
2.4.5. Formação e desenvolvimento do fruto.....24
2.4.6. Ciclo anual da árvore do pistácio.....26
2.5. Cultivares de pistacheiro.....29
2.5.1. Exemplares por país de origem ou introduzidas.....29
2.5.2. Caracterização de cultivares.....30
2.5.2.1. Qualidade do fruto.....30
2.5.2.2. Aspetos fisiológicos.....30
2.5.2.3. Período de floração.....32
2.5.2.4. Produtividade.....32
2.5.3. Caracterização e eleição de cultivares masculinas.....34
2.6. Porta-enxertos.....34
2.6.1. Caracterização dos principais porta-enxertos.....35
2.6.1.1. *Pistacia terebinthus*.....35
2.6.1.2. *Pistacia atlantica* Desf.....36
2.6.1.3. *Pistacia integerrima* S.....37
2.6.1.4. *Pistacia vera* L.....38
2.6.1.5. UCB1.....38
2.6.1.6. Pioner Gold II.....39
2.6.2. Influência do porta-enxerto.....39
3. Materiais e métodos.....41
3.1. Quinta experimental *La Entresierra*.....41
3.1.1. Delineamento experimental.....41
3.1.2. Caracterização edáfica do local de ensaios.....42

3.1.3. Caracterização climática do local de ensaios 43
3.2. Seguimento fenológico: floração 43
3.3. Desenvolvimento do fruto 45
3.4. Análise estatística 46
4. Resultados e discussão 47
4.1. Dados climáticos 47
4.2. Seguimento fenológico: floração 50
4.2.1. Cultivares femininas da parcela A 50
4.2.1.1. Seguimento fotográfico 50
4.2.1.2. Estados fenológicos 51
4.2.1.2.1. Evolução floral 51
4.2.1.2.2. Duração dos estados fenológicos 56
4.2.1.3. Influência de porta-enxertos nas oito cultivares femininas 60
4.2.2. Cultivar Sirora da parcela C 66
4.2.2.1. Seguimento fotográfico 66
4.2.2.2. Estados fenológicos 66
4.2.2.2.1. Evolução floral 67
4.2.2.2.2. Duração dos estados fenológicos 67
4.2.3. Cultivares masculinas da parcela B 68
4.2.3.1. Seguimento fotográfico 69
4.2.3.2. Estados fenológicos 69
4.2.3.2.1. Evolução floral 69
4.2.3.2.2. Duração dos estados fenológicos 77
4.2.3.3. Sincronização floral entre cultivares femininas e masculinas 80
4.3. Desenvolvimento do fruto 82
4.3.1. Evolução do peso fresco e seco do fruto 82
4.3.2. Evolução da dureza da casca 87

4.3.3. Influência do porta-enxerto no desenvolvimento do fruto na parcela A 90
5. Conclusão 95
6. Bibliografia 98
7. Anexos 109
Anexo 1 – Cultivares femininas da parcela A 109
Anexo 2 – Cultivar Sirora da parcela C 113
Anexo 3 – Cultivares masculinas da parcela B 114
Anexo 4 – Desenvolvimento do fruto 118
Anexo 5 – Seguimento fotográfico da floração 127

Índice de figuras

Figura 1 – Localização geográfica do Centro Agrário *El Chaparrillo* e da quinta experimental *La Entresierra*. Fonte: *Google Earth Pro*. 1
Figura 2 – Distribuição da produção de pistácio por continente, nomeadamente África, Américas, Asia, Europa e Oceânia. Fonte: *FAOSTAT*[12]. 5
Figura 3 – Quantidades de produção de pistácio, em toneladas, por país. Fonte: *FAOSTAT*[12]. 5
Figura 4 – Importação de pistácio em Portugal desde 1961 a 2013[16]. Fonte: *FAOSTAT*. 7
Figura 5 – Classificação taxonómica da espécie *Pistacia vera* L. 9
Figura 6 – Árvore do pistácio. Cultivar Kerman enxertada em *Pistacia vera* L.....10
Figura 7 – (A) Folhas de *Pistacia vera* L., compostas trifoliadas imparipenadas, da cultivar Sirora *(*28 de maio de 2017). (B) Gomos de *Pistacia vera* L. da cultivar Sirora (24 de agosto de 2017). 11
Figura 8 – Inflorescências de *Pistacia vera* L. cv. feminina Larnaka (A) e masculina C-especial (B). As fotografias foram tiradas no dia 12 e 06 de abril de 2017, respetivamente. 12
Figura 9 – Fruto do pistacheiro constituído pela semente (parte comestível), casca (endocarpo) e cascarão (epicarpo e mesocarpo). Cv. feminina Sirora. (24 de agosto de 2017). Fonte: Autor.....13
Figura 10 – Diferentes componentes do fruto de cv. Sirora, nomeadamente o cascarão (A), casca (B) e semente (C) (24 de agosto de 2017). Fonte: Autor.....13
Figura 11 – Desenvolvimento da inflorescência feminina de Kerman x *P. terebinthus*. São apresentados os diferentes estados fenológicos, desde o inchamento do gomo (B) até ao vingamento do fruto (F). O acompanhamento fenológico foi realizado no período de floração de 2017 na exploração *La Entresierra,* do Centro Agrário *El Chaparrillo*.....22
Figura 12 – Desenvolvimento da inflorescência masculina de Peter x *P. terebinthus*. São apresentados os diferentes estados fenológicos, desde a abertura das brácteas (C) até à emissão de pólen (F). O acompanhamento fenológico foi realizado no período de floração de 2017 na exploração *La Entresierra*, do Centro Agrário *El Chaparrillo*.....23
Figura 13 – Início da formação do fruto após a fecundação (13 de maio de 2017). 24

Figura 14 – Desenvolvimento do fruto desde maio a agosto. (A) Estado do fruto a 10 de junho de 2017. (B) Estado do fruto a 27 de julho de 2017. (C) e (D) Estado do fruto a 24 de agosto. Fonte: Autor. 25
Figura 15 – Representação das sete fases pertencentes ao ciclo anual da árvore do pistácio, em particular floração (A), formação e desenvolvimento do fruto (B), crescimento vegetativo (C), diferenciação de gomos (D), colheita (E), queda da folha (F) e repouso invernal (G). Fonte: Autor.....26
Figura 16 – Início da floração das árvores de pistácio na parcela da coleção de cultivares, na quinta experimental *La Entresierra* (30 de março de 2017). 27
Figura 17 – Racimo de pistácios da cultivar Sirora a 28 de maio de 2017. (B) Frutos de cultivar Sirora totalmente desenvolvidos, a 24 de agosto de 2017. 27
Figura 18 – Início da rebentação, seguido pela formação de folhas (30 de março de 2017). Estado fenológico C das inflorescências femininas da cultivar Napoletana...28
Figura 19 – Espécie *Pistacia terebinthus* utilizada como porta- enxerto.....35
Figura 20 – Espécie *Pistacia atlantica* Desf. utilizada como porta-enxerto. 36
Figura 21 – Espécie *Pistacia integerrima* Stewart utilizada como porta-enxerto.....37
Figura 22 – Espécie *Pistacia vera* L. (cultivar Kerman), utilizada como porta-enxerto, mas destaca-se por ser a única espécie que produz o fruto comestível, o pistácio. 38
Figura 23 – Quinta experimental *La Entresierra* e respetivas parcelas onde foram realizados os ensaios. Parcela A (linha vermelha); parcela B (linha azul); e parcela C (linha verde). Imagem obtida através do *Google Earth Pro* (28.05.2017). 41
Figura 24 – (A) Após a medição do peso fresco de cada cultivar, estes são posteriormente colocados numa estufa durante 48h a 100 ºC. (B) Utilização do penetrómetro para a determinação da força de rutura da casca do fruto de cada cultivar. 46
Figura 25 – Inflorescências das cultivares femininas Kerman em estado B (A) e Larnaka em estado C (B), enxertadas em *Pistacia atlantica*. Ambas as fotografias foram obtidas no dia 22 de março, primeiro dia de observação. 52
Figura 26 – Valores médios do início e fim de cada estado fenológico em cada cultivar feminina. Estão também apresentados os respetivos desvios padrão. Os

estados florais (B, C, D, E e F) têm uma cor associada, apresentada no canto superior esquerdo da figura. 53
Figura 27 – Inflorescências das cultivares femininas Napoletana em estado D (A) e Aegina em estado E (B), enxertadas em *P. terebinthus*. As fotografias foram obtidas no dia 7 e 10 de abril, respetivamente. 54
Figura 28 – Inflorescência da cultivar feminina Ashoury em estado F, enxertada em *P. terebinthus* (19.04.2017). 55
Figura 29 – Duração média de três estados fenológicos (C, D e E) das oito cultivares em estudo. As colunas sombreadas na base representam as cultivares, que na primeira observação, continham inflorescências total e/ou parcialmente em estado C. 57
Figura 30 – Número de dias em que as oitos cultivares estiveram recetivas ao pólen emitido pelas cultivares masculinas. 58
Figura 31 – Duração média de recetividade ao pólen, em dias do calendário juliano, das oito cultivares estudadas. 59
Figura 32 – Duração em dias do calendário juliano, das distintas fases (B_f a F_i) nos diferentes quatro porta-enxertos das oito cultivares estudadas. 61
Figura 33 – Local de ensaios da cultivar feminina Sirora, parcela C (06.04.2017). 66
Figura 34 – Valor médio, em dia do calendário juliano, do início e fim de cada estado fenológico, de B_f a F_i, da cultivar Sirora. É igualmente apresentado o seu período de recetividade (rec.) ao pólen representado a vermelho. 67
Figura 35 – Duração média de 3 estados fenológicos (C, D e E) e da recetividade ao pólen na cultivar feminina Sirora. 68
Figura 36 – (A) Placa informativa da coleção de cultivares masculinas de *Pistacia vera* L. na quinta experimental *La Entresierra*. (B) Fotografia do local de ensaios das cultivares masculinas em estudo (parcela B). 69
Figura 37 – Inflorescências masculinas da cultivar Guerrero em Estado B (A) e da cultivar M-502 em estado C (B). Ambas as fotografias foram captadas dia 16 de março de 2017. 70
Figura 38 – Valores médios, em DCJ, do início e fim de cada estado fenológico em cada cultivar masculina. 71
Figura 39 – Inflorescências masculinas da cultivar Peter em Estado D, a 30.03.2017 (A), e da cultivar 02-18 em estado E, a 06.04.2017 (B). 72

Figura 40 – Inflorescências masculinas da cultivar Egino (A) e Mateur M. (B) em Estado F. Ambas as fotografias foram captadas dia 10 de abril de 2017. 73
Figura 41 – Inflorescência masculina da cultivar M-B em estado G (19.04.2017). 74
Figura 42 – Emissão de pólen, em dias do calendário juliano, das 21 cultivares masculinas estudadas. 76
Figura 43 – Duração dos estados fenológicos D, E e F das cultivares masculinas em estudo. As três barras azuis que apresentam uma gradação de cor, nomeadamente Peter-1, Peter (T-41) e M-B, indicam que não foi possível obter dados do início do estado E, devido à falta de observações nos dias anteriores. 78
Figura 44 – Evolução do peso fresco de pistácio, em gramas, nas nove cultivares estudadas. 83
Figura 45 – Maturação do pistácio das 9 cultivares em estudo no dia 27 de julho de 2017. 84
Figura 46 – Evolução do peso seco, em gramas, de pistácio nas nove cultivares estudadas. 86
Figura 47 – Evolução da dureza da casca de pistácio nas nove cultivares estudadas, pela determinação da força de rutura, em MPa. 88
Figura 48 – Força de rutura da casca, em Mega Pascal, e do peso fresco, em gramas, com o objetivo de comparar a evolução de cada parâmetro. A linha azul diz respeito à evolução média da força de rutura da casca e a linha vermelha à evolução média do peso fresco do fruto, reunindo todos os valores de todas as cultivares do estudo. 89

Índice de tabelas

Tabela I – Evolução da área de cultivo de árvores de pistácio, em hectares, nos principais países produtores, entre os anos 1961 e 2014[11]. 4

Tabela II – Evolução da produção de pistácio, em toneladas, dos países com maior influência na produção do fruto[12]..... 6

Tabela III – Quantidade, em toneladas, de pistácio importado em vários países[16]..... 7

Tabela IV – Valores da quantidade de pistácio exportado, em toneladas, nos maiores países produtores[16]. 8

Tabela V – Valores de 2014 sobre o consumo total, em toneladas (t), e o consumo *per capita*, em quilogramas por ano, em vários países[19]..... 8

Tabela VI – Cultivares, femininas e masculinas, presentes nos principais países produtores de pistácio. 29

Tabela VII – Caracterização de cultivares em função da qualidade do fruto (tamanho, forma e rendimento casca/semente), aspetos fisiológicos (alternância, frutos ocos e deiscência), período de floração, vigor, período juvenil e produtividade. 33

Tabela VIII – Sincronização entre as florações de diferentes cultivares femininas e respetivas cultivares masculinas. Onde *X* representa boa sincronização entre ambas as florações e X_1 e X_2 sincronização com os primeiros e últimos dias de floração da cultivar feminina, respetivamente. 34

Tabela IX – Valores climáticos de *Ciudad Real* entre outubro de 2016 e agosto 2017, obtidos através da estação meteorológica *La Entresierra*. Em agosto os valores apresentados são até dia 28, exceto em UC que é até dia 22 (cor cinza). As células assinaladas a sombreado verde dizem respeito a valores determinantes para o cultivo de pistacheiro. 47

Tabela X – Temperaturas médias (Tm) e médias mínimas (Tmm) dos meses março, abril e maio, que marcam o limite para um cultivo adequado de pistacheiro[3]..... 48

Tabela XI – Índice de sincronização fenológica entre cultivares femininas e masculinas onde valores iguais a 1 (verde) garantem uma combinação perfeita e valores próximos de 0 (vermelho) uma combinação inadequada..... 81

Tabela A1.1 – Dados sobre o início e fim de cada estado fenológico, nas oito cultivares, estando apresentado o número de amostras (n), a média do dia juliano que

marca cada fase e o respetivo desvio padrão. A cor cinzenta estão apresentados os dados das fases que não foram tidas em conta, devido à falta de observações anteriores. 109
Tabela A1.2 – Resultados da duração dos estados fenológicos C, D e E nas oito cultivares femininas, estando apresentados o número de amostras (n), a média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão (DP). 110
Tabela A1.3 – Apresentação dos valores da análise estatística, obtidos através do *método LSD Fisher*. Estes dizem respeito aos de entre cultivares, porta-enxertos (PE) e interação entre estas duas variáveis, sobre o início e fim de cada estado fenológico avaliado, estando apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value*. 111
Tabela A1.4 – Resultados do início e fim de cada estado fenológico em oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando apresentado o número de amostras (n), média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão (DP). A cor cinzenta estão representadas as fases nas quais não foi possível discutir os resultados, devido à falta de dados anteriores ao primeiro dia de observações. Valores com a mesma letra em cada fase fenológica significam que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*. 111
Tabela A2.1 - Resultados sobre o início e fim de cada estado fenológico na cv. feminina Sirora, estando apresentado o número de amostras (n), média de cada fase e respetivo desvio padrão (DP). 113
Tabela A2.2 - Resultados sobre a duração dos estados fenológicos C, D e E e recetividade ao pólen em Sirora, nomeadamente o número de amostras (n), média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão. 113
Tabela A3.1 – Dados sobre o início e fim de cada estado fenológicos das cultivares masculinas, estando apresentado o número de amostras (n), a média do dia do calendário juliano que marca cada fase e o respetivo desvio padrão. A cor cinzenta estão apresentados os dados das fases que não foram tidas em conta, devido à falta de observações anteriores. 114
Tabela A3.2 – Resultados sobre a duração dos estados fenológicos C, D e E e F em cultivares masculinas, nomeadamente o número de amostras (n), média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão (DP). A cor cinzenta estão

apresentados os dados das fases que não foram tidas em conta, devido à falta de observações anteriores. 116
Tabela A4.1 – Valores médios de peso fresco das nove cultivares femininas determinados ao longo da maturação do fruto, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). 118
Tabela A4.2 – Apresentação dos valores da análise estatística relativos ao peso fresco e obtidos através método *LSD Fisher*. Está apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value* das seguintes variáveis: cultivar, porta-enxerto (PE) e cultivar*porta-enxerto. 119
Tabela A4.3 – Valores médios do peso fresco de pistácio das oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). As datas assinaladas a verde indicam as medições onde se verificou influência dos porta-enxertos nas cultivares. Valores com a mesma letra em cada cultivar no respetivo porta-enxerto significa que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*. 120
Tabela A4.4 – Valores médios de peso seco das nove cultivares femininas, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). 121
Tabela A4.5 – Valores da análise estatística relativos ao peso fresco e obtidos através método *LSD Fisher*. Está apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value*, das seguintes variáveis: cultivar, porta-enxerto (PE) e cultivar*porta-enxerto. 122
Tabela A4.6 – Valores médios do peso seco de pistácio das oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). As datas assinaladas a verde indicam as medições onde se verificou influência dos porta-enxertos nas cultivares. Valores com a mesma letra em cada cultivar no respetivo porta-enxerto significa que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*. 123
Tabela A4.7 – Valores médios da força máxima aplicada para a rutura da casca de pistácios, em MPa, nas nove cultivares femininas, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). 124

Tabela A4.8 – Apresentação dos valores da análise estatística relativos à dureza da casca e obtidos através método *LSD Fisher*. Está apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value* das seguintes variáveis: cultivar, porta-enxerto (PE) e cultivar*porta-enxerto. 125
Tabela A4.9 – Valores médios da força de rutura da casca de pistácio das oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). As datas assinaladas a verde indicam as medições onde se verificou influência dos porta-enxertos nos frutos das cultivares. Valores com a mesma letra em cada cultivar no respetivo porta-enxerto significa que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*.126
Tabela A5.1 – Esquema com fotografias da evolução floral das inflorescências de todas as cultivares femininas estudadas. 127
Tabela A5.2 – Esquema com fotografias da evolução floral das inflorescências de todas as cultivares masculinas estudadas. 131

Lista de abreviaturas

IRIAF Instituto Regional de Investigação e Desenvolvimento Agroalimentar e Florestal

CAC Centro Agrário *El Chaparrillo*

ISF Índice de sincronização fenológica

HF Horas de frio

UC Unidades de calor

DP Desvio padrão

cv. Cultivar

ha Hectare(s)

MPa Mega Pascal

1. Introdução

1.1. Contextualização

A componente prática do presente trabalho de investigação decorreu no Centro Agrário *El Chaparrillo* (CAC), integrado no Instituto Regional de Investigação e Desenvolvimento Agroalimentar e Florestal (IRIAF), em *Ciudad Real*, Espanha[1] (Figura 1). Este centro incorpora inúmeras áreas de ação, nomeadamente investigação em espécies arbóreo-arbustivas, conservação de animais, avisos regionais agrícolas, recuperação de fauna silvestre, entre outras[2].

Figura 1 – Localização geográfica do Centro Agrário *El Chaparrillo* e da quinta experimental *La Entresierra*. Fonte: *Google Earth Pro*.

Em 1987 foi implementado um projeto sobre novas culturas alternativas para *Castilla-La Mancha*, onde se iniciou o estabelecimento de parcelas experimentais na quinta *La Entresierra*. Nos anos seguintes começou-se com a importação de material vegetal de diferentes partes do mundo e teve início o estudo do comportamento e adaptação da árvore do pistácio nas regiões de *Extremadura* e *Castilla-La Mancha*. Na década de 90, após os estudos promissores sobre a cultura, começou a sua expansão no país, nomeadamente na *Comunidad de Madrid*, *Cataluña*, *Castilla y León*, *Andalucía*, *Extremadura* e *Castilla-La Mancha*[3]. Estima-se que só nesta última região estejam plantados 6000 hectares de pomares de pistácio[4].

Ao longo do tempo o CAC tem dado apoio ao agricultor, por exemplo com a obtenção de gomos para enxertia e cursos sobre esta cultura, mas também mantém projetos de investigação em diversas áreas.

Desta forma, entendeu-se que a escolha deste centro de investigação para a realização da dissertação de mestrado sobre a cultura do pistácio seria uma mais-valia importante, uma vez que agrupa várias áreas do saber, especialistas sobre o tema, para além de diverso material vegetal de qualidade e infraestruturas existentes. Como esta cultura começa a dar os primeiros passos em Portugal, onde praticamente é inexistente o conhecimento sobre a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas do país, entendeu-se também que esta dissertação poderia contribuir para dar respostas a muitas dúvidas que entretanto estão a surgir.

1.2. Objetivos do trabalho

A cultura do pistácio tem-se revelado muito promissora na Península Ibérica, desta forma é crucial um acompanhamento técnico e científico como contributo importante no desenvolvimento desta cultura.

Este estudo centraliza-se no acompanhamento de aspetos fenológicos de diferentes cultivares (cv.) e na influência de quatro porta-enxertos no comportamento da árvore, sempre relacionando os dados obtidos com as condições ambientais e de cultivo registadas. Foram utilizadas nove cultivares, nomeadamente Aegina, Ashoury, Avdat, Avidon, Kerman, Larnaka, Mateur, Napoletana e Sirora. Esta última está enxertada apenas em *Pistacia terebinthus* e as restantes em *Pistacia terebinthus*, *Pistacia integerrima*, *Pistacia vera* e *Pistacia atlantica*.

Em seguida são apresentados objetivos específicos que estiveram na base desta dissertação:

- Acompanhamento e caracterização dos diferentes estados florais, das inflorescências masculinas e femininas, com o respetivo registo fotográfico. Além disso, determinou-se a influência dos quatro porta-enxertos no desenvolvimento floral das cultivares Aegina, Ashoury, Avdat, Avidon, Kerman, Larnaka, Mateur e Napoletana.
- Acompanhamento e caracterização dos diferentes estados florais e seguimento fotográfico da cv. feminina Sirora, que atualmente tem tido grande aceitação por parte dos produtores espanhóis.

- Determinação da duração de cada estado floral de todas as cultivares em estudo, tanto femininas como masculinas.
- Determinação dos índices de sincronização fenológica entre cultivares femininas e masculinas de *Pistacia vera* L.
- Acompanhamento do desenvolvimento do fruto das 9 cultivares anteriormente referidas, através de determinações da dureza da casca e do peso do fruto. Além disso, determinou-se a influência de dois porta-enxertos, especificamente o *P. terebinthus* e o *P. atlantica*, no fruto das cultivares Aegina, Ashoury, Avdat, Avidon, Kerman, Larnaka, Mateur e Napoletana.
- Relação entre a floração e o desenvolvimento do fruto e os dados climáticos obtidos no ano de 2017.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Cultivo e distribuição geográfica do pistacheiro

2.1.1. Origem

A árvore do pistácio é nativa de zonas áridas da Ásia Central. A sua dispersão deu-se para o sudoeste Asiático e, continuamente, para Itália, Espanha e outras regiões do mediterrânio, como sul da Europa, Norte de África e Médio Oriente e também para a China. Vários autores referem que *Pistacia vera* foi plantada no Irão há 3000-4000 anos e introduzido na Europa mediterrânica pelos Romanos no início da Era Cristã[5,6]. Mais recentemente, verificou-se a sua difusão para os Estados Unidos da América (introdução em 1989 pela USDA[7]) e para Austrália[3,5].

O género *Pistacia* está maioritariamente distribuído entre as latitudes 10 e 45º N[8,9].

2.1.2. Área

Estima-se que em 2014 a área mundial de cultivo foi de 826 523 hectares (ha)[10]. No mesmo ano, o Irão foi o país com maior superfície, contabilizando 316 780 ha, seguindo-se a Turquia com 282 334 ha e os Estados Unidos da América com 89 436 ha. Na tabela I é apresentada a evolução da área de pistácio, em hectares, entre 1691 e 2014.

Tabela I – Evolução da área de cultivo de árvores de pistácio, em hectares, nos principais países produtores, entre os anos 1961 e 2014[11].

	Anos										
Países	**1961**	**1970**	**1980**	**1990**	**2000**	**2005**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Afeganistão	-	-	4500	2700	2700	2211	2275	2344	2332	2315	2299
Austrália	-	-	-	-	-	-	950	1740	1291	1250	1216
Grécia	-	-	-	3840	5500	4945	4571	4429	4161	4079	4090
Irão	15000	35000	112000	154276	274728	440025	251467	304855	314000	325000	316780
Itália	-	-	-	3672	3602	3635	3634	3522	3543	3544	3546
Espanha	-	-	-	0	3286	3784	4123	4229	5274	5754	6092
Síria	6500	6644	18721	14900	28482	35513	37650	40840	59890	59903	59893
Tunísia	-	1500	4400	27703	21670	36000	38184	35648	26590	27060	26700
Turquia	13893	15624	23071	29121	36349	40000	42310	44097	53071	281355	282334
EUA	-	-	10930	21730	30200	42492	55442	61917	73655	82151	89436
China	-	-	-	16400	12000	16000	24000	25000	25000	25000	26280

2.1.3. Produção

Segundo a FAOSTAT, em 2014, a Ásia representava 70,8% da produção de pistácio, seguindo-se o continente americano com 27,2% (Figura 2 e 3)[12].

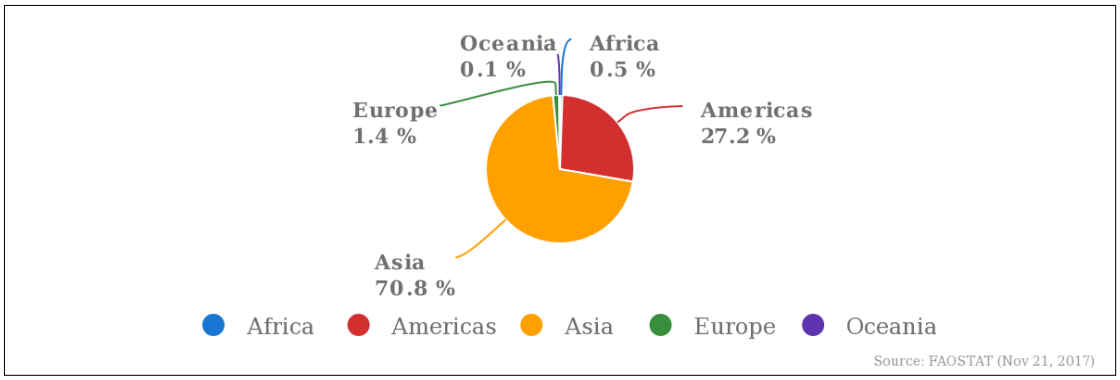

Figura 2 – Distribuição da produção de pistácio por continente, nomeadamente África, Américas, Asia, Europa e Oceânia. Fonte: *FAOSTAT*[12].

Em relação à produção no ano 2016, os EUA foram o líder mundial na produção de pistácio com 406 646 toneladas, seguindo-se o Irão com 315 151 toneladas e a Turquia com 170 000 toneladas[13].

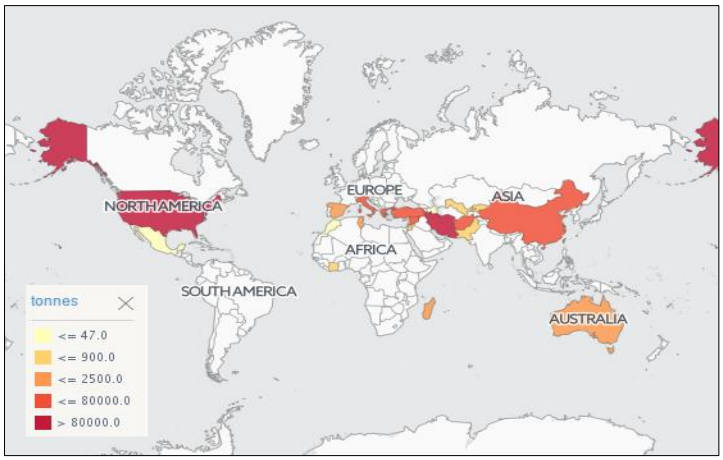

Figura 3 – Quantidades de produção de pistácio, em toneladas, por país. Fonte: *FAOSTAT*[12].

Na tabela II é apresentada a evolução da produção, em toneladas, dos países com maior preponderância neste sector, onde, no ano 2014, países como o Irão, EUA e Turquia se destacam como maiores produtores.

Tabela II – Evolução da produção de pistácio, em toneladas, dos países com maior influência na produção do fruto[12].

	Anos										
Países	**1961**	**1970**	**1980**	**1990**	**2000**	**2005**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
Afeganistão	-	-	3200	2000	2800	2457	2590	2744	2736	2749	2761
Austrália	-	-	-	-	-	-	1000	1792	1344	1299	1274
Grécia	634	1260	2514	3439	9536	8847	7902	7791	7955	6854	5700
Irão	6000	16800	23000	162831	112000	229657	446647	378629	390400	412000	415531
Itália	2800	1300	1560	200	2768	2719	2852	3079	943	3227	3555
Espanha				0	3036	2864	2722	2708	2681	2489	2468
Síria	2000	4009	7814	13000	39923	44642	57471	55610	57195	54516	28786
Tunísia		15	50	600	1600	2000	2300	2100	1400	2100	2500
Turquia	5280	14200	7500	14000	75000	60000	128000	112000	150000	88600	80000
EUA			12247	54430	110220	128367	236775	201395	275500	213188	233146
China	4000	10000	18000	22000	22000	34000	58000	74000	72000	74000	76943

No que diz respeito às produtividades (em toneladas), tem-se verificado um aumento da quantidade de pistácio produzido por hectare nos Estados Unidos da América, devido à utilização de alta tecnologia e mão-de-obra mais qualificada. Isto permite que o país compita diretamente com o Irão, onde se tem assistido a diminuições do seu rendimento ao longo do tempo[14].

2.1.4. Importações

O maior país importador de pistácio, a China, importou em 2014 cerca de 61 300 toneladas provenientes do Irão e mais 34 000 toneladas dos EUA, que representam cerca de 60% e 33% do total importado, respetivamente[15]. No ano 2013, a seguir à China, países como Alemanha, Rússia e Itália apresentaram os maiores valores de importação. A Alemanha importou 31 941 toneladas, a Rússia 12 954 toneladas e, por fim, Itália com 10 543 toneladas[16] (Tabela III).

A importação de pistácio na União Europeia é marcante, uma vez que esta apresenta um défice na balança comercial pela limitada produção[17], sendo o Irão o maior fornecedor até 1997. Com efeito, devido à elevada quantidade de aflatoxinas encontradas frequentemente nos pistácios importados do Irão, surgiram outros mercados interessantes como os Estados Unidos da América[14,18].

Tabela III – Quantidade, em toneladas, de pistácio importado em vários países[16].

	Anos					
Países	**2000**	**2005**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Bélgica	2879	5188	9032	9723	9495	8590
França	8295	11968	9770	9127	10027	8914
Alemanha	25090	24769	33675	28259	28028	31941
India	4110	4369	5012	8818	8257	10450
Itália	9582	12579	10655	11066	10162	10543
Portugal	412	455	267	291	371	211
Rússia	1162	9552	13355	18148	18239	12954
Espanha	9422	14207	9840	7815	7982	8443
Emirados Árabes Unidos	-	12997	19238	25500	3772	2391
China	28772	56084	154211	108847	128699	115622

Como é possível observar na figura 4, a importação de pistácio em Portugal deu-se a partir do ano 1986, com 3 toneladas, até a um máximo de 1415 toneladas em 1993. Após essa data, a quantidade de fruto importado desceu, verificando-se posteriormente uma estabilidade. Em 2013 importou-se 211 toneladas de pistácio[16].

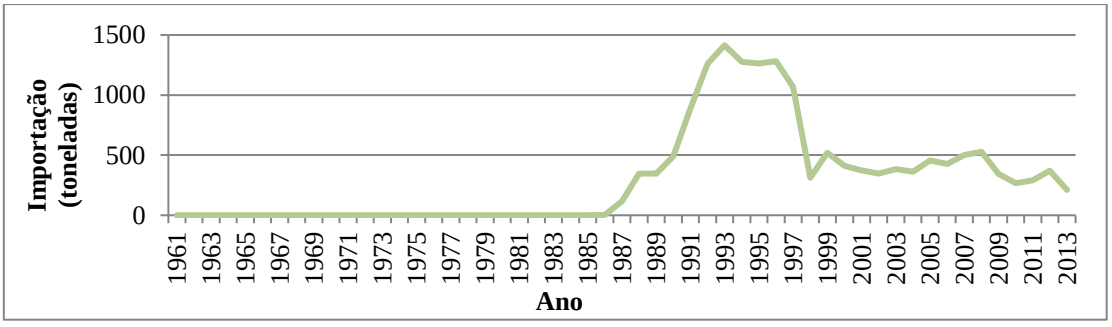

Figura 4 – Importação de pistácio em Portugal desde 1961 a 2013[16]. Fonte: *FAOSTAT*.

2.1.5. Exportações

A quantidade de pistácio exportado em 2014 a nível mundial foi de 302 109 toneladas, um aumento de 29% em relação ao ano 2004[15].

Observando os valores exportados nos últimos cinco anos, verifica-se que o Irão e os EUA são os maiores exportadores deste fruto com 124 699 e 116 925 toneladas, respetivamente; os dois países representam 74% do total exportado. Segue-se a China com 64 468 toneladas exportadas (21%), a Alemanha com 9 258 toneladas (3%), a Holanda com 8 734 toneladas (3%) e a Bélgica com 4 720 toneladas (2%)[15,16]. Nem todos os principais países produtores correspondem aos principais exportadores do fruto, como é possível verificar na tabela IV, onde é apresentada a evolução das exportações dos maiores produtores de pistácio.

Tabela IV – Valores da quantidade de pistácio exportado, em toneladas, nos maiores países produtores[16].

	Anos					
Países	**2000**	**2005**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Afeganistão	1050	1343	915	1067	1671	1823
Austrália	178	498	141	524	526	309
Grécia	122	1201	736	1504	2454	1791
Irão	101257	137712	153259	130137	97448	49661
Itália	749	1646	737	624	288	339
Espanha	947	750	1021	1155	864	856
Síria	3673	416	4985	2441	3257	5477
Tunísia	21	288	467	43	201	20
Turquia	244	823	717	1160	2328	3948
EUA	15652	50050	103579	105890	140790	136763
China	14235	21538	58256	69147	73113	65019

A exportação de pistácio na EU-28 é muito limitada, sendo Grécia, Itália e Espanha os maiores exportadores[17].

2.1.6. Consumo

Em 2014 o país com maior consumo *per capita* (kg por ano) foi a Bélgica com 1,19, seguindo-se a Turquia (0,93) e a Síria (0,91). Contrariamente, os EUA apresentaram ser o país com o valor menor (0,09 kg/ano), mas maior em relação ao consumo total de pistácio em toneladas, com cerca de 88 864 toneladas[19]. Estes valores podem ser consultados na tabela V.

Tabela V – Valores de 2014 sobre o consumo total, em toneladas (t), e o consumo *per capita*, em quilogramas por ano, em vários países[19].

	Consumo total (t)	**Consumo *per capita* (kg/ano)**
Austrália	2551	0,11
Afeganistão	10000	0,32
Bélgica	13238	1,19
China	42591	0,59
EUA	88864	0,09
Espanha	7200	0,15
França	8212	0,12
Grécia	4367	0,39
Itália	9075	0,15
Israel	4141	0,52
Rússia	4183	0,03
Síria	20000	0,91
Turquia	70229	0,93

2.2. Botânica

2.2.1. Classificação taxonómica

O género *Pistacia* pertence à família *Anacardiaceae* que inclui pelo menos onze espécies[20]. Através das características da folha e da morfologia do fruto, *Zohary* agrupou-as em quatro secções, nomeadamente *Lentiscella* Zoh. (*P. mexicana* HBK e *P. texana* Swingle), *Eu Lentiscus* Zoh. (*P. lentiscus* L., *P. saportae* Burnat. e *P. weinmannifolia Poisson*), *Butmela* Zoh. (*P. atlantica* Desf.) e, por fim, *Eu Terebinthus* Zoh. (*P. vera* L., *P. terebinthus* L., *P. palaestina* Boiss., *P. khinjuk* Stocks, *P. chinensis* Bunge)[21,22]. A classificação taxonómica do pistacheiro está apresentada na figura 5.

Reino	***Plantae***
Sub-reino	***Tracheobionta***
Divisão	***Magnoliophyta***
Classe	***Magnoliopsida***
Subclasse	***Rosidae***
Ordem	***Sapindales***
Família	***Anacardiaceae***
Género	***Pistacia***
Espécie	***Pistacia vera L.***

Figura 5 – Classificação taxonómica da espécie *Pistacia vera* L.

Apenas *Pistacia vera* se destaca pelo seu interesse comercial, concretamente pela produção do fruto. As outras espécies podem ser utilizadas para o desenvolvimento e utilização de porta-enxertos e para a extração de óleo[23,24].

2.2.2. Morfologia

A árvore de pistácio, também designada por pistacheiro, pistácia, pistaceira ou pistacha[25], tem um crescimento que pode atingir 10 metros de altura e, em caso de falta de práticas de condução, este poderá crescer como um arbusto com a produção em múltiplos ramos[26]. Esta árvore é caracterizada pelo longo período juvenil, com baixa produção de frutos até os primeiros cinco anos de idade, entrando em plena produção aos 10-12 anos. No que diz respeito ao hábito vegetativo, o pistacheiro possui uma copa aberta, distinguindo-se pela abundância de ramificação, mas com uma forte dominância apical (Figura 6). Em árvores mais velhas verifica-se a falta de gomos laterais vegetativos[3,7].

Esta árvore tem um crescimento lento e um longo ciclo de vida. Mecanismos de tolerância a stresses bióticos e abióticos contribuem para esta longevidade[8]. A média do ciclo de vida de uma árvore selvagem varia entre 50 e 200 anos, atingindo mesmo, para algumas espécies, os 400 anos[21]. São conhecidos ainda exemplares na Síria e Irão com mais de mil anos[3].

Figura 6 – Árvore do pistácio. Cultivar Kerman enxertada em *Pistacia vera* L.

Sistema radicular

O pistacheiro é classificado como freatófita, consequência do seu extenso sistema radicular, permitindo resistir a longos períodos de seca. Além disso, considera-se também uma planta xerófita, que está adaptada a uma diversidade de solos, nomeadamente a solos alcalinos e salinos[26,7,27]. A raiz é por natureza pivotante quando proveniente de semente, porém as de plantas provenientes de viveiros apresentam-se mais fasciculadas[3].

Tronco

O tronco tem uma textura rugosa de cor cinzenta[28] e a sua madeira é dura e com ritidoma liso[3].

Folhas

No género *Pistacia* existem árvores de folha caduca e perenifólia[5,9]. As folhas de *P. vera* são caducas, simétricas, compostas trifoliadas e imparipenadas (Figura 7A). Estas são compostas por 2 a 4 folíolos longos, ovais e arredondados no ápice, com aproximadamente 4 a 8 cm largura e entre 3 e 5,5 cm de comprimento, sendo o folíolo terminal geralmente maior que os laterais[5,7,24,26]. As folhas têm uma tonalidade verde-acinzentada[3]. No que diz respeito à anatomia interna dos folíolos da maioria das espécies existentes, são homogéneos, exceto os de *P. vera*, que apresentam um mesófilo isobilateral e também se distingue pelo desenvolvimento de tecido paliçádico[22,24,26].

Gomos

Os gomos são singulares, apicais, de dimensão entre 1 a 3 mm quando vegetativos (também denominados de madeira)[5] que, após sofrerem diferenciação floral se transformam em florais. A sua diferenciação ocorre no ano anterior à floração[29], mais precisamente no verão anterior à primavera seguinte[3] (Figura 7B).

Os gomos florais são maiores e globosos, com cerca de 5 a 10 mm, dando origem a flores masculinas ou femininas, e encontram-se na axila das folhas dos lançamentos do ano anterior[3].

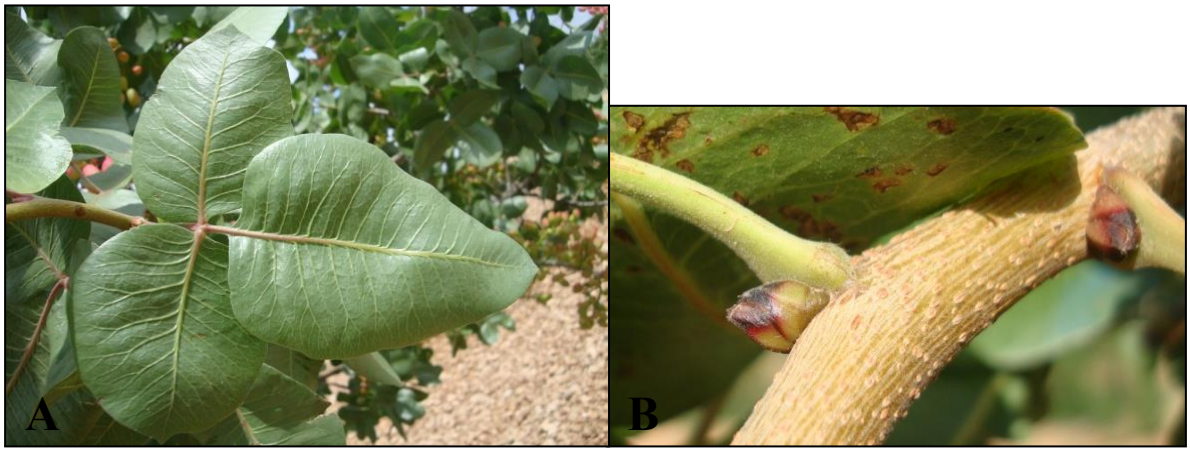

Figura 7 – (A) Folhas de *Pistacia vera* L., compostas trifoliadas imparipenadas, da cultivar Sirora *(*28 de maio de 2017). (B) Gomos de *Pistacia vera* L. da cultivar Sirora (24 de agosto de 2017).

Flor

O pistacheiro é uma espécie dioica e a polinização é anemófila. Ambas as inflorescências são unissexuais, apétalas, axilares e classificam-se como panículas[30] ou racimos[3,5,7,31]. Estas surgem nos ramos laterais do ano[30].

As inflorescências femininas (Figura 8A) são morfologicamente semelhantes às masculinas, mas com maior número de ramificações, e são formados por 150 a 260 flores[3]. Estas flores (pistiladas) são constituídas por 2 brácteas, 1 a 5 carpelos, cálice com 2 a 5 lóbulos, um ovário súpero, ovoide com apenas um óvulo[3,24], estilete terminal curto e um estigma grande, trífido e de superfície irregular. A inflorescência é de pequena dimensão, entre 2-3 mm[32].

Relativamente às inflorescências masculinas (flor estaminada[33]), são compostas por 200 a 600[30] flores agrupadas em racimos compostos, que chegam a atingir 65 mm em pleno desenvolvimento (Figura 8B). Estas flores são constituídas por duas brácteas, cálice com 5

lóbulos e entre 2 a 8 estames com filamentos curtos. Os grãos de pólen libertados são esféricos rugosos, ovoides e de cor amarela, possuindo em média entre 20 a 30 μm[3,7,34], e produzidos em número elevado de, aproximadamente, 47-60 x10^3 grãos de pólen por flor masculina[35].

Figura 8 – Inflorescências de *Pistacia vera* L. cv. feminina Larnaka (A) e masculina C-especial (B). As fotografias foram tiradas no dia 12 e 06 de abril de 2017, respetivamente.

Fruto

O pistácio é uma drupa e o produto comercializado engloba a semente, parte comestível, e o endocarpo, uma casca fina e dura que a reveste. Por sua vez o endocarpo está rodeado pelo cascarão, constituído pelo mesocarpo e epicarpo[7], sendo removido no processamento do fruto. À medida que este último se torna maduro, vai ocorrendo uma alteração de cor, de amarelo a rosado, verificando-se também uma clara abertura do endocarpo, o chamado processo de deiscência[16,17]. A falta deste fenómeno contribui para a perda de valor económico da colheita do fruto, associada à produção de frutos fechados[7]. Na figura 9 e 10 estão representadas as várias partes do fruto.

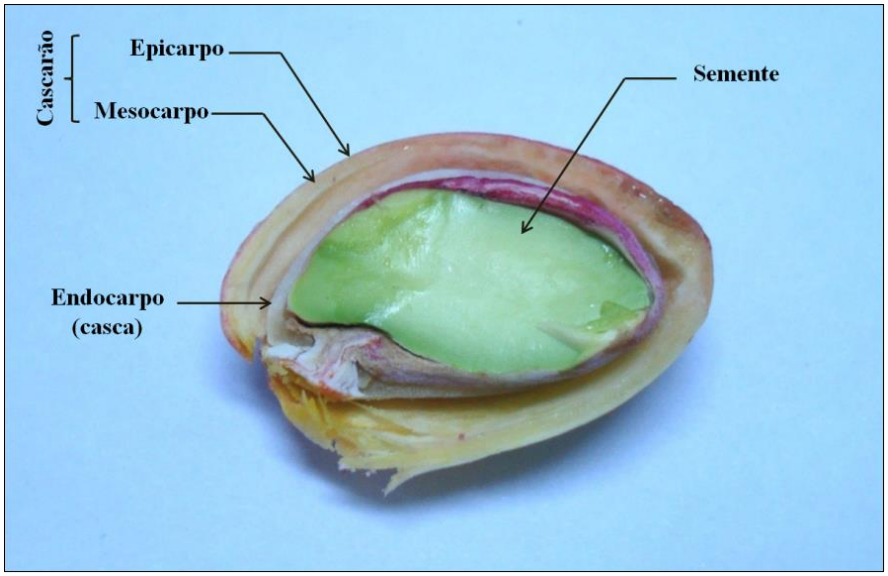

Figura 9 – Fruto do pistacheiro constituído pela semente (parte comestível), casca (endocarpo) e cascarão (epicarpo e mesocarpo). Cv. feminina Sirora. (24 de agosto de 2017). Fonte: Autor.

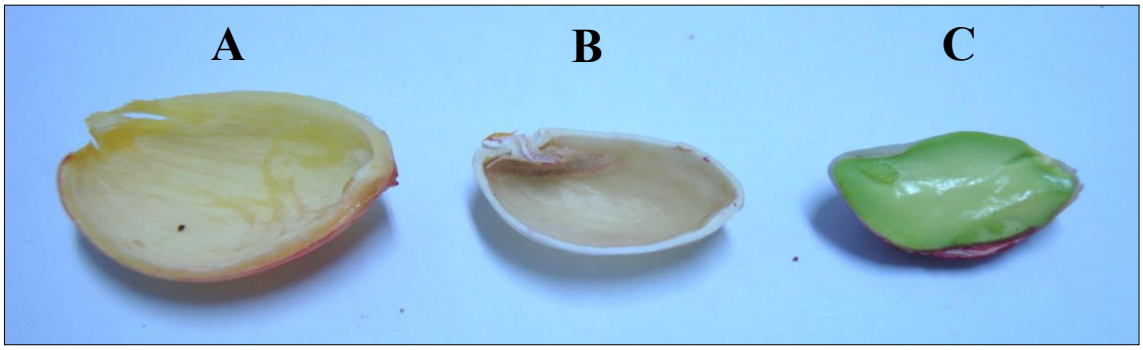

Figura 10 – Diferentes componentes do fruto de cv. Sirora, nomeadamente o cascarão (A), casca (B) e semente (C) (24 de agosto de 2017). Fonte: Autor.

2.3. Exigências edafoclimáticas

2.3.1. Clima

O clima tem uma ação preponderante quer na decisão de plantar pistacheiros, quer, de seguida, na escolha de cultivares a plantar, assim como nos porta-enxertos a utilizar[38]. Numa determinada região é importante ter em conta a precipitação, as temperaturas, horas de frio, unidades de calor, ocorrência de geadas e humidade relativa.

2.3.1.1. Precipitação

Quando a precipitação é excessiva, podem existir momentos críticos, nomeadamente nos meses de abril, maio e setembro. As chuvas primaveris, em abril, criam condições desfavoráveis à

polinização, reduzindo a quantidade de pólen viável (lavagem de pólen das flores masculinas) e ainda impedindo uma boa fecundação[3,38–40]. No mês de maio, a precipitação favorece a propagação de doenças, nomeadamente de fungos patogénicos quando combinadas com elevada humidade relativa. E, por fim, no mês de setembro, que está relacionado com a época de colheita, provoca o atraso desta operação, contaminação dos frutos, uma má separação entre o cascarão e a casca e, também, uma coloração desta última[3,26]. Desta forma, é importante que os valores médios de precipitação nos meses de abril, maio e setembro não excedam os 50, 45 e 30 mm, respetivamente, de modo a não comprometer a viabilidade do cultivo[3].

Assim, a precipitação é considerada um fator condicionante para a cultura do pistácio pela sua irregularidade, contudo pode tornar-se limitante no caso de, pelo menos, dois dos três valores anteriormente referidos se distanciem significativamente, e quando somados a uma pluviometria média anual superior a 450 mm[3].

Adicionalmente, para zonas onde as precipitações primaveris costumam ser frequentes, é aconselhável a utilização de cultivares com um período de floração mais longo, como a cv. feminina Mateur[3].

2.3.1.2. Temperatura

A temperatura é um elemento do clima determinante para a escolha da zona de plantio de pistácio, uma vez que influencia processos como o pegamento dos enxertos, a época de floração, o desenvolvimento do fruto e a época de colheita[3]. O pistacheiro requer verões longos e quentes, à semelhança de invernos frios ou muito frios[3,41,42], para assim se obter um fruto de qualidade, colheitas anuais constantes (a partir do 10º ano) e para evitar danos progressivos da acumulação de fungos patogénicos e de gerações de pragas[43].

Em seguida será descrita a importância deste componente nas diferentes estações do ano, referindo as necessidades da planta e o que poderá condicionar o seu bom funcionamento.

A planta do pistácio apresenta uma grande resistência a temperaturas de inverno, salvo quando há mudanças bruscas de temperatura no final desta estação, podendo provocar danos graves em árvores mais jovens e sensíveis; tal se observa em anos cujos meses de janeiro decorrem quentes e posteriormente haja uma queda de temperatura até aos -10/-12 ºC. Árvores já adultas, a partir do 7º ano são, de uma maneira geral, resistentes ao frio. Também as primeiras temperaturas de

outono inferiores a 0 ºC podem prejudicar árvores que ainda não tenham sofrido suficiente atempamento, necessário para lhes conferir a resistência às baixas temperaturas[3].

As temperaturas primaveris revelam-se fundamentais para a floração, polinização e desenvolvimento do fruto. A ocorrência de geadas primaveris, que será abordada posteriormente, e também a existência de temperaturas (médias) mínimas inadequadas são prejudiciais à cultura. Em plena floração, as flores apenas conseguem resistir até aos -2,5 ºC durante meia hora e, em frutos vingados, apenas toleram um máximo de -1,5 ºC. Em função do mês, existem valores térmicos mínimos para determinar a viabilidade do cultivo, especificamente 2, 4 e 8 ºC como temperatura média mínima e como temperaturas médias 8, 11 e 16 ºC, para março, abril e maio, respetivamente[3].

Na generalidade, um ano com primavera e verão quentes cria condições ótimas para a polinização e fecundação e um adiantamento da maturação do fruto, conduzindo ao aumento da qualidade da colheita, que se traduz numa elevada percentagem de frutos abertos, diminuição do número de frutos ocos, um enchimento mais completo da semente e à obtenção de uma maior brancura do cascarão. Esta espécie é ainda capaz de suportar temperaturas superiores a 45 ºC sem sofrer danos apreciáveis[3].

Existem dois aspetos fundamentais a considerar na escolha de cultivares e localização da exploração, uma vez que estes contribuem para a quebra de dormência dos gomos, destacando-se portanto o número de horas de frio (HF) e as unidades de calor (UC)[44]. Os valores para estes dois requisitos dependem de vários fatores, tais como a quantidade de frio requerido, fatores genéticos, tipo de gomos (florais ou vegetativos), latitude, porta-enxerto, luz e condição nutricional, ou seja, cada cultivar requer valores específicos. O conhecimento daqueles valores são essenciais para uma produção economicamente rentável[45].

2.3.1.3. Horas de frio

As horas de frio (HF) traduzem-se numa das necessidades fisiológicas fundamentais para a produção de pistácios. A árvore necessita de acumular um somatório de horas, específico de cada cultivar, com temperaturas inferiores a 7ºC, durante o período de repouso invernal, para assim obter uma ótima e homogénea rebentação. Após a acumulação de horas de frio necessárias, em conjunto com uma subida térmica gradual, iniciar-se-á a rebentação, nos meses de março e abril[3,38,46]. Esta acumulação começa a contar após a queda das folhas (outono)[7].

A cada cultivar corresponde um valor necessário de horas de frio[42,45,46], as cultivares mais tardias são as que mais necessitam de mais HF[3].

As necessidades de HF variam de acordo com os vários autores que estudam esta espécie [42,46–48], sendo López, J. F. C. *et al.* (2013) tomado como referência neste trabalho. Assim, regiões com valores inferiores a 700 HF não cumprem os requisitos da cultura, já regiões com HF que variam entre 700 e 1149 são consideradas condicionantes para cultivares tardias, sendo apenas as regiões com HF superior às 1149 as com plena viabilidade produtiva e económica para a cultura do pistácio[3].

A falta de horas de frio acarreta consequências negativas, nomeadamente no período da floração e polinização. A primeira torna-se irregular e, por conseguinte, haverá uma produção baixa ou inexistente e, em alguns casos, uma maturação de frutos excessivamente escalonada e irregular, o que leva a problemas e encargos acrescidos na colheita. Também a polinização será irregular e, portanto, haverá uma diminuição do número de frutos abertos, um aumento de frutos ocos e uma redução do peso da produção[3]. Existem outras consequências, como abrolhamento irregular e instável, um desenvolvimento vegetativo tardio com uma menor quantidade de folhas, uma floração mais arrastada e também tardia com uma produção de pólen deficiente, pré-morte do estigma, e um amadurecimento do fruto heterogéneo conduzindo a baixas produtividades[42,45,49].

2.3.1.4. Unidades de calor

Entre os meses de abril e setembro, inclusive, a árvore de pistácio necessita de acumular unidades de calor, de modo a que ocorra uma ótima maturação dos frutos, principalmente em cultivares tardias[3,43]. Contudo, quando se opta por cultivares temporãs há que ter atenção à probabilidade de ocorrerem geadas primaveris tardias e à humidade ambiental[43] (estes fatores serão abordados posteriormente).

A acumulação de unidades de calor contribui para a antecipação e uniformidade da floração[50]. Também durante a primeira fase do crescimento do fruto (fim de abril, inicio de maio), a ocorrência de temperaturas médias elevadas provocam a antecipação da maturação[3].

Quando esta necessidade não é satisfeita o desenvolvimento do fruto fica condicionado, ou seja, haverá um deficiente enchimento do fruto, uma diminuição de percentagem de frutos abertos e, ainda, uma má separação entre a casca e o cascarão[26,49].

Além das UC, existe uma outra ferramenta para avaliar o calor acumulado, especificamente *Growing degree hours*[51], estas traduzem-se no número de horas de calor requeridas para o desabrochar e abrolhar depois das horas de frio completas[44,52].

2.3.1.5. Geadas primaveris

As geadas primaveris representam um fator limitante à produção de pistácios[3,53], tornando-se um requisito para a seleção de cultivar(es)[36] a plantar e para a escolha da melhor zona de cultivo[3]. As fases mais sensíveis a este fenómeno são a rebentação, floração[30,45,54], e respetiva polinização[7], e após o vigamento dos frutos. Desta forma, fortes geadas primaveris, ou seja, descidas de temperatura intensas e repentinas, nos meses de março, abril e maio representam uma queda no rendimento de produção/colheita, podendo mesmo induzir um atraso vegetativo da planta[3].

Uma região é considerada adequada para a plantação da cultura quando, no fim de março, a probabilidade de geadas de -3 ºC seja menor ou igual a 25%[3]. Uma estratégia para evitar o dano nas flores por estas geadas tardias é a escolha de cultivares femininas de floração tardia[36], nomeadamente Kerman e Kastel, excluindo portanto as mais temporãs, como Mateur, Avdat, Larnaka, entre outras[3].

É igualmente importante ter em atenção a orografia ou relevo do terreno[38]. Uma plantação de pistacheiros em vales com deficiente drenagem atmosférica, onde o frio se acumula, não é aconselhável. Assim, a opção é uma parcela em encostas orientadas a sul, onde haja uma maior incidência de radiação solar e onde o calor acumulado tende a se dissipar[3].

2.3.1.6. Humidade relativa

A espécie *Pistacia vera* L. apresenta sensibilidade a humidade relativa excessiva[31].

A elevada humidade ambiental durante o verão tem consequências negativas e limitantes a médio e longo prazo, devido à sensibilidade da espécie a doenças fúngicas, podendo levar à

diminuição da qualidade da colheita[7,55]. Também pode resultar no aparecimento de doenças criptogâmicas num curto e médio prazo[40].

Na fase de floração uma elevada humidade relativa prejudica gravemente a polinização[40,55].

Portanto, de forma orientativa, crê-se que em zonas onde a humidade relativa durante os meses de verão é inferior ou igual a 50% o cultivo de pistacheiros é viável, olhando apenas para este parâmetro[3].

2.3.2. Solo

Como referido anteriormente, esta espécie destaca-se por ser originária de ambientes xerófitos, refletindo a sua adaptabilidade a uma panóplia de solos[7,21,29]. Apresenta tolerância a solos alcalinos, salinos, secos e pobres, rochosos, calcários e com elevado conteúdo em limo[24,30,51,56–59]. Contudo, é intolerante a condições de saturação, especificamente a asfixia radicular e elevada humidade no solo, exigindo portanto solos com boa drenagem de água[7,51,59].

Apesar desta resistência a condições mais inóspitas, no momento da escolha da zona de plantação da cultura, e posterior realização de análises ao solo, há que ter em conta várias características edáficas, nomeadamente a profundidade, textura, pH, teores em matéria orgânica, % de calcário ativo, carbonatos totais e macro elementos (NPK)[3].

Quanto à profundidade, a árvore possui um sistema radicular forte e profundo, crescendo de forma natural entre 30 a 80 cm[3,41]. Uma maior profundidade reflete uma maior produção e maior longevidade, embora fatores como a textura interfiram na capacidade das raízes absorverem água e nutrientes[3]. Quanto a este parâmetro, a árvore do pistácio tem preferência por solos de textura média (franco ou franco-arenosos), embora também possa ser cultivada em outros tipos de textura, evitando sempre a escassa permeabilidade e a baixa capacidade de retenção de água e nutrientes[3].

Os valores de referência de pH variam entre 6 e 8[3,41].

O cultivo de árvores do género *Pistacia* é ainda sugerido para prevenir a erosão dos solos, contribuindo para a estabilidade dos mesmos[20,60].

2.4. Fenologia

Trata-se do estudo de fenómenos do ciclo de vida biológico num determinado período, particularmente a rebentação, a floração, a maturação dos frutos, entre outros. A fenologia da árvore é um aspeto suscetível às alterações climáticas[61], uma vez que a temperatura influencia o momento em que ocorrem as fases de desenvolvimento da planta[62].

Ao longo deste capítulo serão mencionados e descritos momentos fenológicos de grande importância no ciclo desta espécie. Serão pormenorizadas fases como: o desenvolvimento vegetativo e a diferenciação de gomos, os diferentes estados fenológicos das inflorescências femininas e masculinas, a polinização, a fecundação e o desenvolvimento e maturação do fruto. Termina com a apresentação do ciclo anual do pistacheiro de uma forma sintetizada e simplificada.

2.4.1. Desenvolvimento vegetativo e diferenciação de gomos

A dominância apical é o controlo exercido por gomos apicais sobre o crescimento de gomos laterias, ação realizada diretamente pelas auxinas produzida nos primeiros gomos do ramo[63].

A árvore do pistácio apresenta uma forte dominância apical, ou seja, grande parte dos ramos ou rebentos formados advêm de gomos apicais[30,45,64,65]. Estes gomos, também denominados terminais, estão localizados no topo dos ramos, produzindo hormonas que inibem o crescimento de gomos laterais[66]. Uma prática agrícola que contribui para combater esta dominância é a poda, proporcionando à árvore crescimentos fortes e regulares, diminuição da periocidade e da severidade da dominância apical e flutuações de rendimento entre anos menos acentuadas[64].

Relativamente ao desenvolvimento vegetativo, caracteriza-se pelo crescimento predominante e longitudinal, dando origem posteriormente a folíolos e ramificações do ano[3]. Este desenvolvimento dá-se após a floração, desde meados de abril até agosto[3,7], representando-se por duas fases de crescimento. A primeira ocorre onde se irão localizar os gomos que resultarão em fruto no ano seguinte, é de crescimento rápido e dá-se de abril até finais de junho, finalizando devido às elevadas temperaturas. Já o segundo desenvolvimento, chamado "nova formação", dá-se nos finais de julho a fins de agosto e depende da cultivar, do vigor do porta-enxerto e da climatologia do ano[3,67].

Normalmente, árvores jovens com menos de seis anos têm maior número de gomos vegetativos[3,68]. Depois, quando adultas, a maioria dos gomos laterais tornam-se florais, restando apenas os gomos apicais e alguns laterias mais distais nos rebentos, que normalmente permanecem em dormência para, posteriormente, originar madeira[30,65].

Os gomos vegetativos distinguem-se dos florais principalmente pela sua forma pontiaguda[68], mas também pelo tamanho, sendo os florais arredondados e maiores[68,69], e com tendência de surgirem na base do ramo do ano[29,68]. A diferenciação de gomos florais ocorre durante o período de crescimento do ano anterior[3], desenvolvendo-se ao longo da floração e formação do fruto e, posteriormente, antes da sua rebentação[34,67,70,71].

Os primeiros estágios de desenvolvimento dos meristemas florais de árvores femininas e masculinas são semelhantes. Esta similitude corresponde ao desenvolvimento dos primórdios de ambas as inflorescências nas axilas de folhas jovens, logo após a floração (março/abril), seguindo-se, no fim do mês de abril, a formação de sépalas primordiais[34]. Toda esta transformação dá-se de forma rápida[3]. Posteriormente, os gomos das inflorescências pistiladas e estaminadas tomam uma evolução distinta.

No caso dos gomos masculinos, em meados de maio, verifica-se um crescimento do meristema e o desenvolvimento de estames primordiais em forma de espiral ao longo da extremidade do meristema; até ao fim deste mês o início da formação do androceu está completo, onde as anteras se apresentam suficientemente alongadas, cobrindo o ápice floral. Em junho, há uma paragem de crescimento e de diferenciação até à primavera seguinte. O fim de fevereiro é marcado pela elevada atividade de meristemas e crescimento do órgão floral, de modo a que no fim de março as anteras estejam completamente desenvolvidas, prontas para o início da floração[34,70].

Em relação às inflorescências femininas, o início da formação do carpelo principal, no centro do ápice floral, ocorre no início de junho, seguindo-se o seu crescimento ao longo deste mês. Posteriormente verifica-se uma estagnação do desenvolvimento dos órgãos florais até outubro, ocorrendo durante um mês um (novo) ligeiro crescimento do carpelo principal, e formação do pistilo, parando novamente[3,34,70]. Próximo do momento de floração, no início do mês de março, verifica-se uma elongação do carpelo principal e a formação de carpelos secundários (estéreis) e diferenciação total do gineceu[34].

2.4.2. Floração: Estados fenológicos

Como referido anteriormente, a árvore do pistácio é dioica, isto é, as inflorescências femininas e masculinas encontram-se em árvores distintas[30].

Teoricamente, o início da floração ocorre no final de março e continua até finais do mês de abril[3,72]. Alguns fatores podem provocar pequenas diferenças no momento de desabrochamento, como por exemplo as condições edafoclimáticas, nomeadamente as horas de frio acumuladas[42,46,50], oscilações térmicas ao longo do dia, iluminação e radiação, entre outras[73]. A precocidade da floração depende do porta-enxerto e da cultivar, se é temporã ou tardia[3].

Um dos estados mais sensíveis da planta é a plena floração[42], ou seja, quando grande parte (50%)[47] das inflorescências femininas se encontram abertas, tornando-se, assim, a data em que ocorre esta fase um aspeto importante a ter em conta na escolha das cultivares[30]. É crucial atender que o período de recetividade do estigma ao pólen é curto, durando apenas 2 a 3 dias[3,73].

Para a realização do seguimento fenológico existem diferentes metodologias e uma heterogeneidade de critérios para a realização deste estudo[42,57,61,74–76]. Assim, foi tomado como base de estudo para o acompanhamento dos estados fenológicos as metodologias definidas por López, J. F. C. *et al.* (2013) e também por Lacasta, C. *et al.* (2004).

A sucessão dos diferentes estados fenológicos relativamente às inflorescências femininas, ocorre da seguinte forma (Figura 11):

- Estado A: gomo em dormência, onde é possível observar espaços entre as brácteas protetoras;
- Estado B: inchamento do gomo com o desaparecimento dos espaços anteriores;
- Estado C: desprendimento das brácteas da parte superior, ocorrendo a abertura do ápice e o crescimento longitudinal do gomo, terminando quando as brácteas estão completamente separadas;
- Estado D: início da diferenciação das ramificações da ráquis central onde estão localizadas as flores, indicando o início da recetividade do estigma ao pólen (observação de estigmas);
- Estado E: abertura dos racimos;

- Estado F: ovários de cor vermelha, ou seja, frutos vingados. Termina com o mesocarpo completamente de cor amarela.

Figura 11 – Desenvolvimento da inflorescência feminina de Kerman x *P. terebinthus*. São apresentados os diferentes estados fenológicos, desde o inchamento do gomo (B) até ao vingamento do fruto (F). O acompanhamento fenológico foi realizado no período de floração de 2017 na exploração *La Entresierra*, do Centro Agrário *El Chaparrillo*.

Já relativamente à evolução das inflorescências masculinas ocorre do seguinte modo (Figura 12):

- Estado A: gomo floral dormente;
- Estado B: inchamento do gomo;
- Estado C: brácteas protetoras começam a separar-se ficando mais ostensíveis;
- Estado D: aparecimento dos estames entre as brácteas até ficarem completamente expostos, contudo com as brácteas ainda visíveis;
- Estado E: ocorre o desaparecimento das brácteas e observa-se um conjunto de anteras unidas de cor vermelho intenso, com a abertura do racimo e estames visíveis;
- Estado F: mudança de cor dos estames e das anteras para amarelo, indicando a emissão de pólen;
- Estado G: deiscência de todas as anteras da inflorescência e fim da polinização.

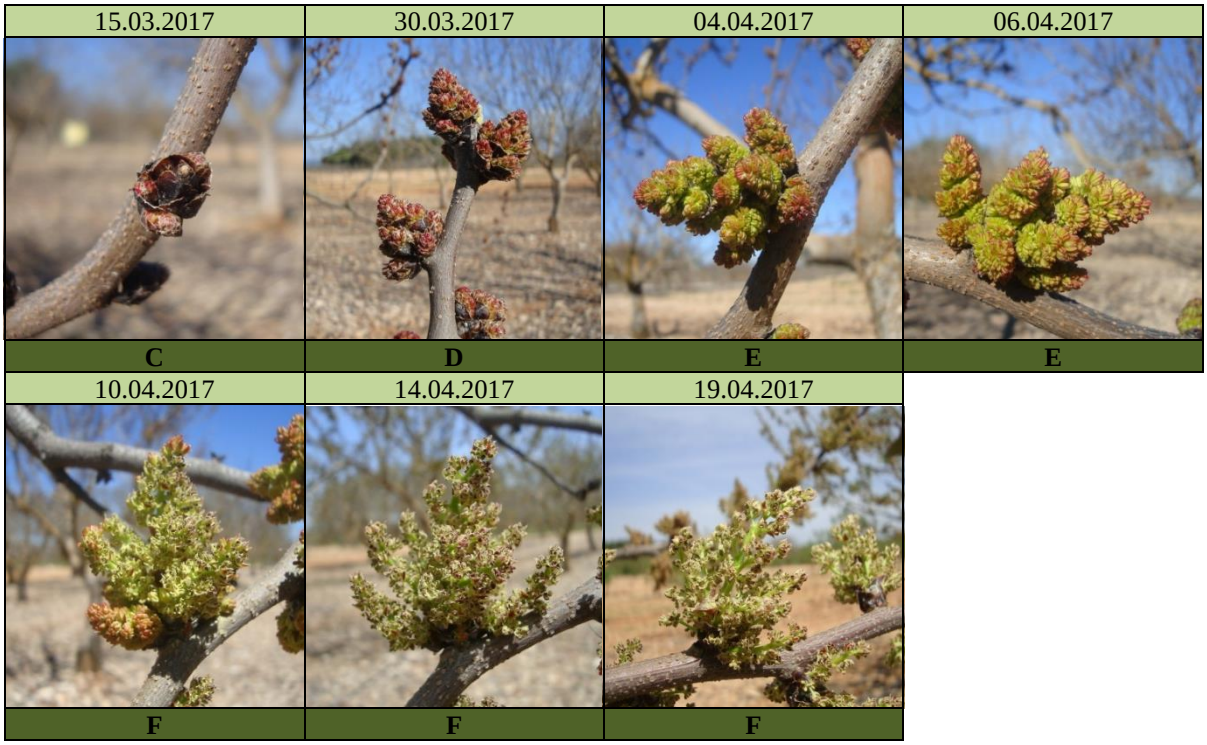

Figura 12 – Desenvolvimento da inflorescência masculina de Peter x *P. terebinthus*. São apresentados os diferentes estados fenológicos, desde a abertura das brácteas (C) até à emissão de pólen (F). O acompanhamento fenológico foi realizado no período de floração de 2017 na exploração *La Entresierra*, do Centro Agrário *El Chaparrillo*.

2.4.3. Polinização

A polinização de *Pistacia vera* L. é anemófila[31,50,74,75], fator determinante da produtividade da árvore[32,74,77], traduzindo-se, muitas vezes, no sucesso ou no fracasso de uma exploração agrícola[73,75]. A eficiência da polinização depende da velocidade e direção do vento, percentagem, localização e sincronização dos períodos florais[73,78] de cultivares masculinas em relação às cultivares femininas e, quantidade e qualidade do pólen produzido[79]. É também aconselhado a utilização de um macho por 8 a 11 árvores fêmea[30,32,77,78]. O não cumprimento destes requisitos pode originar queda de flores e frutos assim como formação de frutos ocos[79,80].

A polinização dá-se quando as inflorescências masculinas se encontram no Estado F, ou seja, abertura das anteras e libertação de pólen, e as inflorescências femininas no estado D e E[3]. A maioria dos grãos de pólen devem estar na atmosfera 2 a 3 dias depois da abertura dos gomos florais femininos para um adequado vingamento[32], uma vez que se estima que o período máximo de receção de pólen pelo estigma é de 2 a 4 dias[3].

Em condições ideais, após a libertação do pólen para a atmosfera, os grãos depositam-se na superfície do estigma, seguindo-se a hidratação deste em menos de uma hora, ocorrendo

posteriormente a germinação com a formação do tubo polínico. Este último cresce através do estigma e estilo até à zona do ovário e consequentemente do óvulo[7]. Por norma, apenas um dos tubos polínicos alcança o óvulo nas 24 a 36 horas após a polinização[3].

A velocidade do crescimento do tubo polínico é crucial, pois deverá chegar ao local embrionário antes que o óvulo perca a sua fertilidade[3].

2.4.4. Fecundação

A fecundação é explicada pela fusão entre a célula germinativa (masculina) e o óvulo, produzindo um zigoto unicelular para formar o grão comestível (semente). Todo o processo de polinização e fecundação é rápido, ao fim de 5-7 dias após a floração é possível observar pequenos frutos, ou seja, o pericarpo (Figura 13). Contudo a fase seguinte, o desenvolvimento do saco embrionário, do ovário e da semente[7], é lenta[3].

Figura 13 – Início da formação do fruto após a fecundação (13 de maio de 2017).

O vingamento do fruto é resultado do sucesso da polinização, da fertilização[74], incluindo uma boa nutrição em Boro e Zinco[69,81], da rega e da poda. Os frutos vingados representam 9,40% a 16,50% das flores existentes[32] numa árvore.

2.4.5. Formação e desenvolvimento do fruto

O fruto, o qual chamamos pistácio, é composto pela semente (parte comestível), que está rodeado pela casca (endocarpo) que, por sua vez, está envolvida pelo cascarão (mesocarpo e epicarpo)[37]. A partir do óvulo fecundado resulta a semente[3,7], dando o ovário origem à casca e cascarão. Na formação da drupa, o desenvolvimento do ovário antecede ao da semente[3,7].

Para explicar o crescimento do fruto foram definidas 3 fases, que são marcadas por desenvolvimentos importantes de diferentes componentes do pistácio. Estas dizem respeito, por ordem, à lenhificação do endocarpo, maturação da semente e, por fim, desprendimento do cascarão. A localização temporal de cada estágio teve em conta o desenvolvimento da cultura em Espanha (Figura 14).

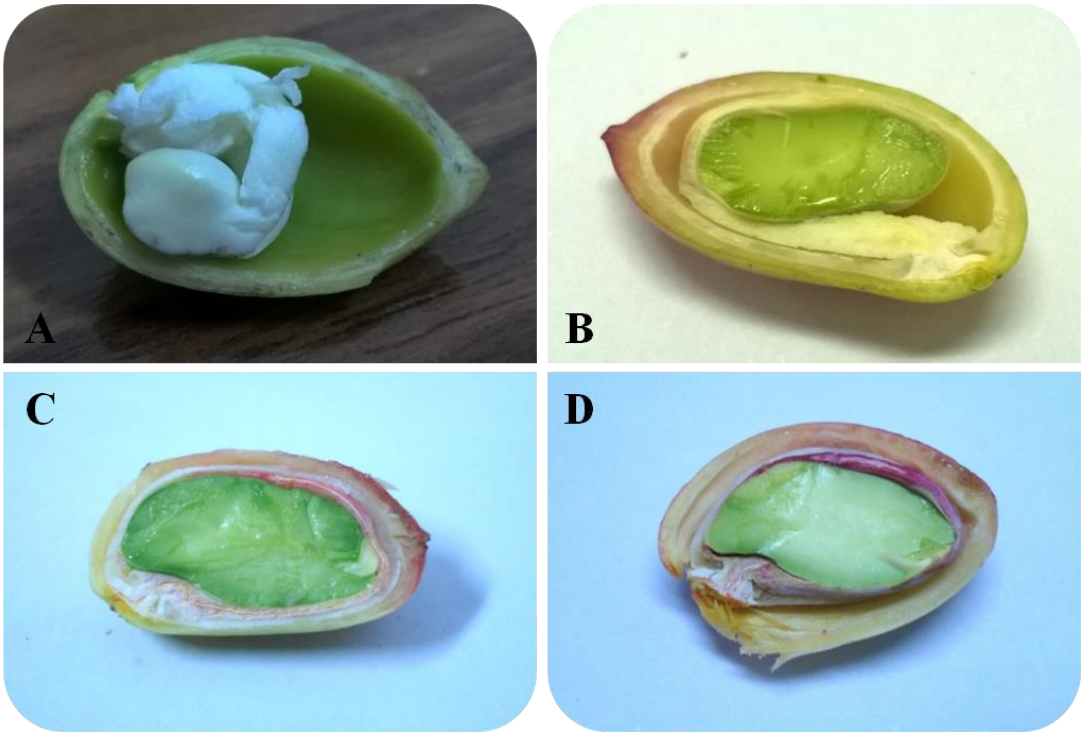

Figura 14 – Desenvolvimento do fruto desde maio a agosto. (A) Estado do fruto a 10 de junho de 2017. (B) Estado do fruto a 27 de julho de 2017. (C) e (D) Estado do fruto a 24 de agosto. Fonte: Autor.

Fase 1 (abril – maio)

Esta fase caracteriza-se pelo espessamento e endurecimento da casca, enquanto que o desenvolvimento da semente é muito reduzido[67].

Durante a primeira semana após a floração, o crescimento do fruto é muito reduzido. Posteriormente verifica-se um desenvolvimento muito rápido do ovário até ao início da lenhificação do endocarpo. Todo este processo ocorre durante 9 semanas após polinização[3,7,82,83]. Finalmente, esta fase termina quando se dá o desenvolvimento total do pericarpo, a meados de maio[31,67].

Durante este período a casca é vulnerável ao ataque de insectos[7].

Fase 2 (maio – julho/agosto)

O que define esta fase é o desenvolvimento da semente e a elevada taxa de acumulação de matéria seca, após estar completo o desenvolvimento da casca[67]. Ocorre desde finais de maio até meados de julho ou finais de agosto, representando um crescimento de 5 para 99%[3,7].

No início o óvulo está quiescente, depois, após 4 semanas do desenvolvimento máximo do pericarpo, este inicia o seu crescimento[3]. Também é nesta fase que se verifica a abertura da casca longitudinalmente, denominado por deiscência[7,67].

Fase 3 (julho/agosto – setembro)

Por fim, a última fase é definida pela separação e rutura do cascarão. Este acontecimento é acompanhado pela mudança de cor do cascarão[67], ou seja, pela quebra de pigmentos clorofilinos, tornando este de cor vermelha pálida[7]. Nos frutos ocos o cascarão não apresenta mudanças visíveis desde o mês de julho[3].

Nesta fase o crescimento do fruto já é mínimo, terminando eventualmente o seu desenvolvimento. Após este acontecimento verificam-se todas as transformações do cascarão anteriormente referidas[3].

2.4.6. Ciclo anual da árvore do pistácio

É apresentada em seguida a figura 15, que representa as principais etapas do ciclo anual da árvore do pistácio, nomeadamente floração, formação e desenvolvimento do fruto, crescimento vegetativo, diferenciação de gomos, colheita, queda da folha e repouso invernal.

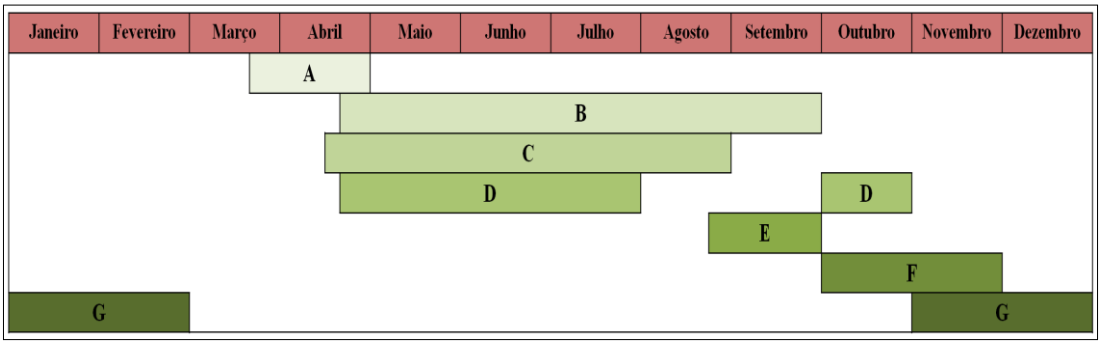

Figura 15 – Representação das sete fases pertencentes ao ciclo anual da árvore do pistácio, em particular floração (A), formação e desenvolvimento do fruto (B), crescimento vegetativo (C), diferenciação de gomos (D), colheita (E), queda da folha (F) e repouso invernal (G). Fonte: Autor.

Floração (A)

A floração ocorre desde o final de março até fim de abril[3,72], dizendo respeito ao desabrochamento dos gomos, desenvolvimento das inflorescências, polinização e fecundação (Figura 16).

Figura 16 – Início da floração das árvores de pistácio na parcela da coleção de cultivares, na quinta experimental *La Entresierra* (30 de março de 2017).

Formação e desenvolvimento do fruto (B)

Esta fase acontece de final de abril a setembro[3] (Figura 17). Os três diferentes estágios foram descritos anteriormente.

Figura 17 – Racimo de pistácios da cultivar Sirora a 28 de maio de 2017. (B) Frutos de cultivar Sirora totalmente desenvolvidos, a 24 de agosto de 2017.

Crescimento vegetativo (C)

Nesta etapa dá-se a rebentação, formando novas ramificações e folhas (Figura 18). Ocorre de abril a agosto[3,7].

Diferenciação de gomos (D)

A diferenciação de gomos ocorre durante o período de crescimento do ano anterior: de abril a julho e novamente em outubro. Este processo estagna durante o inverno e completa-se em março, dando origem ao início da floração[3,7,67].

Figura 18 – Início da rebentação, seguido pela formação de folhas (30 de março de 2017). Estado fenológico C das inflorescências femininas da cultivar Napoletana.

Colheita (E)

A determinação de data ideal de colheita do pistácio é uma das práticas mais importantes para o aumento da qualidade da produção do fruto[84].

A maturação do fruto dá-se quando o mesocarpo (cascarão) se torna de cor opaca e quando se separa facilmente do endocarpo (casca)[84,85]. A colheita realiza-se quando 60 a 70% dos frutos se encontram nestas condições[3], mecanicamente com o auxílio de um vibrador[40,86].

Em *Castilla-La Mancha*, a colheita é realizada no fim de agosto/início de setembro ou a meados de setembro, se as cultivares são temporãs ou tardias, respetivamente[86]. Também na Califórnia a colheita realiza-se durante o mês de setembro[7,67,85].

Queda da folha (F)

O momento em que ocorre a queda da folha, para além de depender das condições meteorológicas também depende do estado sanitário da árvore e, por vezes durante a formação do fruto, devido a fenómenos de competição. A etapa F normalmente decorre de outubro a novembro[3,67].

Repouso invernal (G)

E por fim chega o repouso invernal, que decorre de novembro até o início da floração (março), quando a necessidade de acumulação de frio pelos gomos é satisfeita[3].

2.5. Cultivares de pistacheiro

Existem inúmeras cultivares de pistacheiro, representadas pela vasta variabilidade genética de *Pistacia vera L*. Alguns autores defendem que estas podem ser nativas do país e/ou obtidas por cruzamento[87].

2.5.1. Exemplares por país de origem ou introduzidas

A tabela VI representa diferentes cultivares, de origem ou introduzidas, nos principais países produtores de pistácio.

Tabela VI – Cultivares, femininas e masculinas, presentes nos principais países produtores de pistácio.

País	Cultivares femininas		Cultivares masculinas	Bibl.
	Principais cultivares	Outras		
Irão	Ahmad Aghaei (Ahmad Aghai, Ahmad-Aghaie, Ahnad Aghaee), Akbary, Badami Zarand, Kalehghouchi (Kaleh Ghouchi, Kalle Ghoochi), Khanjary Damghan, Momtaz (Mümtaz), Ohadi	Aria, Badami Rizs, Ghazvini, Ghermeza, Ogah, Phandoghi (Fandoghi), Pust piazi, Rafsanjani, Rezaii, Sefid-Fiezabad, Sefid-posteh nogh, Shahpasand, Tbeahimi, Wahidi (Vahidi), etc	-	30,80,87–91
Turquia	Kirmizi, Uzun, Siirt	Achoury, Alemi, Ayimi, Beyazben, Çakmak, Değirmi, El Bataury, Halebi, Keten Gömleği, Obiad, Sultani, Vahidi, etc	-	30,88,91
Califórnia (USA)	Kerman	Aria, Bronte, Golden Hills, Joley, Kalehghouchi, Kastel, Lassen, Lost Hills, Rashti, Red Aleppo, Sfax, Trabonella, etc	Ask, Chico-23, Nazareth, Peter(s), Randy, 02-16, 02-18	42,88,92,93
Síria	Red Aleppo (Ashoury)	Agamy, Boundouky, Lathwardy (Lazawardi), Maraqhi, Marouhi, Nab-algamal, Oleimy, Red Gabal, Red Oleimy, White Batoury, White Oleimy, etc	M-11, M-36, M-37, M-38, M-47, M-57	3,30,88,94,95
Tunísia	Mateur	Elguetar (El Guettar), Gafsa, Kasserina, Sfax, Thyna, etc	25A, 40A, femelle 11 D	3,30,79,96
Espanha	Kerman	Avidon, Avdat, Mateur, Larnaka, Aegina, Sirora, etc	Peter, Guerrero, Chaparrillo, C-especial	4,75,88
Itália (Sicília)	Napoletana (Bianca)	Agostana, Bronte, Cappuccia, Cerasola, Femminello, Ghiandolara, Gialla, Girasola, Insolia, Notaloro, Pignatone, Silvana, Trabonella, etc	M-1, M-2, M-3, M-5, M-6, M-7, M-8, M-9 M-502	30,88,94
Grécia	Aegina	Foundoukato, Kilarato, Nichato (Kinezaki), Pontikis	A, B, C, C-especial	30,88
Austrália	Sirora	Bronte, Kerman, Lassen, Sfax, Trabonella, etc	Peter(s), Kaz	3,30,41,88,97

2.5.2. Caracterização de cultivares

Neste ponto serão analisadas uma série de características que contribuem para a distinção de cultivares e também para a eleição de cultivares a plantar. Serão avaliados aspetos como a qualidade do fruto, fisiológicos e fenológicos e produtividade.

As cultivares a ter em conta estão presentes na coleção do Centro Agrário *El Chaparrillo* e fazem parte deste estudo, nomeadamente Aegina, Ashoury, Avdat, Avidon, Kerman, Larnaka, Mateur, Napoletana e Sirora.

2.5.2.1. Qualidade do fruto

Existem vários parâmetros que têm impacto na qualidade do fruto para a satisfação dos consumidores, nomeadamente o tamanho do fruto, o rendimento grão/casca, percentagem de frutos abertos e a qualidade organolética. Algumas destas características fazem parte da classificação de pistácio com casca em categorias, sendo também utilizadas diferentes normas de classificação[3]. Posteriormente, na tabela VII, serão comparadas as características de cada cultivar estudada, detalhando aspetos de qualidade do fruto, fisiológicos, entre outros.

2.5.2.2. Aspetos fisiológicos

Alternância (safra e contrassafra)

A árvore do pistácio tem uma natureza alternante[72,98], isto significa que após a ocorrência de um ano de elevada produção, ano safra ou *ON*, segue-se um ano com quebras de rendimento substanciais, ano contrassafra ou *OFF*[65,74]. Esta diferença de quantidade de ramos e flores, e consequentemente de frutos, vai-se intensificando à medida que aumenta a idade da árvore[7].

Este fenómeno ocorre devido à autorregulação de hidratos de carbono[7,65,99], por exemplo de amido[99], que em ano *ON* são maioritariamente consumidos na formação de frutos e consequentemente haverá diminuição de acumulação de reservas[74], levando à abcisão de gomos e à diminuição de produção no ano seguinte[7,100].

Fatores externos que stressem a árvore também contribuem para este desequilíbrio fisiológico, nomeadamente invernos húmidos, verões longos, secos e quentes[72], chuvas intensas, falta de

horas de frio, entre outros[3]. O porta-enxerto utilizado também apresenta impacto neste fenómeno[101].

Para a mitigação de alternância temos operações como poda[64,69,98] e a utilização de uma irrigação[64,67,69] e nutrição[64] adequada e equilibrada, desempenhando o azoto uma função importante e reguladora[100]. Estas práticas contribuem para o equilíbrio fisiológico da árvore, proporcionando um rendimento anual regular[64].

Frutos ocos

Estima-se que 10-30% dos frutos de uma árvore sejam frutos ocos[67]. Isto poderá acontecer em duas fases: no vingamento ou no enchimento do fruto[7], isto significa que é causado por partenocarpia ou pelo aborto do embrião, respetivamente[74,100].

Na primeira fase, também chamada partenocarpia, não se dá o desenvolvimento do embrião, ou seja, ocorre polinização sem fecundação. Isto é explicado pelo desenvolvimento incompleto ou pela pouca viabilidade do tubo polínico[7,67,82], e ainda, por condições ambientais adversas na floração (relacionadas com temperatura e humidade relativa), em específico na polinização[3,102]. A outra fase refere-se à interrupção do desenvolvimento do embrião, ou seja, um aborto prematuro, antes do início da fase do crescimento da semente[3].

A maior ou menor existência de frutos ocos depende da cultivar[30], condições de cultivo e ambientais[3], havendo também autores que defendem a influência do porta-enxerto[101,103,104]. Em anos de contrassafra a percentagem de frutos ocos é sempre maior[7,105].

Uma boa fertilização em boro[7,32] e potássio[64,81,100] e uma irrigação adequada ajudam na mitigação deste fenómeno[7,30,59].

Deiscência

A deiscência é a separação do endocarpo, dando origem a frutos de casca aberta[106]. Na comercialização de pistácio a existência de frutos fechados é pouco aceite pelos consumidores[100], levando à perda do seu valor comercial[67,96].

A abertura do endocarpo dá-se um mês antes da maturação da semente e continua até setembro[3]. Este aspeto fisiológico é explicado pelo crescimento e desenvolvimento da semente[30,96,100] e

ainda, por fatores bioquímicos, que ativam uma resposta de deiscência, produzidos pelo crescimento do embrião[106,107].

Uma maior ou menor percentagem de frutos abertos deve-se a práticas culturais como a poda, a determinação do momento da colheita, nutrição da planta, especificamente em boro[7], e a irrigação[7,106]. A cultivar[30,96], fatores ambientais[96] e a genética da árvore[30,96] são outras variáveis que também têm influência. Além disso, em anos de safra a percentagem é normalmente menor[7,30,106,107].

Período juvenil

Trata-se do tempo que uma árvore necessita para iniciar a produção. A árvore do pistácio é caracterizada pelo seu longo período juvenil[7,30], iniciando a produção de frutos a partir do quinto ano[7,58] e atingindo uma produtividade que justifique a colheita entre o sétimo e décimo ano[30].

Existem fatores que influenciam este período, como a cultivar[30,108], o porta-enxerto[74] e práticas como poda, fertilização e rega[109].

2.5.2.3. Período de floração

A escolha de cultivares femininas e masculinas, de floração e polinização sincronizadas, torna-se decisiva para a produção de pistácios e para o sucesso da exploração[80]. Desta forma, as cultivares foram classificadas como de floração temporã ou tardia, desde 28 de março a 30 de abril[3]. Na tabela VII, estão representadas as diferentes cultivares e respetiva classificação.

2.5.2.4. Produtividade

A produtividade é a relação entre a produção (Kg) e o vigor (área do tronco, cm^2). Cultivares como Kerman e Avidon são mais produtivas do que a Ashoury e Napoletana[3] em igualdade de circunstâncias. O rendimento de uma árvore poderá variar dependendo de fatores ambientais, maturidade da árvore e genética[110].

Tabela VII – Caracterização de cultivares em função da qualidade do fruto (tamanho, forma e rendimento casca/semente), aspetos fisiológicos (alternância, frutos ocos e deiscência), período de floração, vigor, período juvenil e produtividade.

	Qualidade do fruto			Aspetos fisiológicos							
Cultivares	**Tamanho**	**Forma**	**Rendimento (semente/ casca)**	**Alter-nância**	**Frutos ocos**	**Deiscência**	**Período juvenil**	**Período de floração**	**Produtividade**	**Vigor**	**Biblio.**
Aegina	Medio	Alongada	Médio	Média	Médio	Média	Médio	Temporã	Alta	Médio	15,16,38,64,79, 102
Ashoury	Médio	Alongada	Baixo	Média	Alto	Alta	Médio	Temporã	Média/alta	Alto	3,30,31,47,73
Avdat	Médio	Alongada	Médio	Média	Médio	Alta	Médio	Temporã	Média/alta	Alto	3,30,31,43,73
Avidon	Pequeno	Oval	Baixo	Alta	Médio	Alta	Médio	Média	Baixa	Baixo	3,30,31,73,112
Kerman	Grande	Redonda	Alto	Alta	Alto	Baixa	Curto	Tardia	Média	Médio	30,40,47,73,80,88 ,96
Larnaka	Médio/ grande	Alongada	Médio	Média	Baixo	Alta	Médio	Temporã	Alta	Médio	3,30,31,94
Napoletana	Médio	Alongada	Alto	Média	Alto	Baixo	Longo	Média/ tardia	Baixa	Médio	3,30,31,73,88,113
Mateur	Médio	Alongada	Médio	Média	Médio	Média	Longo	Temporã	Alta	Alto	7,15,16,42,64,87, 105
Sirora	Médio/grande	Alongada-redonda	Médio	Média	Médio	Alta	Curto	Média	Alta	Alto	7,15,36,89,102, 103,106

2.5.3. Caracterização e eleição de cultivares masculinas

Para assegurar uma boa fecundação e consequentemente a qualidade e rendimento do fruto é crucial fazer a escolha correta das cultivares masculinas. Isto significa que ambas as florações, em especial as fases de emissão do pólen e recetividade do estigma, sejam coincidentes[7,77–79,116].

Como cultivares masculinas existem Askar, C-especial, Chaparrillo, Chico, Egino, Enk, Guerrero, M-57, M-38, Mateur M., Nazar, Peter(s), Randy, 02-18, entre muitas outras[30,47,75,79,88].

É aconselhado a utilização de 8 a 11% de machos para garantir que todo o período de floração da cultivar feminina seja coberto[77]. Desta forma, na tabela VIII são apresentadas as cultivares masculinas que estão sincronizadas em plena floração e nos primeiros e últimos dias de floração das cultivares femininas. Isto fornece informação sobre as diferentes combinações possíveis como apoio à instalação de um pomar de pistácios.

Tabela VIII – Sincronização entre as florações de diferentes cultivares femininas e respetivas cultivares masculinas. Onde *X* representa boa sincronização entre ambas as florações e X_1 e X_2 sincronização com os primeiros e últimos dias de floração da cultivar feminina, respetivamente.

		Cultivares masculinas							
		Askar	C--especial	Guerrero	Mateur M.	M-38	Nazar	Peter	**Biblio**.
Cultivares femininas	Aegina		**X**		**X_1**	**X**			3,75
	Ashoury		**X**		**X_1**			**X_2**	3,30,75
	Avdat	**X_1**	**X**		**X_1**	**X**	**X_1**		3,75
	Avidon	**X_1**					**X_1**	**X**	30,75
	Kerman	**X_1**	**X_1**	**X_2**			**X_1**	**X**	7,75,79,88
	Larnaka		**X**		**X_1**	**X**		**X_2**	3,75
	Mateur		**X**		**X**	**X_2**	**X_2**		3,30,75
	Napoletana		**X_1**			**X**			70
	Sirora		**X**		**X_1**			**X_2**	3

2.6. Porta-enxertos

A nível agronómico, a necessidade de aproveitar as vantagens do sistema radicular de um determinado cavalo ou porta-enxerto tem em consideração diversos aspetos relacionados com

resistência a determinadas pragas e/ou doenças do solo, tolerância ao frio, vigor, captação de água e de nutrientes, salinidade, afinidade com a cultivar a enxertar, produtividade, entre outras[26,103,117]. Daí que a combinação adequada entre um porta-enxerto e a cultivar de interesse agronómico pretenda reunir as vantagens do sistema radicular, como resistência a fatores bióticos e abióticos e a obtenção de elevados rendimentos e qualidade do fruto[118].

Inúmeras espécies do género *Pistacia* poderão ser utilizadas como cavalo[117], obtidas por semente ou por hibridação[68,103,104]. Neste capítulo serão discutidos os principais porta--enxertos[107,119,120], especificamente *Pistacia terebinthus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia integerrima*, *Pistacia vera*, UCB1 e PGII.

2.6.1. Caracterização dos principais porta-enxertos

2.6.1.1. *Pistacia terebinthus*

A espécie *P. terebinthus* (Figura 19), também tradicionalmente chamada por cornicabra, está distribuída pelo sul da Europa, Norte de África e sudoeste asiático, em países como a Espanha, Itália, Grécia, Chipre, Austrália e Turquia[121,122]. Esta espécie é nativa em Portugal[123].

Figura 19 – Espécie *Pistacia terebinthus* utilizada como porta-enxerto.

A nível edáfico, esta árvore destaca-se pela sua grande adaptabilidade a uma série de solos, desde solos pobres, rochosos, pouco profundos, calcários[57,80,122] e de diferentes valores de pH[3]. Também se caracteriza por ser das espécies mais resistentes ao frio[104], secas e geadas[120,124]. Estas são provas da grande rusticidade[125], que também é complementada pela sua excelente eficiência nutricional, principalmente na absorção de cobre e zinco[104].

Em solos infetados por *Verticillium* spp. não é aconselhável a utilização deste porta-enxerto, devido à sensibilidade a este fungo[29,101,104], contudo este apresenta resistência a *Phytophthora* spp.[29], *Armillaria* spp.e nemátodes[104,122].

Existem outras características que se destacam, como a boa afinidade com o enxerto[80], baixo vigor da árvore em relação a outras espécies[104,122,125], baixa precocidade em entrada de produção[80] e baixo hábito de crescimento[29].

2.6.1.2. *Pistacia atlantica* Desf.

Esta espécie (Figura 20) tem uma ampla distribuição, estando presente no Norte de África, em zonas árida e semi-áridas[118], como Argélia, Líbia, Marrocos, Tunísia e Egipto, encontrando-se também no sudoeste asiático (Chipre, Jordânia, Líbano, Síria, Turquia, Irão, Afeganistão e Paquistão), em Espanha (nativo nas Ilhas Canárias) e no sudeste da Europa (Grécia)[9,30]. É utilizado como porta-enxerto principalmente em países onde é autóctone e onde o cultivo não se encontra muito desenvolvido[55]. Tem ainda uma função ecológica, uma vez que poderá ser plantado para combater a erosão e a salinidade do solo[118].

Figura 20 – Espécie *Pistacia atlantica* Desf. utilizada como porta-enxerto.

Esta espécie destacou-se no início da expansão da cultura do pistácio na Califórnia, chegando a ser o porta-enxerto mais plantado, contudo devido à presença de *Verticillium* spp. em determinadas zonas teve-se de recorrer à substituição das mesmas por outros pés mais resistentes ou tolerantes, como *P. integerrima* e UCB1[104,120,126].

P. atlantica é uma árvore apropriada a zonas áridas, destacando-se portanto pela sua resistência a ambientes severos[118] e a solos salinos[104] e calcários[126]. Esta tem preferência por solos profundos[80]. Já na absorção de nutrientes, apresenta grande eficiência de absorção de cobre e zinco[127]. Tem baixa precocidade de entrada em produção[3].

Em comparação com *P. terebinthus*, apresenta maior sensibilidade ao stress hídrico que esta[120], induzindo uma maior transpiração e atividade fotossintética[107], sendo portanto mais apropriado em regadio que em sequeiro[3]. Também apresenta um maior vigor[125], este moderado[107,120], e uma boa resistência ao frio, superior ao de *P. integerrima*, contudo inferior ao de cornicabra[104].

Em relação a fatores bióticos, este apresenta resistência a nemátodes e *Phytophthora* spp.[30,80,118], contudo é sensível *Verticillium* spp. e a *Armillaria* spp.[80,104,125].

2.6.1.3. *Pistacia integerrima* S.

P. integerrima Stewart (Figura 21), também denominada por PGI (*pioner gold* I), tem uma distribuição natural pela India[24] e China[3]. Esta árvore teve uma grande expansão e importância nos Estados Unidos da América a partir de 1980[128], uma vez que, após a descoberta da suscetibilidade de *P. terebinthus* e *P. atlantica* a *Verticillium* spp., estes foram substituídos por *P. integerrima* e pelo híbrido UCB1, tornando-se portanto os porta-enxertos mais utilizados no país[101,104,120,128].

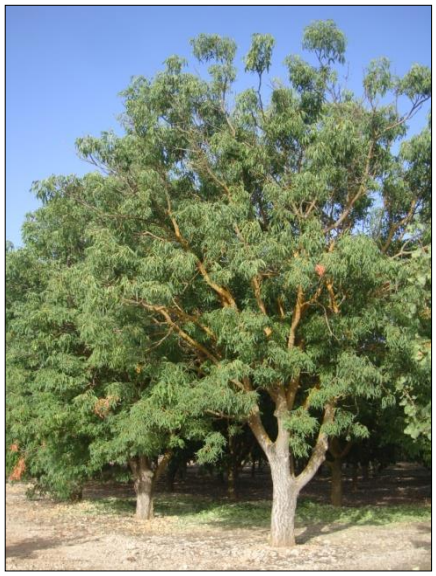

Figura 21 – Espécie *Pistacia integerrima* Stewart utilizada como porta-enxerto.

Esta é uma espécie muito vigorosa[107,125] com uma rápida entrada em produção[104,128].

No que diz respeito à adaptabilidade a condições climáticas, esta apresenta sensibilidade ao frio[104] e a geadas[103,104,120]. Em plantas jovens, as baixas temperaturas invernais poderão causar danos graves no tronco quando se atinge entre os -8 e -10 ºC[3] e, também, no processo de pegamento do enxerto em campo, devido ao movimento prematuro de seiva [125].

A nível edáfico, este porta-enxerto apresenta uma boa resistência a solos calcários[3], contudo baixa adaptabilidade à salinidade[104], sendo aconselhável o plantio em solos de textura arenosa ou franco argilosos-arenosos, solos de pH básico, profundos e em regadio[3,80]. Apresenta uma boa eficiência nutricional, principalmente em boro, cloro e sódio, devido à elevada absorção, porém o mesmo não se verifica com cobre e zinco[104,127].

Uma das características que destaca *P. integerrima* é a sua tolerância a solos com verticiliose (*Verticillium dahliae Kleb*)[80,101,103,104,128], no entanto apresenta baixa resistência a *Armillaria* spp. e *Phytophthora* spp.[104].

2.6.1.4. *Pistacia vera* L.

Pistacia vera L. (Figura 22) é utilizada como porta-enxerto em áreas quentes e secas do mediterrâneo oriental, como Irão, Turquia, Tunísia, Síria e também em outros países do Médio Oriente[29,30,84,101], ocorrência explicada pela disponibilidade e elevada taxa de germinação de semente[129] e, portanto, baixo custo de obtenção[3]. Esta espécie cresce de forma natural em Turquemenistão, Afeganistão[6,130], Tunísia[129] e, principalmente, no Tajiquistão[30].

Figura 22 – Espécie *Pistacia vera* L. (cultivar Kerman), utilizada como porta-enxerto, mas destaca-se por ser a única espécie que produz o fruto comestível, o pistácio.

A utilização desta árvore como porta-enxerto é aconselhável em sequeiro, devido à suscetibilidade a nemátodes[80,125,129], em terrenos ligeiramente argilosos[3] e em solos bem drenados, pela sua sensibilidade a asfixia radicular[80]. Nesta condição hídrica de cultivo é possível obter-se médias de produções aceitáveis (kg/árvore)[3,109].

Enquanto pé franco, caracteriza-se pela boa afinidade com o enxerto[80,109], baixo vigor[125], entrada em produção tardia[109] e elevada resistência ao frio[30] e a solos calcários[3]. Como obstáculo tem a sua intolerância ao excesso de salinidade[131] e humidade do solo[30], suscetibilidade ao ataque de *Verticillium dahliae* K. e baixa resistência a *Phytophthora* spp. e média a *Armillaria* spp.[3].

2.6.1.5. UCB1

O híbrido UCB1, também denominado por UC Berkeley I, surgiu comercialmente em 1989 nos EUA, resultado da polinização fechada entre *P. atlantica* D. (árvore feminina, ♀) e *P. integerrima* S. (árvore masculina, ♂)[8,103,104,128]. É atualmente um dos porta-enxertos mais utilizados neste país, em conjunto com *P. integerrima*, como referido anteriormente[26].

A criação deste porta-enxerto permitiu a formação de uma árvore de grande vigor[125], alta precocidade de entrada em produção[68,104], produtiva[104] e tolerante a *Verticillium dahliae*

K.[104,128]. Apesar do seu nível de tolerância ao fungo, quando infetada verificou-se um decréscimo do vigor da árvore[104].

UCB1 revela média resistência à salinidade[104] e boa a solos calcários[3]. É mais resistente ao frio que *P. integerrima*[68,103,132] e apresenta resistência a *Armillaria* spp. e *Phytophthora* spp.[104]. Não obstante, exibe baixa eficiência nutricional, tanto na absorção de cobre e zinco como em boro, cloro e sódio[104,127]. É aconselhável a sua utilização em solos profundos de textura média e em cultivo de regadio[107].

2.6.1.6. Pioner Gold II

PGII (*Pioner Gold II*), tal como UCB1, é um híbrido entre *P. integerrima* (♂) x *P. atlantica* (♀), mas com a diferença de se ter recorrido a polinização aberta. Este porta enxerto exclusivo da Califórnia, comercializado no início dos anos 90, perdeu sua valorização devido à sensibilidade a *Verticillium dahliae* K.[68,104]. É um porta-enxerto de grande vigor, alta precocidade de entrada em produção, pouco resistente ao frio e de eficiência nutricional média[104], suportando bem solos argilosos[3].

2.6.2. Influência do porta-enxerto

Atualmente existem investigações que provam que os porta-enxertos têm influência direta na cultivar enxertada, nomeadamente no desenvolvimento e rendimento da árvore[133]. Além da sua tolerância à salinidade e frio, resistência ou sensibilidade a doenças do solo, os porta enxertos provaram a sua influência também no vigor, na precocidade da produção, no estado nutricional da planta, na produtividade[104,127,134,135], na alternância, na percentagem de frutos ocos e abertos[103,136] e no peso do fruto[101,104,135].

O vigor é uma característica da espécie *Pistacia*, refletindo-se na formação de uma grande canópia[114,137]. Assim, a utilização de porta-enxertos mais vigorosos irá traduzir-se numa maior copa da árvore, e também no seu porte. Tudo isto é importante para perceber o processo de crescimento estrutural e, para assim, desenvolver práticas de gestão da árvore[65]. Além disso, em porta-enxertos mais vigorosos, a entrada em produção poderá ser antecipada[101].

Como referido anteriormente, o sistema radicular influencia a absorção de nutrientes e água do solo, refletindo-se no conteúdo em nutrientes e no estado hídrico da árvore[107,137]. Este facto pode ser explicado pela distribuição das raízes, quer em comprimento quer em densidade[107].

A nível nutricional, a escolha de um porta-enxerto com uma maior capacidade de absorção de determinados nutrientes, que estão em défice no solo, poderá ser uma estratégia para solos pobres. Em particular o cobre e o zinco, cuja escassez promove o atraso da rebentação, perda de rendimento da cultura e prejudicam o crescimento de zonas meristemáticas[127]. Adicionalmente, provou-se que o vigor do porta-enxerto é importante na captação e translocação da enzima fenilalanina amónio-liase (PAL), cujo aumento de atividade está diretamente relacionado com a síntese de compostos fenólicos, que têm ação protetora contra a radiação violeta e defesa química contra agentes patogénicos e predadores, para além de serem benéficos para o consumidor. Assim, a escolha do porta-enxerto pode promover a resistência a stresses ambientais das árvores pela produção de hormonas e compostos fenólicos[137].

A nível bioquímico, foi provado que o sistema radicular promove um baixo fecho estomático pela elevada quantidade de citoquininas aí produzidas. Isto faz com que haja um rápido crescimento da árvore e com elevados rendimentos[107].

Também, numa investigação realizada na Turquia, verificou-se que existiram diferenças na floração nas cultivares Kirmiki e Siirt em diferentes porta-enxertos, onde *P. vera* teve maior precocidade que *P. atlantica*. Também Kirmizi em *P. atlantica*, o período de floração é maior em ano *OFF*. Além da floração, registou-se diferenças no desenvolvimento do tronco e no crescimento da raiz[57].

Outra fonte, Nadernejad, N. *et al.* (2013), refere que uma cultivar enxertada num determinado porta-enxerto irá sofrer alterações fisiológicas e bioquímicas nas suas folhas[137].

3. Materiais e métodos

3.1. Quinta experimental *La Entresierra*

Os estudos realizados no âmbito deste trabalho decorreram na quinta experimental *La Entresierra*, que pertence ao Centro Agrário *El Chaparrillo*, em *Ciudad Real*, comunidade *Castilla-La Mancha*, Espanha. As coordenadas geográficas do local de ensaios são 39° 0'N, 3° 56'O, posicionando-se a uma altitude de 640 metros em relação ao nível do mar[55].

3.1.1. Delineamento experimental

Os ensaios foram realizados em três parcelas - A, B e C, representadas na figura 23.

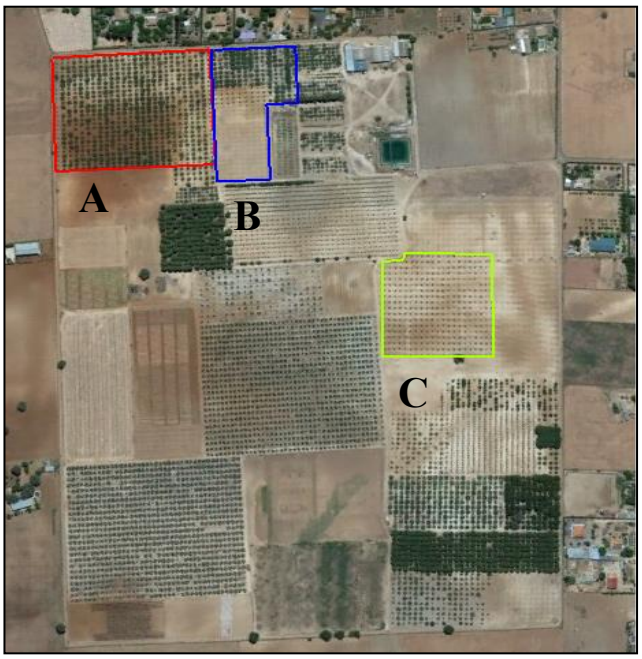

Figura 23 – Quinta experimental *La Entresierra* e respetivas parcelas onde foram realizados os ensaios. Parcela A (linha vermelha); parcela B (linha azul); e parcela C (linha verde). Imagem obtida através do *Google Earth Pro* (28.05.2017).

A primeira parcela (A), em condições de sequeiro, tem aproximadamente 2,8 hectares, as suas árvores foram plantadas com um compasso de 7x6 m, conduzidas em vaso e enxertadas (enxertia em escudo) entre os anos 1993 e 1994. Esta parcela foi instalada com o objetivo de perceber a influência do porta-enxerto nas cultivares em relação a diversos parâmetros agronómicos, nomeadamente entrada em produção, produtividade, vigor da árvore, entre outros[55]. Entre as cultivares fêmeas destacam-se Avdat, Avidon, Ashoury, Napoletana, Aegina, Larnaka, Mateur e Kerman, enxertadas em quatro porta-enxertos, especificamente em *Pistacia*

terebinthus, *Pistacia atlantica*, *Pistacia vera* e *Pistacia integerrima*. Na respetiva parcela foram efetuados registos fenológicos da floração e fotográficos, assim como o acompanhamento do crescimento do fruto das cultivares femininas, estudando-se também a influência do porta-enxerto nestes processos.

A parcela que se encontra adjacente à anterior, parcela B, diz respeito à coleção de cultivares de pistacheiro (*P. vera*) da quinta experimental *La Entresierra*, sendo composta atualmente por 34 cultivares femininas e 28 cultivares masculinas, numa área de aproximadamente 1,3 hectares. Como é possível observar na figura 23, existem árvores de diferentes anos de plantação, uma vez que, todos os anos, são enxertadas novas cultivares que poderão ter interesse para investigações futuras. As cultivares masculinas em estudo são: Peter, Askar, Nazar, Mateur M., Egino, M-38, C-especial, M-B, M-C, M-1, O2-18, Peter (T-41), M-502, M-36, M-11, Peter-1, Guerrero, Chaparrillo, G-1, Randy e Kris. Nesta parcela foi realizado o seguimento da floração e fotográfico das cultivares masculinas.

Por fim, a terceira parcela C, de 1,6 hectares, diz respeito a uma plantação da cv. feminina Sirora x *P. terebinthus*. Tem-se verificado um grande interesse por esta cultivar, devido à elevada percentagem de frutos abertos (93,8%), elevada razão miolo/fruto e pela sua preferência de sabor[111]. Atualmente, o seu cultivo em Espanha tem aumentado e, como tal, é importante estudar a sua adaptabilidade e resposta às condições edafoclimáticas da região. Desta forma, foi realizado o seguimento da floração e fotográfico e o acompanhamento do desenvolvimento do fruto nesta cultivar.

Relativamente à amostragem da parcela A, uma amostra diz respeito a uma determinada cultivar enxertada num determinado porta-enxerto (exemplo: Kerman x *Pistacia terebinthus*), isto significa que no total foram analisadas 32 amostras (8 cultivares*4 porta-enxertos), onde também foram tidas em conta, por cada amostra, 3 réplicas (árvores de igual cultivar e porta-enxerto), ou seja, na totalidade foram estudadas 96 árvores. Já na parcela B foram avaliadas 3 árvores (réplicas) de cada cultivar masculina (amostra) e na cv. Sirora (amostra), parcela C, foram tidas em conta 4 réplicas (árvores).

3.1.2. Caracterização edáfica do local de ensaios

A quinta de ensaios está localizada no chamado *El campo de Calatrava*, que se caracteriza pela combinação de um embasamento cristalino e uma bacia terciária[138].

O tipo de solo em *Ciudad Real* caracteriza-se por ser calcissolo, luvissolo, e cambissolo calcário. Tem uma textura franco-arenosa e franco-argilosa-arenosa, com uma profundidade inferior a 70 cm, pH de 8 e pouca matéria orgânica (menor que 1%). No que diz respeito a outras particularidades, caracteriza-se por conter entre 5 e 10% de calcário, um horizonte calcário a 30-40 cm e bom fornecimento de potássio e baixo de fósforo[3].

3.1.3. Caracterização climática do local de ensaios

A nível climático a zona de *Ciudad Real* cumpre todas as condições para o cultivo de pistacheiros.

Entre os anos 2004 e 2010 foi registada uma precipitação média anual de 400 mm, onde nos meses abril, maio e setembro se registou 49, 35 e 25 mm, respetivamente. As horas de frio foram superiores a 1500 e registou-se, nestes seis anos, 3614 unidades de calor anuais. A humidade relativa foi de 40 % e verificou-se também que a ocorrência de geadas tardias não prejudicou o cultivo desta cultura, devido à sua baixa percentagem de ocorrência[3,138].

Atualmente existem 42 estações meteorológicas na comunidade de *Castilla-La Mancha*, sendo compostas por um conjunto de dispositivos, nomeadamente uma sonda de temperatura e humidade relativa (*Vaisala HMP45C*), um pluviómetro (*ARG100*), um monitor de vento (*R.M. Young 05103*) e um piranómetro (*SKYE SP1110*). Estes aparelhos permitem determinar temperatura e humidade relativa, precipitação, velocidade e direção do vento e radiação solar. Em *Ciudad Real* existem 12 estações meteorológicas, onde uma delas está localizada na quinta experimental *La Entresierra* (nº CR101), 39°01'51.1"N 3°56'54.1"O, a 640 metros de altitude, tendo sido instalada a 11 de maio de 2004[139]. Esta estação permitiu a obtenção dos dados climáticos apresentados nesta investigação sobre a temperatura média, máxima e mínima, humidade relativa média, precipitação, horas de frio acumuladas e unidades de calor do ano 2016 e 2017.

3.2. Seguimento fenológico: floração

O seguimento da floração foi realizado nas três parcelas descritas anteriormente.

Esta prática foi executada entre os dias 15 de março e 26 de abril, período no qual ocorreu a floração das cultivares em estudo. Isto permitiu avaliar a evolução das respetivas flores, especificamente a duração e o início e fim de cada fase, avaliando-se também os momentos de

receção e emissão de pólen. Adicionalmente foi elaborado um acompanhamento fotográfico das inflorescências.

A nomenclatura utilizada, nas inflorescências femininas, teve em conta os diferentes estados fenológicos das flores da árvore (amostra), nomeadamente:

- Estado A: gomo em dormência;
- Estado B: inchamento do gomo;
- Estado C: abertura longitudinal do gomo;
- Estado D: diferenciação das ramificações com a observação de estigmas;
- Estado E: ramificações completamente visíveis;
- Estado F: frutos vingados.

Também nas cultivares masculinas se registou os diferentes estados florais, que dizem respeito ao:

- Estado A: gomo em dormência;
- Estado B: inchamento do gomo;
- Estado C: separação das brácteas;
- Estado D: estames expostos com brácteas visíveis;
- Estado E: estames expostos sem brácteas;
- Estado F: estames amarelos;
- Estado G: deiscências das anteras.

Esta avaliação foi definida por três percentagens, dependendo do número de flores de uma árvore que se encontravam em determinados estados florais, ou seja, [25%, 50%, 25%].

Para avaliar a combinação de cultivares femininas e masculinas, com o objetivo de se obter uma excelente polinização, foi determinado o índice de sincronização fenológica, definido por:

$$ISF = \frac{Ndsm}{NDFh} \qquad \text{(Equação 1)}$$

onde *Ndsm* é o número de dias de sobreposição da cultivar feminina e masculina e *NDFh* é o número de dias de floração da cultivar feminina. Um elevado grau de sincronização floral é dado por valores próximos a 1[75].

Em suma, foi realizado um acompanhamento da evolução floral de todas as cultivares em estudo, tanto femininas como masculinas, face às condições ambientais do ano 2017. A partir deste seguimento fenológico determinaram-se os momentos de início e fim de cada estado, a sua duração e se existe influência do porta-enxerto na evolução da floração nas cultivares da parcela A. Por fim, determinou-se o índice de sincronização fenológica entre cultivares femininas e masculinas.

3.3. Desenvolvimento do fruto

Para o estudo do desenvolvimento do fruto foram avaliados três parâmetros físicos, nomeadamente peso fresco, peso seco e dureza da casca (força de rutura).

Esta metodologia foi realizada nas oito cultivares femininas da parcela A, mas apenas analisando árvores enxertadas em *Pistacia terebinthus* e *Pistacia atlantica*, com o objetivo de determinar a influência do porta-enxerto no desenvolvimento do fruto. Também foi acompanhado a evolução do fruto na parcela C, que diz respeito à cultivar Sirora.

Semanalmente foram recolhidos 20 pistácios de cada amostra, onde 10 foram utilizados na medição do peso fresco e seco e os restantes na determinação da força de rutura. A determinação do peso fresco foi realizada, semanalmente, desde 25 de maio, entre 36 a 42 dias após o fim da floração (E_f), até os valores do peso estabilizarem, ou seja, até dia 18 de agosto, exceto em Sirora onde foi realizada mais uma medição a 24 de agosto. Posteriormente foram desidratados numa estufa durante, aproximadamente, 48h a 100 ºC. Para este parâmetro foi utilizada uma balança Gibertini EUROPE 500 (±0,001g).

A determinação da força de rutura da casca, ou seja, a sua dureza, foi realizada de 8 de junho a 18 e 24 de agosto, em relação às oito cultivares e à cultivar Sirora, respetivamente. Nesta medição foi utilizado um penetrómetro artesanal, onde foi obtido o valor máximo de rutura da casca, fornecido em quilograma (kg) de resistência por milímetros (mm) de deslocamento, que foram convertidos posteriormente em Mega Pascal (MPa). Este aparelho é constituído por um dinamómetro e um dendrómetro, ligado a um alimentador (13,8V) e um *interface* (*traducer Type DE/25*). Na figura 24 é possível observar a metodologia utilizada no acompanhamento do desenvolvimento do fruto.

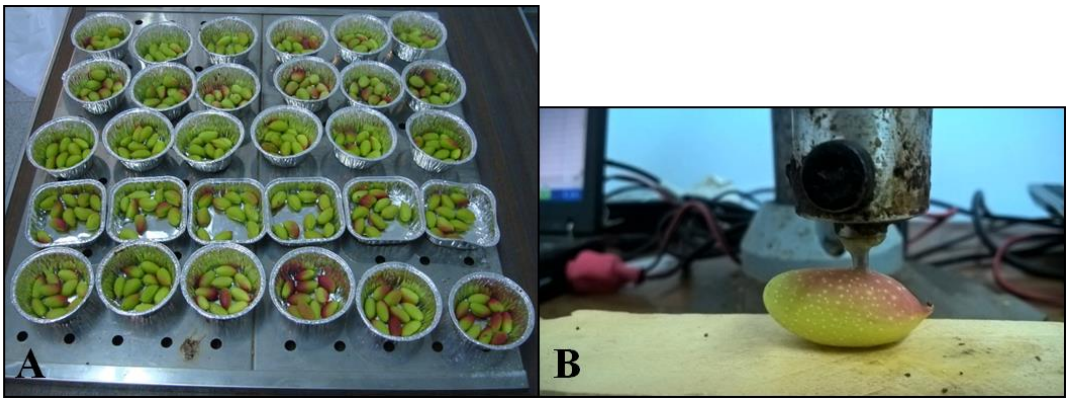

Figura 24 – (A) Após a medição do peso fresco de cada cultivar, estes são posteriormente colocados numa estufa durante 48h a 100 ºC. (B) Utilização do penetrómetro para a determinação da força de rutura da casca do fruto de cada cultivar.

3.4. Análise estatística

A análise estatística dos resultados do seguimento fenológico e desenvolvimento do fruto foi realizada através do *software* estatístico *Infostat*.

A avaliação da evolução das inflorescências teve em conta a percentagem de flores num ou mais estados fenológicos presente em cada árvore. Portanto, foi necessário uma unidade de medida que permitisse a análise de variância, ou seja, o início (i) e o fim (f) de cada fase foram traduzidos em dias do calendário juliano, consoante a primeira e última data de observação do estado[75,116], respetivamente. Também na análise estatística da evolução do fruto foi utilizado o mesmo *software*. Nesta foi tomado como variável dependente os dias em que foram realizadas as medições.

No que diz respeito à análise de variância (ANOVA), foi utilizado o método *LSD Fisher* como método de comparação com 95% de significância. O objetivo desta análise foi perceber se existe diferença significativa na evolução fenológica e no desenvolvimento dos frutos nas oito cultivares em quatro e dois diferentes porta-enxerto, respetivamente.

4. Resultados e discussão

Neste capítulo serão apresentados os resultados relativos ao seguimento da floração e à análise de parâmetros físicos do fruto ao longo do seu desenvolvimento. Posteriormente serão avaliados e discutidos tendo em atenção a bibliografia existente.

4.1. Dados climáticos

Os dados climáticos foram obtidos a partir da estação meteorológica situada na quinta *La Entresierra*, entre os meses outubro de 2016 e agosto de 2017. Isto permitiu avaliar diversos parâmetros e relacioná-los com os resultados da fenologia das árvores de pistácio. Destacam--se a temperatura média mensal (Tm), a temperatura média das temperaturas máximas (TmM) e mínimas mensais (Tmm), a precipitação mensal (P), a humidade relativa média mensal, as horas de frio acumuladas (HF) e as unidades de calor (UC). Na tabela IX é possível consultar estes valores.

Tabela IX – Valores climáticos de *Ciudad Real* entre outubro de 2016 e agosto 2017, obtidos através da estação meteorológica *La Entresierra*. Em agosto os valores apresentados são até dia 28, exceto em UC que é até dia 22 (cor cinza). As células assinaladas a sombreado verde dizem respeito a valores determinantes para o cultivo de pistacheiro.

Mês	Tm (ºC)	TmM (ºC)	Tmm (ºC)	P (mm)	HR_m	HF acumuladas	UC (8º-40ºC)
Outubro'16	15,40	22,99	8,50	50,20	65	8,0	-
Novembro'16	8,23	14,69	3,19	58,13	79	619,0	-
Dezembro'16	5,11	10,26	1,35	26,59	87	1522,5	-
Janeiro'17	3,31	10,17	-2,26	19,66	77	2221,0	-
Fevereiro'17	7,50	13,05	2,48	29,21	75	3117,5	-
Março'17	9,13	16,76	2,34	36,42	72	3760,5	766
Abril'17	13,76	22,30	5,30	23,20	54	-	1930
Maio'17	18,43	26,87	9,46	13,80	52	-	3332
Junho'17	25,07	34,16	15,22	3,60	37	-	4769
Julho'17	25,76	35,17	15,00	2,70	34	-	6238
Agosto'17	25,86	35,54	15,34	10,1	31	-	7253

Tm - Temperatura média (ºC)
TmM - Temperatura média das temperaturas máximas (ºC)
Tmm - Temperatura média das temperaturas mínimas (ºC)
P - Precipitação (mm)
HR_m – Humidade relativa média
HF acumuladas – Horas de frio acumuladas
UC – Unidades de calor

O pistacheiro é uma árvore que requer verões longos e quentes e invernos frios ou muito frios[41,42]. Tanto a temperatura, como a precipitação e humidade relativa, desempenham um papel importante na floração e no desenvolvimento do fruto desta cultura[3,43].

As temperaturas médias durante os meses de dezembro de 2016, janeiro, fevereiro e março de 2017 foram de 5,11 ºC, 3,31 ºC, 7,50 ºC e 9,13 ºC, respetivamente. Adicionalmente, em 2017, as temperaturas mais baixas registadas pela estação meteorológica *La Entresierra* foram em janeiro (-6,3 ºC), em fevereiro (-4,40 ºC) e em março (-1,20 ºC). Estes dados indicam que o inverno foi efetivamente frio.

Na primavera é crucial que as temperaturas sejam amenas, sem quebras abruptas, para evitar problemas na floração, polinização e desenvolvimento do fruto. As temperaturas médias dos meses de março, abril e maio foram 9,13 ºC, 13,76 ºC e 18,43 ºC, respetivamente, enquanto que as temperaturas mínimas registadas nestes meses foram 2,34 ºC, 5,30 ºC e 9,46 ºC. Estes valores aproximaram-se dos valores limite (Tabela X), o que poderiam ter afetado o abrolhamento e a floração (e respetiva polinização) e, após o vingamento, podendo também fomentar a queda dos frutos[3].

Tabela X – Temperaturas médias (Tm) e médias mínimas (Tmm) dos meses março, abril e maio, que marcam o limite para um cultivo adequado de pistacheiro[3].

	Março	**Abril**	**Maio**
Tmm (ºC)	2	4	8
Tm (ºC)	8	11	16

A existência de um verão quente cria condições ótimas para um adiantamento da maturação do fruto e o seu bom desenvolvimento, conduzindo ao aumento da qualidade da colheita, que se traduz numa elevada percentagem de frutos abertos, diminuição do número de frutos ocos, um enchimento mais completo da semente e à obtenção de uma maior brancura do casca[3,42]. As temperaturas máximas registadas nos meses maio, junho, julho e agosto foram 34,30 ºC, 40,20 ºC, 42,60 ºC e 38,10 ºC, respetivamente. As temperaturas médias máximas para estes meses foram 26,87 ºC, 34,16 ºC, 35,17 ºC e 35,54 ºC, respetivamente. Estes valores durante o desenvolvimento do fruto influenciam o tamanho e peso do pistácio[51,115]. De facto, o ano 2017 traduziu-se num verão muito quente, favorecendo a qualidade do fruto.

Para um desenvolvimento floral equilibrado, e em particular para a quebra de dormência dos gomos, é fundamental que as árvores cumpram os seus requisitos em horas de frio, seguindo-se uma subida térmica gradual[38,44,46]. Também as horas de frio acumuladas pelo pistacheiro influenciam qualitativamente o fruto, nomeadamente o seu tamanho[115]. Com efeito, uma acumulação de horas de frio insuficiente inibe a produção de hormonas na planta, especificamente ácido giberélico, necessário para evitar a queda de pistácios[42]. Na espécie

Pistacia as necessidades em HF variam, de forma global, entre 700 e 1400, aproximadamente[3,45]. No mês de dezembro já tinham sido acumuladas 1522 HF, significando que todas as cultivares tiveram um desenvolvimento floral adequado, completado pelo aumento gradual das temperaturas médias a partir de fevereiro. Estes acontecimentos evitaram irregularidades na floração, polinização e maturação do fruto, que têm como consequência a diminuição de frutos abertos, aumento de frutos ocos e redução das produtividades. Também não será esperado um abrolhamento irregular e instável, um desenvolvimento vegetativo tardio, uma floração mais arrastada e também tardia com uma produção de pólen deficiente, pré-morte do estigma, e um amadurecimento do fruto heterogéneo[3,38,45,46], fenómenos que ocorrem quando as necessidades em frio não são satisfeitas.

Também as unidades de calor desempenham um papel importantíssimo para uma ocorrência normal dos diferentes processos fisiológicos da planta, contribuindo para a antecipação e uniformidade da floração e para a maturação dos frutos[3,43,50]. Quando esta acumulação de calor é insuficiente pode levar a um enchimento de frutos incompleto e deficiente rutura/abertura da casca[45]. As UC foram calculadas a partir do dia 1 de março e em todos os momentos em que a estação meteorológica registou a temperatura. Sempre que a temperatura variou entre 8 e 40 ºC foi contabilizada uma unidade de calor e somada às anteriores, resultados presentes na tabela IX. É importante a acumulação de UC suficientes entre os meses de abril e setembro inclusive. Só a partir de 3500 UC é seguro o plantio de todas as cultivares para uma produção de qualidade. A 4 de junho de 2017 foi atingido este valor, proporcionando aos frutos um desenvolvimento ótimo e equilibrado. Além disso, a satisfação das necessidades de calor da árvore também têm influência na rebentação, em especial quando há possibilidade de ocorrência de geadas primaveris (abril)[45]

A precipitação nos meses de abril poderá condicionar a produção do ano. Perante os dados apresentados na tabela IX, os valores nos meses abril (23,20 mm) e maio (13,80 mm) são bastante inferiores aos considerados prejudiciais para a cultura, ou seja, 50 e 45 mm, respetivamente[3]. Portanto, a baixa precipitação garantiu, este ano, uma boa polinização[7,38,40], e consequente produção de fruto, assim como teve uma influência importante na reduzida propagação de doenças[72].

É crucial que a humidade relativa não seja superior a 50% no período estival, caso contrário irá afetar o cultivo de pistacheiro a médio e longo prazo e, juntamente com a excessiva

precipitação, promover problemas fitossanitários[3,55]. Como é possível observar na tabela IX, a humidade relativa média registada foi de 37, 34 e 31 nos meses de junho, julho e agosto, respetivamente, significando que esta variável não condicionou o bom desenvolvimento da cultura. Além disso, a humidade influencia o desenvolvimento do fruto, onde verões longos, quentes e secos irão proporcionar o seu bom desenvolvimento[42].

Em suma, é possível afirmar que os dados climáticos entre outubro de 2016 e agosto de 2017 favoreceram o desenvolvimento das inflorescências e dos frutos, não apresentando consequências negativas para os vários processos fisiológicos em estudo.

4.2. Seguimento fenológico: floração

Neste tópico serão apresentados os resultados sobre a evolução das inflorescências femininas e masculinas das árvores em estudo ao longo do período de floração. Com isto, irá ser discutido o início e fim de cada estado fenológico e sua duração, pormenorizando os períodos de recetividade e emissão de pólen. Também nas cultivares femininas Aegina, Ashoury, Avdat, Avidon, Kerman, Larnaka, Mateur e Napoletana será avaliada a influência de quatro porta-enxertos no início e fim de cada estado fenológico e, nas cultivares masculinas, a sincronização da emissão de pólen com cultivares femininas.

É importante salientar que para a discussão dos resultados da evolução floral será tido em conta, principalmente, investigações que decorreram em *Castilla-La Mancha*, especificamente na quinta *La Entresierra*. Isto permite comparar com dados o mais próximo possível das condições de cultivo das cultivares em estudo.

4.2.1. Cultivares femininas da parcela A

4.2.1.1. Seguimento fotográfico

O acompanhamento fotográfico da floração foi realizado em todos os momentos em que foram registados os diferentes estados fenológicos das árvores em estudo. Desta forma será apresentado um esquema resumido, que inclui uma fotografia das inflorescências nos estados florais B, C, D, E e F de cada cultivar, indicando o dia em que este foi observado. É possível consultar este seguimento na Tabela A5.1 (Anexo 5).

4.2.1.2. Estados fenológicos

A avaliação dos estados florais da parcela A foi realizada de 22 de março (aos 81 dias) até 19 de abril (aos 109 dias), exceto na cultivar Kerman, onde se realizou mais uma observação a 22 de abril (aos 112 dias). Em cada observação foram registados os estados florais, que foram posteriormente traduzidos no dia do calendário juliano (DCJ) que marcou o início e o fim de cada estado em cada árvore. No Anexo 1 é possível consultar os dados obtidos para auxiliar os resultados e sua discussão.

Na primeira observação realizada já todas as cultivares continham inflorescências em estados B e/ou C, não sendo possível registar com rigor o início do estado B (B_i). Na determinação do fim deste estado (B_f) apenas em Kerman e Avidon foi possível, pois todas as árvores continham flores em estado B. Também em algumas árvores das cultivares, como Napoletana, Ashoury e Avdat, no dia 22 de março, continham uma percentagem de flores em estado B, mas não seria correto tirar conclusões sobre B_f, devido à falta de dados de dias anteriores. Já as restantes cultivares, Mateur, Larnaka e Aegina, no primeiro dia de ensaio as respetivas flores encontravam-se já com as brácteas abertas, daí a impossibilidade de efetuar registos sobre os estados B_i e B_f. Também o início da fase que marca a abertura das brácteas (C_i) apenas poderá ser discutida na cultivar Kerman, uma vez que não foi possível registar o início desta fase. Nas restantes fases, C_f, D_i, D_f, E_i, E_f e F_i, todas as cultivares foram avaliadas.

4.2.1.2.1. Evolução floral

Através da análise de variância podemos agrupar cultivares consoante a média do dia de entrada e saída em cada estado floral, percebendo quais as cultivares mais temporãs e as mais tardias e se são significativamente diferentes. Como era previsto, em todos os inícios e fins de cada estado o *p-value* foi inferior a 0,0001, indicando diferenças significativas dos valores médios entre as oito cultivares (Anexo 1, Tabela A1.1 e A1.3). Na figura 26 é possível acompanhar graficamente os valores médios de cada fase em cada cultivar.

Relembrando, na primeira observação realizada, dia 22 de março apenas as inflorescências da cultivar Kerman se encontravam, na sua totalidade, em estado B (gomo inchado). As árvores das cultivares Napoletana, Ashoury, Avidon e Avdat continham flores neste estado, mas também em C, ou seja, já quase todas as árvores tinham iniciado a sua floração (Figura 25).

Na cultivar Avidon, os valores médios do dia que marca o final do estado B aconteceu aos 89 dias do calendário juliano e aos 91 DCJ em Kerman. Efetivamente, o final do estado B ocorre aproximadamente ao mesmo tempo nas cultivares Avidon e Kerman[3].

Figura 25 – Inflorescências das cultivares femininas Kerman em estado B (A) e Larnaka em estado C (B), enxertadas em *Pistacia atlantica*. Ambas as fotografias foram obtidas no dia 22 de março, primeiro dia de observação.

O início do estado seguinte, C_i, que marca a separação das brácteas das inflorescências deu-se aos 89 dias em Kerman, ou seja, no dia 30 de março.

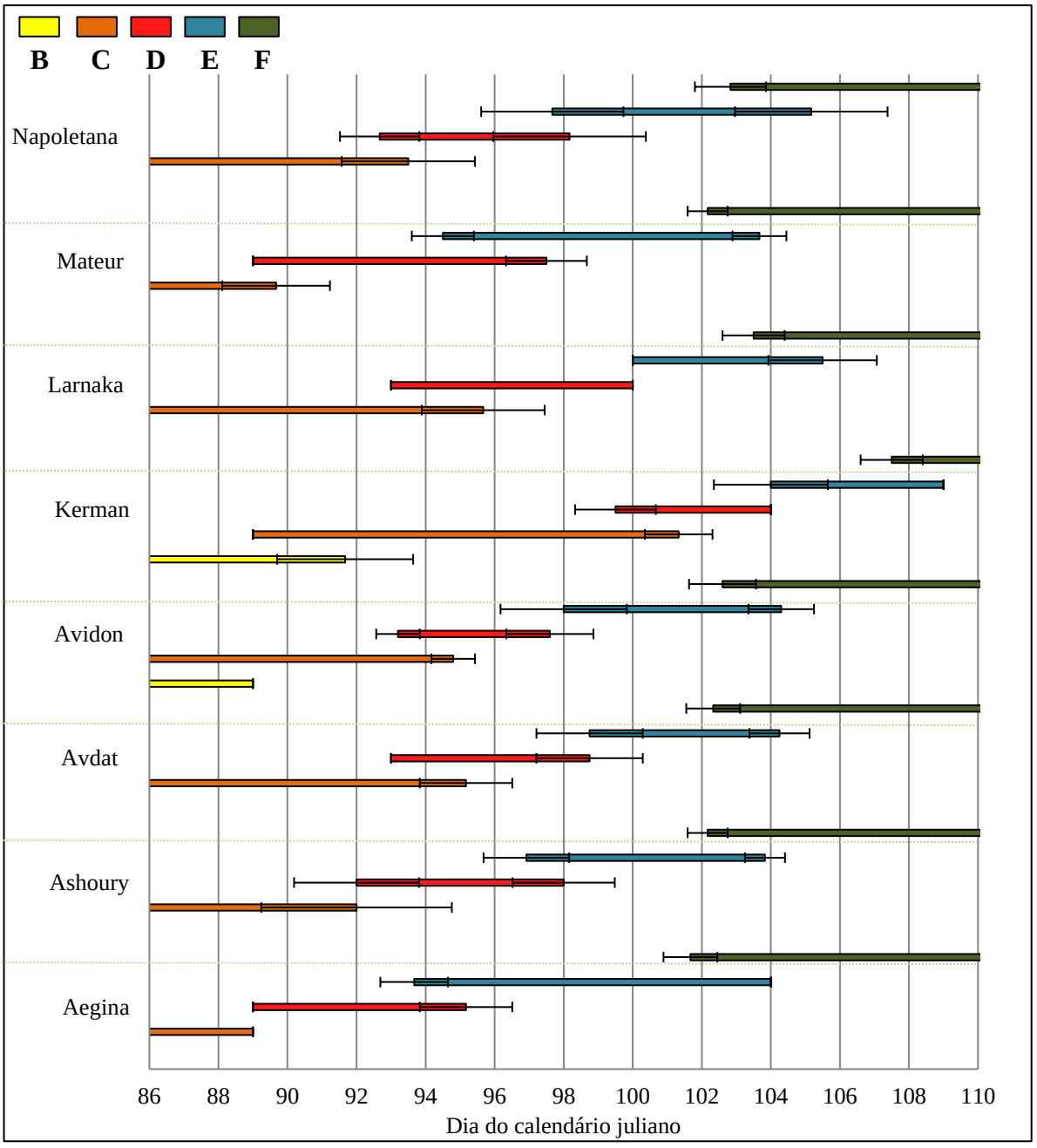

Figura 26 – Valores médios do início e fim de cada estado fenológico em cada cultivar feminina. Estão também apresentados os respetivos desvios padrão. Os estados florais (B, C, D, E e F) têm uma cor associada, apresentada no canto superior esquerdo da figura.

Em relação ao final do estado C, nas cultivares Aegina e Mateur aconteceu aos dias 89 e 89,67, respetivamente, considerando-se as primeiras a finalizar este estado. Seguidamente, aos 92 dias deu-se o fim desta fase em Ashoury e aos 93,50 em Napoletana. Nas cultivares Avidon, Avdat e Larnaka o valor médio de C_f foi de 94,80, 95,17 e 95,67 dias, respetivamente. E por fim, a cultivar Kerman que mostrou ser a mais tardia, finalizando o estado C aos 101,33 dias. Entre as oito cultivares estudadas o fim deste estado ocorreu entre os dias 30 de março e 11 de abril.

Um dos períodos mais importantes na floração é o momento da recetividade do estigma ao pólen, ou seja, desde o início do estado D até ao fim do estado E^3. O aparecimento das ramificações das inflorescências (Figura 27A) aconteceu entre os dias 30 de março e 9 de abril, primeiro em Aegina e Mateur, seguindo-se Ashoury, Napoletana, Larnaka, Avdat, Avidon e Kerman. Nas duas primeiras cultivares aconteceu aos 89 dias. Os 92 e 92,67 dias marcaram o início do estado D nas cultivares Ashoury e Napoletana, acontecendo posteriormente em Larnaka, Avdat e Avidon, que estão agrupadas por similaridade, aos 93, 93 e 93,20 dias, respetivamente. E por fim, Kerman aos 99,50 DCJ.

O fim do estado D aconteceu primeiro em Aegina, seguindo-se Mateur, Avidon, Ashoury, Napoletana, Avdat, Larnaka e, finalmente, Kerman. Na primeira cultivar aconteceu aos 95,17 dias, sendo significativamente diferente de Mateur e Avidon, que finalizaram esta fase aos 97,50 e 97,60 dias, respetivamente. As cultivares Ashoury e Napoletana terminaram a seguir, aos 98 e 98,17 dias, respetivamente. Por fim, em Avdat, Larnaka e Kerman, que são significativamente diferentes entre elas, o valor médio de D_f foi de 98,75, 100 e 104 dias. Entre os dias 5 de abril e 14 de abril deu-se como terminado o estado D.

Figura 27 – Inflorescências das cultivares femininas Napoletana em estado D (A) e Aegina em estado E (B), enxertadas em *P. terebinthus*. As fotografias foram obtidas no dia 7 e 10 de abril, respetivamente.

Em relação à fase E_i, deu-se primeiro em Aegina aos 93,67 dias, seguindo-se Mateur aos 94,50. Posteriormente, aconteceu em Ashoury, Napoletana e Avidon aos 96,92, 97,67 e 98 dias,

respetivamente. Em relação às restantes cultivares, Avdat teve um valor médio de E_i de 98,75 dias, Larnaka de 100 dias e Kerman de 104 dias. O fim do estado E ocorreu entre 3 de abril e 14 de abril (Figura 27B).

O fim da floração (E_f) sucedeu-se entre os dias 13 e 19 de abril. As cultivares Mateur, Ashoury, Aegina, Avdat e Avidon estão agrupadas em relação à similaridade da data de fim deste estado, acontecendo respetivamente aos 103,67, 103,83, 104, 104,25 e 104,30 dias. Em seguida, ocorreu em Napoletana aos 105,17 dias e em Larnaka aos 105,50 dias. Mais uma vez Kerman mostrou ser a cultivar mais tardia, terminando a recetividade do estigma ao pólen aos 109 dias.

A última fase analisada, F_i, representada pelos frutos vingados, aconteceu primeiro aos 101,67 dias na cultivar Aegina, seguindo-se Mateur, Ashoury, Avdat, Avidon e Napoletana com um valor médio de F_i de 102,17, 102,17, 102,33, 102,60 e 102,83 dias, respetivamente. Por fim, Larnaka marcou este estado aos 103,50 dias e Kerman aos 107,50. O início deste estado deu-se entre os dias 11 e 17 de abril (Figura 28).

Figura 28 – Inflorescência da cultivar feminina Ashoury em estado F, enxertada em *P. terebinthus* (19.04.2017).

Teoricamente, no primeiro dia do seguimento fenológico, dia 22 de março, as cultivares mais tardias como Napoletana, Avidon, e Kerman estariam aproximadamente no início do estado B[3], contudo, como já referido, apenas nas duas últimas foi possível calcular B_f, verificando-se um adiantamento da floração nestas cultivares. A cultivar Kerman manteve sempre uma posição tardia relativamente ao desenvolvimento floral, quando comparada com as restantes cultivares. De facto, esta é considerada um cultivar que floresce tardiamente[3,30]. Um ensaio realizado na Universidade da Califórnia, em 2006, registou um período de plena floração, ou seja, de E_i a E_f, entre os dias 6 e 20 de abril, algo semelhante ao comportamento da cultivar neste estudo[74].

Mateur é considerada uma cultivar temporã[30], confirmando-se nos resultados obtidos. Surpreendentemente, em Aegina observou-se uma precocidade maior que a cultivar anterior, exceto em E_f, apesar de ser considerada estatisticamente semelhante. Avidon, depois de Kerman, é teoricamente considerada tardia[3], contudo tal não se verificou nas fases C_f, D_f, E_i, E_f e F_i.

Entre 1999 e 2004 foram realizados seguimentos fenológicos na quinta experimental *La Entresierra*, onde os respetivos dados se aproximam aos valores médios obtidos neste estudo em C_f, D_i e D_f[3], havendo uma ligeira precocidade. Já em E_i, E_f, F_i, houve uma maior antecipação dos momentos que marcaram estas fases. De todas as formas não se verificaram grandes alterações no período de floração registado entre março e abril[3,7]. Além disso, os dados do presente estudo são de apenas um ano, e seriam necessários mais anos de investigação para uma comparação e conclusão mais aprofundada.

Estas ligeiras modificações temporais na floração, em relação aos ensaios realizados na mesma quinta experimental, podem dever-se ao facto de se ter utilizado árvores/amostras diferentes. Modificações na evolução floral mais acentuadas podem ser explicadas por inúmeros fatores. Por exemplo, as alterações climáticas provaram ser um fator de grande impacto no desenvolvimento da fenologia e fisiologia das plantas. Também está provado que a alteração de características do solo causa interferências significativas na fenologia[140]. Já condições invernais e primaveris inadequadas poderão afetar o abrolhamento, levar ao desenvolvimento deficiente do pistilo, a uma baixa percentagem de vingamento, floração irregular, entre outros[52,61,141–143]. Através dos dados meteorológicos obtidos, elimina-se esta última possibilidade, pois todas as exigências do pistacheiro foram satisfeitas, como por exemplo as HF. Além disso, destacam-se as elevadas temperaturas e condições ótimas para a floração, levando a uma antecipação desta componente fenológica. E, por fim, há que dar enfâse à necessidade de acompanhar a floração ao longo de vários anos, para assim se poder ser mais conclusivo.

4.2.1.2.2. Duração dos estados fenológicos

Através das observações realizadas ao longo do período de floração foi possível calcular o número de dias, em média, que as flores de cada cultivar permaneceram em estado C, caracterizado por um crescimento longitudinal da inflorescência e por uma separação das brácteas, em estado D que marca o aparecimento das ramificações, e por fim, em estado E, que representa as ramificações completamente expostas (Figura 29). Com isto foi também possível analisar o período em que cada cultivar possui o estigma recetivo ao pólen, tanto em duração como em data de ocorrência. Na Tabela A1.2 (Anexo 1) é possível consultar os dados obtidos para auxiliar os resultados e sua discussão.

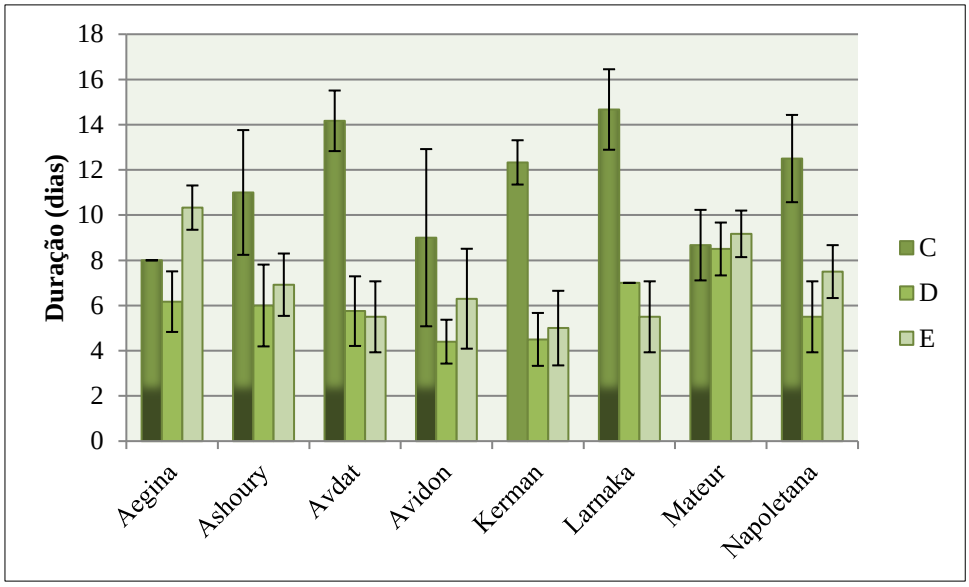

Figura 29 – Duração média de três estados fenológicos (C, D e E) das oito cultivares em estudo. As colunas sombreadas na base representam as cultivares, que na primeira observação, continham inflorescências total e/ou parcialmente em estado C.

Como é possível observar na figura 29, apenas em Kerman a duração do estado C é um valor conclusivo, sendo de 12,33 dias. Sobre as cultivares mais precoces, Mateur, Larnaka e Aegina, este valor será maior ao apresentado, uma vez que não foram obtidos dados sobre o início deste estado. Igualmente, nada se poderá concluir sobre as cultivares Napoletana, Ashoury, Avdat e Avidon, pois no primeiro seguimento fenológico realizado estas apenas continham algumas inflorescências neste estado. Contudo as cultivares Napoletana, Larnaka e Avdat apresentaram valores do período em questão superiores a Kerman, mesmo definindo C_i como o dia da primeira observação, com uma duração média mínima de 12,50, 14,17 e 14,67 dias, respetivamente.

O estado D, que marca o início da recetividade ao pólen, foi maior em Mateur com 8,50 dias e em Larnaka com 7 dias. Por ordem decrescente, surgem as restantes cultivares, Aegina (6,7 dias), Ashoury (6,5 dias), Avdat (5,75 dias), Napoletana (5,5 dias), Kerman (4,5 dias) e Avidon (4,40 dias).

Por fim, o estado E, que representa a contínua recetividade ao pólen, teve uma duração máxima de aproximadamente 10 dias. As cultivares Aegina e Mateur foram as que apresentaram maior duração, com 10,33 e 9,17 dias, respetivamente. Esta fase durou em Napoletana 7,5 dias, em Ashoury 6,92 dias e em Avidon 6,30 dias. As cultivares que apresentaram menor duração foram Avdat e Larnaka com 5,50 dias e Kerman com 5 dias.

Comparando com dados de 1999 a 2004, apresentados no livro *El cultivo del Pistacho (2013)*, sobre a duração destes estados, os valores obtidos neste estudo não coincidem com exatidão aos apresentados. Teoricamente a classificação das cultivares em função da duração do estado D seria, por ordem crescente: Avidon, Kerman, Napoletana, Avdat, Ashoury, Aegina, Larnaka e Mateur. Já sobre o estado E seria: Kerman, Larnaka, Avdat, Avidon, Ashoury, Napoletana, Mateur e Aegina[3]. Mais uma vez, refere-se que esta informação representa dados médios de um estudo de 5 anos.

Após analisar a duração dos estados individualmente, considerando a data de início e do fim da recetividade do estigma ao pólen, as cultivares com maior número de dias de recetividade foram Aegina e Mateur com aproximadamente 17 dias (Figura 30). Depois segue Napoletana, Ashoury e Larnaka com 13, 12,92 e 12,50 dias, respetivamente. Já Avdat apresentou 11,25 dias, Avidon 10,70 dias e, por fim, Kerman 9,50 dias. Este período foi registado entre os dias 89 e 105,50, ou seja, de 30 de março a 15 de abril.

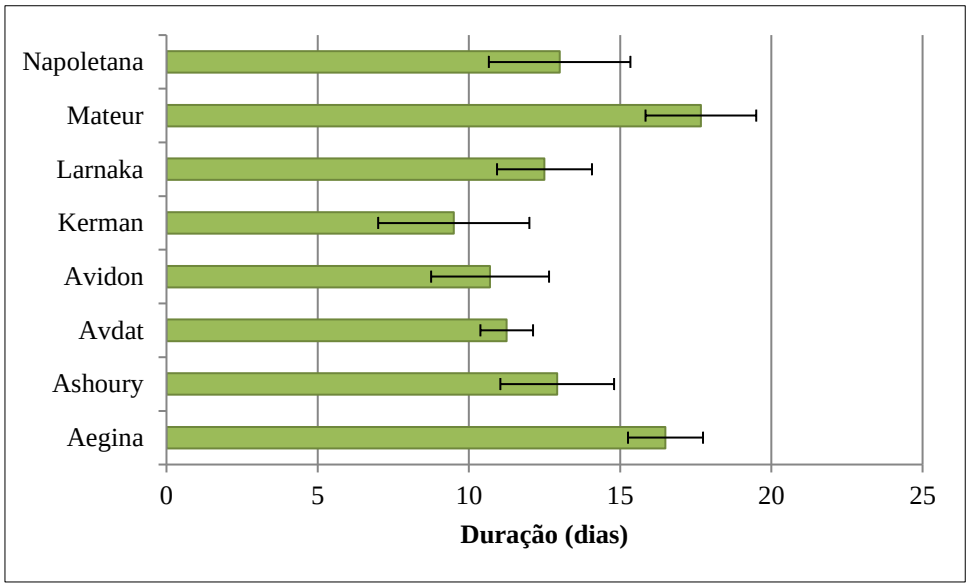

Figura 30 – Número de dias em que as oitos cultivares estiveram recetivas ao pólen emitido pelas cultivares masculinas.

Para se ter uma noção da quantidade de polinizadores necessários ou polinizadores com emissão de pólen de longa duração, há que ter em consideração a duração da recetividade do estigma ao pólen das cultivares femininas[3]. Sobre o número de dias dos estados D e E nas cultivares em estudo, e também sobre as cultivares com maior período de recetividade ao pólen, poucas investigações existem. Em dados recolhidos em *La Entresierra* sobre a duração da recetividade ao pólen, estes não apresentam similaridade aos do presente estudo, indicando que as cultivares,

de menor período de recetividade para maior são: Avidon, Avdat, Napoletana, Larnaka, Aegina, Kerman, Mateur e Ashoury.[75] Além disso, numa investigação realizada no IRTA (*Centre de Mas Bové, Reus*, Espanha) a ordem das cultivares segundo a duração da recetividade ao pólen não coincide nem com os dados apresentados nem com o estudo anteriormente referido. Na comparação destes dados há que ter sempre em consideração as diferentes condições de meio e de cultivo e a necessidade de um acompanhamento de um maior número de anos.

Como é possível observar na figura 31, as cultivares mais temporãs foram Aegina e Mateur que iniciaram a exposição das ramificações das inflorescências aos 89 dias (30 de março). Seguindo-se Ashoury, Napoletana e Larnaka, Avdat e Avidon aos 92, 92,67, 93, 93, 93,20 dias, respetivamente. A cultivar mais tardia foi Kerman, que iniciou a recetividade ao pólen aos 99,50 DCJ, ou seja, em 9 de abril. A data que dita o término da recetividade do estigma varia entre os dias 13 e 19 de abril. Mateur, Ashoury, Aegina, Avdat e Avidon foram as primeiras cultivares a terminar esta fase aos 103,67, 103,83, 104, 104,25 e 104,30 dias, respetivamente. Em seguida terminou Napoletana aos 105,17 dias e Larnaka aos 105,50 dias. A cultivar tardia Kerman deu esta fase como terminada aos 109 dias.

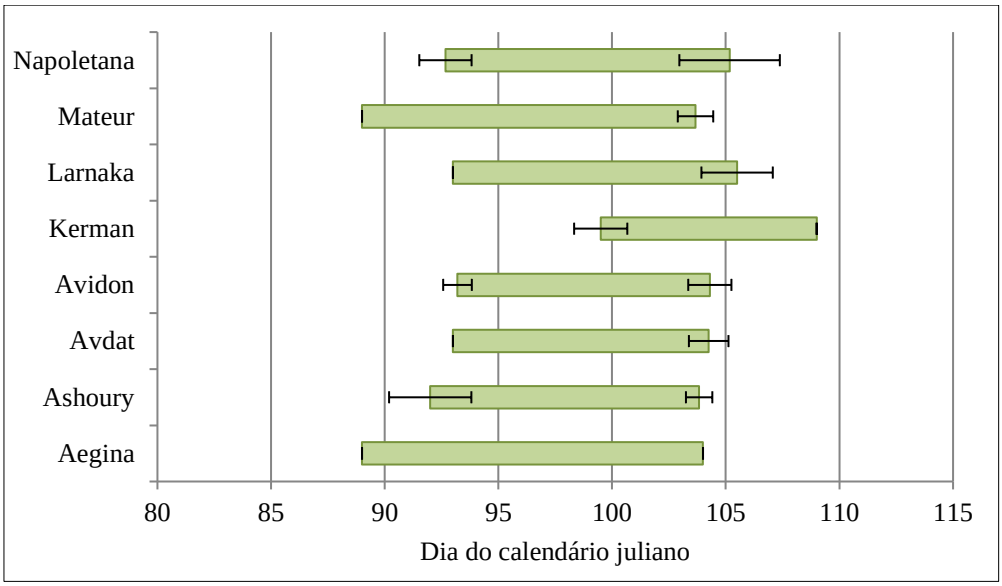

Figura 31 – Duração média de recetividade ao pólen, em dias do calendário juliano, das oito cultivares estudadas.

Em suma, nas cultivares mais temporãs, o pico de floração ocorreu entre 30 de março a 13 de abril em Mateur e entre 30 março a 14 de abril em Aegina. Na cultivar Ashoury deu-se entre 2 e 13 de abril e em Napoletana de 2 a 15 de abril. Em relação a Larnaka, Avdat e Avidon a recetividade aconteceu de 3 até 15 de abril na primeira e nas restantes até 14 de abril. E por fim, na cultivar tardia Kerman, ocorreu de 9 a 19 de abril.

No que diz respeito à plena floração das cultivares, estudos provam que Mateur e Aegina são as que iniciam a recetividade ao pólen mais cedo; já Kerman distingue-se por ser a mais tardia[30,75].

4.2.1.3. Influência de porta-enxertos nas oito cultivares femininas

Neste ponto serão apresentados e discutidos os resultados da evolução floral de cada cultivar nos quatros porta-enxertos, de modo a perceber se existe influência do porta-enxerto nos diferentes estados florais das cultivares em estudo. Na figura 32 é apresentado o dia, em média, de cada início e fim dos estados (de B_f a F_i), nas oito cultivares enxertadas nos quatro porta--enxertos, especificamente *P. terebinthus*, *P. atlantica*, *P. integerrima* e *P. vera*. Adicionalmente, no Anexo 1, nas Tabelas A1.3 e A1.4, estão apresentados os valores e respetivos dados estatísticos.

É importante salientar novamente que na fase B_f serão apenas avaliadas as cultivares Avidon e Kerman e na fase C_i apenas Kerman. Nos restantes inícios e fins de cada estado serão comparadas todas as cultivares nos diferentes porta-enxertos.

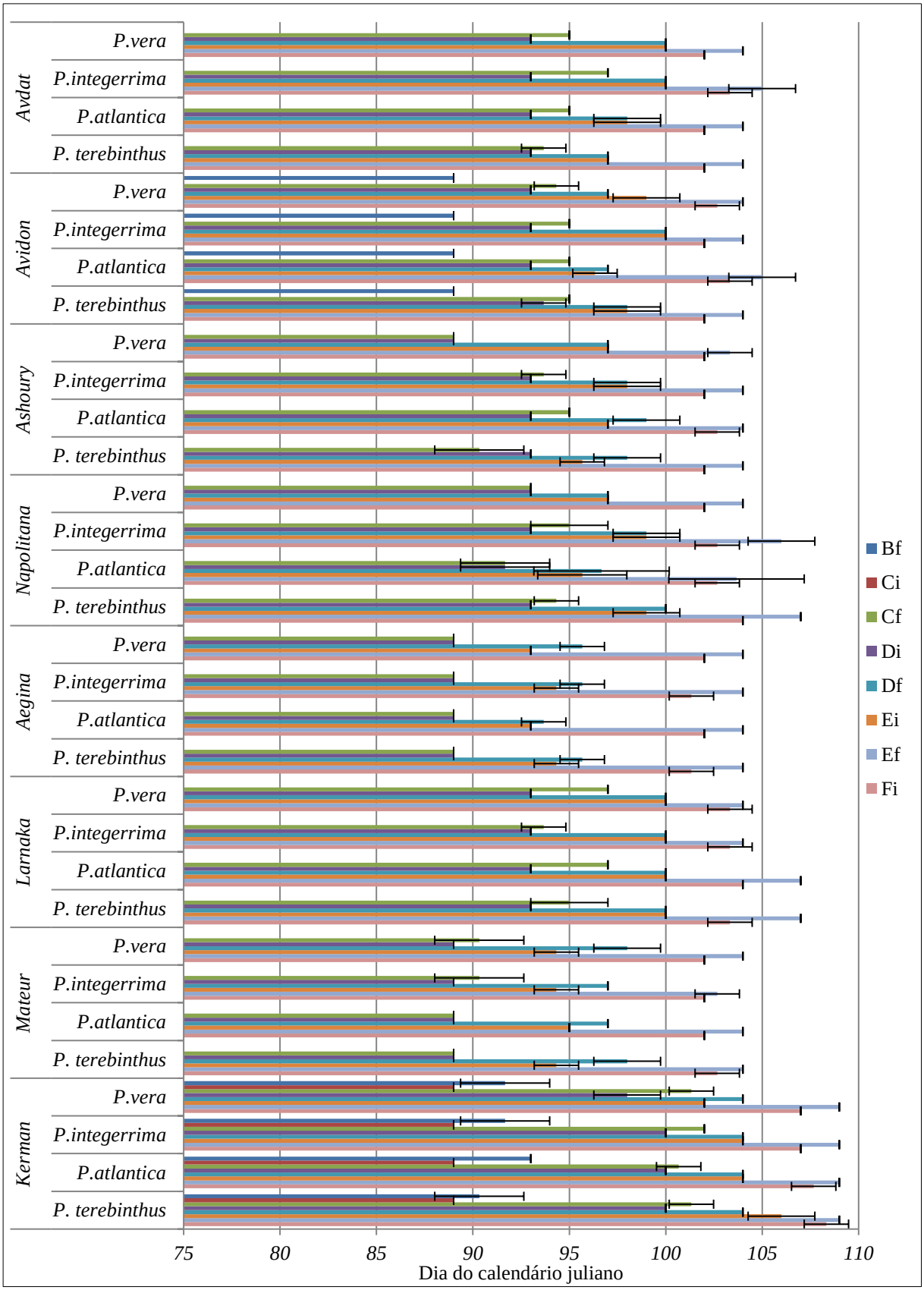

Figura 32 – Duração em dias do calendário juliano, das distintas fases (B_f a F_i) nos diferentes quatro porta-enxertos das oito cultivares estudadas.

No fim do estado B, na cultivar Kerman, todas as árvores nos diferentes porta-enxertos não são significativamente diferentes (*p-value*>0,05). A média do número de dias de B_f em *P. terebinthus* foi 90,33, em *P. integerrima* e *P. vera* foi de 91,67 e, por fim, em *P. atlantica* foi de 93. Também em Avidon não se verificaram diferenças significativas entre os porta-enxertos estudados: a média de dias do fim do estado B foi 89 dias.

O início do estado C na cultivar Kerman foi o mesmo em todos os porta-enxertos, com média de 89 dias.

Em relação ao fim do estado C, verificaram-se diferenças significativas na interação cultivar*porta-enxerto (*p-value*<0,0001), exceto nas cultivares Mateur, Aegina, Avidon e Kerman. No caso de Ashoury, *P. vera* e *P. terebinthus* são significativamente diferentes de *P. integerrima* e *P. atlantica*, onde nos primeiros C_f aconteceu aos 89 e 90,33 dias e nos dois restantes aos 93,67 e 95 dias, respetivamente. A cultivar Napoletana em *P. atlantica* e em *P. vera* (91,67 e 93 dias) mostrou resultados significativamente diferentes dos apresentados em árvores em *P. terebinthus* e *P. integerrima* (94,33 e 95 dias). Relativamente a Larnaka, árvores enxertadas em *P. atlantica* e *P. vera* são significativamente diferentes das enxertadas em *P. integerrima*, onde nas primeiras o valor médio de C_f foi de 97 dias e na última de 93,67 dias; *P. terebinthus* apresentou similaridade com os restantes (C_f=95 dias). Em Avdat existem diferenças significativas entre árvores em *P. integerrima* (C_f=97 dias) em relação a árvores em *P. terebinthus* (C_f=93,67 dias) e *P. vera* (C_f=95 dias); já Avdat em *P. atlantica* (C_f=95 dias) apresentou ser similar a todas as outras.

Relativamente ao início do estado D, verificou-se diferenças significativas nas árvores da mesma cultivar enxertadas nos quatro porta-enxertos em estudo, especificamente em Ashoury, Kerman e Napoletana, e entre porta-enxertos (ambos com *p-value*<0,0001), onde *P. vera* é significativamente diferente dos restantes. Ashoury x *P. vera* foi significativamente diferente de árvores enxertadas em *P. terebinthus*, *P. atlantica* e *P. integerrima*. Com efeito, em *P. vera* as inflorescências iniciaram o estado D aos 89 dias e os outros aos 93 dias. O mesmo comportamento foi registado na cultivar Kerman, onde D_i em *P. vera* aconteceu aos 98 dias e nos restantes aos 100 dias. Por fim, Napoletana enxertada em *P. atlantica* apresentou diferenças significativas em relação aos restantes porta-enxertos, com um valor médio de D_i de 91,67 dias e nos outros aos 93 dias.

O porta-enxerto também influenciou significativamente o fim do estado D nas cultivares Napoletana, Avdat, Aegina, Avidon e Ashoury (*p-value*=0,0120) e também se registaram diferenças significativas entre porta-enxertos (*p-value*=0,0334). Neste caso o *P. atlantica* (98,17 dias) foi significativamente diferente do *P. integerrima* (99,21 dias). Já *P. vera* e *P. terebinthus* não apresentaram diferenças significativas, registando-se o fim do estado D aos 98,58 e 98,83 dias, respetivamente. Em relação a Napoletana, o D_f nas árvores em *P. atlantica* e *P. vera* foi igual a 96,67 e 97 dias, respetivamente, sendo significativamente diferentes de árvores em *P. integerrima* e *P. terebinthus*, que foi de 99 e 100 dias, respetivamente. Também em Avdat ocorreram diferenças significativas, neste caso entre *P. terebinthus* e *P. atlantica*, com valor médio de D_f de 97 e 98 dias, em relação a *P. vera* e *P. integerrima*, onde o fim do estado D aconteceu aos 100 dias. Relativamente a Aegina, árvores enxertadas em *P. atlantica* apresentaram um valor de D_f significativamente diferente em relação aos restantes porta-enxertos, com um valor de D_f de 93,67; nos restantes, esta fase aconteceu aos 95,97 dias. Também Avidon se destacou como significativamente diferente, entre *P. integerrima*, (100 dias), e *P. vera* (97 dias), *P. atlantica* (97 dias) e *P. terebinthus* (98 dias). A cultivar Ashoury comportou-se significativamente diferente quando enxertada em *P. vera* (D_f de 97 dias) relativamente a árvores em *P. atlantica* (D_f de 99 dias); árvores em *P. integerrima* e *P. terebinthus*, que finalizaram o estado D aos 98 dias, apresentaram similaridade entre todos os porta-enxertos.

O momento em que os estigmas, na sua totalidade, estiveram recetivos a pólen, o início do estado E, apresentou diferenças significativas entre árvore em diferentes porta-enxertos (*p-value*=0,0001), exceto em Aegina, Mateur, Larnaka e Kerman. Relativamente aos porta-enxertos, este momento decorreu de forma igual a D_f, ou seja, o *P. atlantica* é significativamente diferente de *P. integerrima*. Relativamente às árvores da cultivar Napoletana em *P. integerrima* e em *P. terebinthus*, estas foram significativamente diferentes, com valores médios de E_i de 99 dias, de *P. atlantica* e *P. vera*, que iniciaram o estado E aos 95,67 e 97 dias, respetivamente. A combinação Ashoury x *P. terebinthus* é significativamente diferente da Ashoury x *P. integerrima*, apresentando valores de E_i de 95,67 e 98 dias, respetivamente; o inverso foi registado em árvores enxertadas em *P. atlantica* e *P. vera* (E_i=97 dias), que apresentaram ser similares aos restantes. As árvores da cultivar Avidon enxertadas em *P. atlantica* demonstraram ser significativamente diferentes das enxertadas em *P. vera* e em *P. integerrima*, estas últimas iniciaram o estado aos 99 e 100 dias, respetivamente, e a primeira

aos 96,33 dias; o porta-enxerto *P. terebinthus* apresentou similaridade entre os anteriormente referidos (E_i=98 dias). Finalmente, a cultivar Avdat apresentou diferenças significativas entre árvores enxertadas em *P. vera* (E_i=100 dias) e em *P. integerrima* (E_i=100 dias) em relação às enxertadas em *P. terebinthus* (E_i=97dias); já árvores onde o porta-enxerto é *P. atlantica* (E_i=98 dias) apresentaram similaridade com os três porta-enxertos.

O efeito do porta-enxerto (*p-value*=0,0132) e da interação cultivar*porta-enxerto (*p--value*=0,0003) é significativo sobre o fim da recetividade ao pólen, E_f. Nesta fase, *P. vera* mostrou-se significativamente diferente de *P. terebinthus*. Nas cultivares Mateur, Ashoury Avidon, Avdat, Aegina e Kerman não se verificaram diferenças significativas entre árvores da mesma cultivar enxertadas nos vários porta-enxertos. Relativamente à cultivar Napoletana, esta apresentou diferenças significativas entre as enxertadas em *P. vera* e em *P. atlantica*, com valores médios de E_f de 103,67 e 104 dias respetivamente, em relação a árvores em *P. terebinthus* (E_f=107 dias); já Napoletana x *P. integerrima* (E_f=106 dias) apresentou ser similar a *P. vera* e *P. terebinthus*. Por fim, a cultivar Larnaka também apresentou diferenças significativas nos diferentes porta-enxertos, especificamente entre *P. integerrima* e *P. vera* relativamente a *P. terebinthus* e *P. atlantica*, onde nas duas primeiras o valor médio de E_f foi de 104 e nas duas últimas foi de 107 dias.

Finalmente, o início do vingamento do fruto, F_i, é marcado pela existência de diferenças significativas apenas entre cultivares (*p-value*<0,0001). Portanto não se verificaram diferenças significativas entre porta-enxertos (*p-value*=0,2169), nem na interação cultivar e porta-enxerto (*p-value*=0,1158).

Resumidamente, não se verificou influência do porta-enxerto na cultivar Mateur em qualquer das fases avaliadas. Também em Aegina e Kerman esta influência não se verificou, exceto nas fases D_f e D_i, respetivamente. Já a cultivar Napoletana apresentou comportamentos diferentes entre os estados fenológicos C_f e E_f nos diversos porta-enxertos. Também em Ashoury se verificou influência, à exceção dos estados E_f e F_i. Em relação a Larnaka, apenas em C_f, e E_f se verificou influência do porta-enxerto e a Avidon apesentou dois estados com diferenças significativas, nomeadamente D_f e E_i. A cultivar Avdat apresentou efeito do porta-enxerto nos estados C_f, D_f e E_i. Em geral, *P. terebinthus* e *P. integerrima* apresentaram ter uma influência nas cultivares nele enxertados atrasando as fases D_i, D_f e E_i.

No que diz respeito à avaliação da influência do porta-enxerto em cultivares de pistacheiro, poucos estudos foram realizados, principalmente sobre o início e fim de cada estado da inflorescência, embora sejam vários os que estudam a sua influência em vários parâmetros da cultura.

Com efeito, se o sistema radicular é o responsável pela absorção de nutrientes e água do solo, deverá ter influência na resposta da árvore a vários tipos de stresses, abióticos e bióticos[144] e, consequentemente, em toda a fisiologia da árvore[120,133,143], no vigor, precocidade da produção, produtividade[104,127,134,135], alternância, percentagem de frutos vazios e abertos[103,136] e no peso do fruto[101,104,135].

Koepke *et al.* (2013) referem que aspetos como a floração, vingamento do fruto e qualidade do fruto são modificados pelo sistema radicular. Este menciona também que o período de floração é controlado por muitas variáveis ambientais, incluindo o stress hídrico e nutricional[143]. E. Ak, B. e Turker, S. (2006) verificaram a influência significativa de porta-enxertos, nomeadamente *P. vera*, *P. khinjuk* e *P. atlantica,* nos estados florais e no desenvolvimento e crescimento vegetativo nas cultivares Kirmizi e Siirt[57].

É importante a influência do porta-enxerto no início do estado D e no fim do estado E, ou seja, no período de recetividade ao pólen, e também qual o impacto dessa influência. Este momento ditará o sucesso ou o fracasso da polinização e, consequentemente, a viabilidade económica da exploração. Verificou-se efetivamente a influência do porta-enxerto nas fases estudadas. Contudo, nas cultivares em diferentes porta-enxertos, que iniciaram ou terminaram as fases, precoce ou tardiamente, apresentaram uma diferença máxima de 3 dias. Esta diferença não justifica, numa exploração, a mudança de porta-enxerto ou cultivares.

Uma prática agronómica que combate a influência do porta-enxerto no início e fim de cada estado fenológico é a plantação de diferentes cultivares masculinas com entrada em floração diferenciada o que garante a polinização de todas as flores das cultivares femininas. Assim, devem ser colocadas 8% de cultivares masculinas de floração sincronizada com a cultivar feminina, 3% que abranjam os primeiros dias de recetividade e 3% de cultivares que abranjam os últimos dias da recetividade do estigma[3].

Atualmente a escolha do porta-enxerto está mais relacionada com outras características que influenciam a cultivar, nomeadamente a sua tolerância à salinidade, ao frio e à seca[7,104].

4.2.2. Cultivar Sirora da parcela C

Na Austrália, a cultivar feminina de pistacheiro mais plantada é Sirora[115], tendo sido desenvolvida pelo CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*)[88,97]. Esta cultivar apresenta baixas necessidades de frio para a quebra de dormência[41], entre 600[145] e 800 HF[42]. Além disso, é uma cultivar de elevado rendimento[41,97].

O Centro *El Chaparrillo*, que fornece apoio aos produtores de pistácio, admite que Sirora é uma cultivar promissora em Espanha, verificando-se atualmente a sua expansão. Como tal é importante a existência de estudos que provem cientificamente a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas do país (Figura 33).

4.2.2.1. Seguimento fotográfico

O acompanhamento fotográfico da floração foi realizado em onze momentos registando toda a evolução fenológico das amostras, entre os dias 16 de março e 22 de abril. No Anexo 5 é apresentado um esquema onde inclui uma fotografia dos estados florais B a F desta cultivar.

4.2.2.2. Estados fenológicos

A avaliação dos estados florais foi realizada de 16 de março (aos 75 dias) até 22 de abril (aos 112 dias), com doze observações. Em cada observação foram registados os estados florais, início e fim, que foram posteriormente traduzidos em número de dias do calendário juliano. Foram avaliadas quatro árvores (repetições). No Anexo 2, Tabela A2.1, apresentam-se os valores médios e desvios padrão das várias fases de cada estado fenológico avaliado na cultivar Sirora.

Figura 33 – Local de ensaios da cultivar feminina Sirora, parcela C (06.04.2017).

Na primeira observação, grande parte das inflorescências apresentavam já o gomo inchado, estado B, o que não permitiu registar o início e fim do estado A e o início do estado B.

4.2.2.2.1. Evolução floral

Como é possível observar na figura 34, a última inflorescência da cultivar Sirora em estado B manteve-se até 21 de março (80 dias). Por conseguinte, houve a evolução para estado C, que finalizou aproximadamente a 7 de abril (97 dias) e deu lugar ao início da fase de recetividade ao pólen, D_i, aos 97,25 dias, terminando (D_f) a 12 de abril (102 dias). O início do estado E, que marca a total exposição das várias ramificações das inflorescências, ocorreu aos 102 dias, terminando aos 107,5 dias. Por fim, aos 106,25 dias observaram-se os ovários de cor avermelhada.

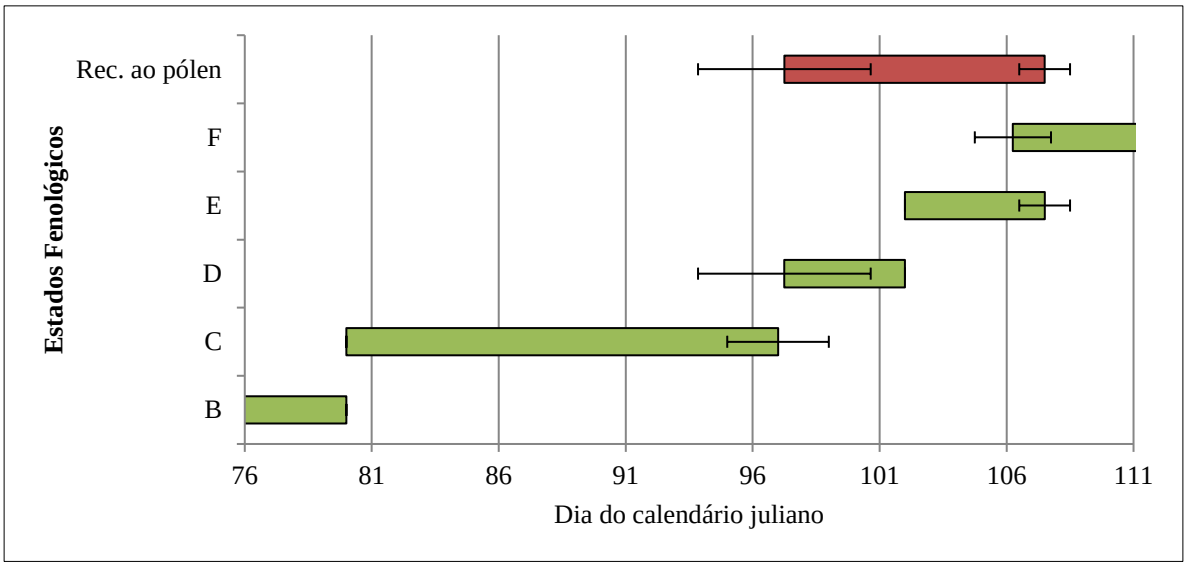

Figura 34 – Valor médio, em dia do calendário juliano, do início e fim de cada estado fenológico, de B_f a F_i, da cultivar Sirora. É igualmente apresentado o seu período de recetividade (rec.) ao pólen representado a vermelho.

Comparativamente aos valores médios, do início e fim de cada estado, obtidos nas oito cultivares anteriormente abordadas, a Sirora apresentou ser a cultivar mais tardia, depois da Kerman.

Na Austrália esta cultivar inicia o abrolhamento em outubro[41,115], contudo não existe nenhum estudo publicado sobre a evolução da floração em Sirora, apenas sobre o fruto[30,111,112] e as suas necessidades de frio para quebra de dormência[42,44,51,145].

4.2.2.2.2. Duração dos estados fenológicos

O estado de C nesta cultivar durou aproximadamente 17 dias, valor superior à de Kerman, a única cultivar onde foi possível determinar a duração deste estado. A duração do estado D e E

foi de 4,75 e 5,5 dias, respetivamente, que representam a fase de recetividade ao pólen, a mais crítica, como já referido. Assim a recetividade ao pólen nesta cultivar durou aproximadamente 10,25 dias. Estes dados estão apresentados na figura 35 e os dados que lhe deram origem estão apresentados no Anexo 2, Tabela A2.2.

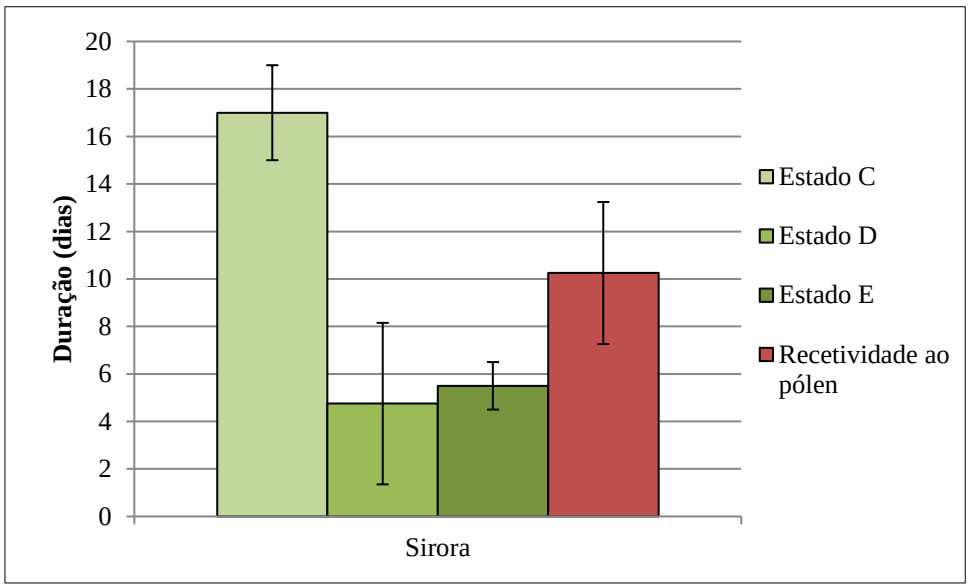

Figura 35 – Duração média de 3 estados fenológicos (C, D e E) e da recetividade ao pólen na cultivar feminina Sirora.

Efetivamente, é das cultivares em estudo com um período de recetividade menor, à exceção de Kerman. Já Avidon, Avdat, Napoletana e Larnaka apresentaram valores próximos, mas superiores, com duração de 10,7±1,95, 11,25±0,87, 13±2,34 e 12,5±1,57, respetivamente.

Tal como referido anteriormente, não será possível comparar os dados com bibliografia, pois nada foi encontrado sobre o assunto.

4.2.3. Cultivares masculinas da parcela B

Neste subcapítulo será abordada a evolução das inflorescências masculinas das árvores da parcela da coleção de cultivares. Será também determinado o índice de sincronização entre todas as cultivares femininas e masculinas deste estudo, para assim se poder estabelecer combinações possíveis entre cultivares femininas e polinizadores.

As cultivares masculinas em estudo são: Peter, Askar, Nazar, Mateur M., Egino, M-38, C-especial, M-B, M-C, M-1, 02-18, Peter (T-41), M-502, M-36, M-11, Peter-1, Guerrero,

Chaparrillo, G-1, Randy e Kris. Na figura seguinte é apresentada a placa informativa da coleção de cultivares (Figura 36A) e uma fotografia da parcela (Figura 36B).

Figura 36 – (A) Placa informativa da coleção de cultivares masculinas de *Pistacia vera* L. na quinta experimental *La Entresierra*. (B) Fotografia do local de ensaios das cultivares masculinas em estudo (parcela B).

4.2.3.1. Seguimento fotográfico

O acompanhamento fotográfico da floração foi realizado em nove dos catorze momentos em que se realizou o seguimento fenológico das amostras. Consequentemente, foi elaborado um esquema com fotografias dos estados florais D, E e F de cada cultivar masculina, como é possível observar na Tabela A5.2, no Anexo 5.

4.2.3.2. Estados fenológicos

O seguimento fenológico foi realizado desde o dia 16 de março (aos 75 dias) a 24 de abril (aos 114 dias), contabilizando catorze observações. Em cada cultivar masculina foram observadas 3 árvores (repetições), exceto em Kris que apenas continha duas árvores enxertadas. Posteriormente, estes dados foram traduzidos no dia do calendário que marcou o início e o fim de cada estado (Anexo 3, Tabela A3.1).

4.2.3.2.1. Evolução floral

No primeiro dia de observações, 16 de março a que corresponde aos 75 dias do calendário juliano, nenhuma das cultivares continha gomos dormentes (estado A), contendo portanto inflorescências em estado B, C, D e/ou E (Figura 37). Na primeira observação, as cultivares com inflorescências em estado mais avançado foram M-B, Peter (T-41) e Peter-1, pois já continham pelo menos 25% das suas flores em estado E. Contudo, cultivares como Peter, Egino,

02-18, Guerrero, Chaparrillo e Randy apresentavam uma floração mais tardia, contendo ainda inflorescências em estado B.

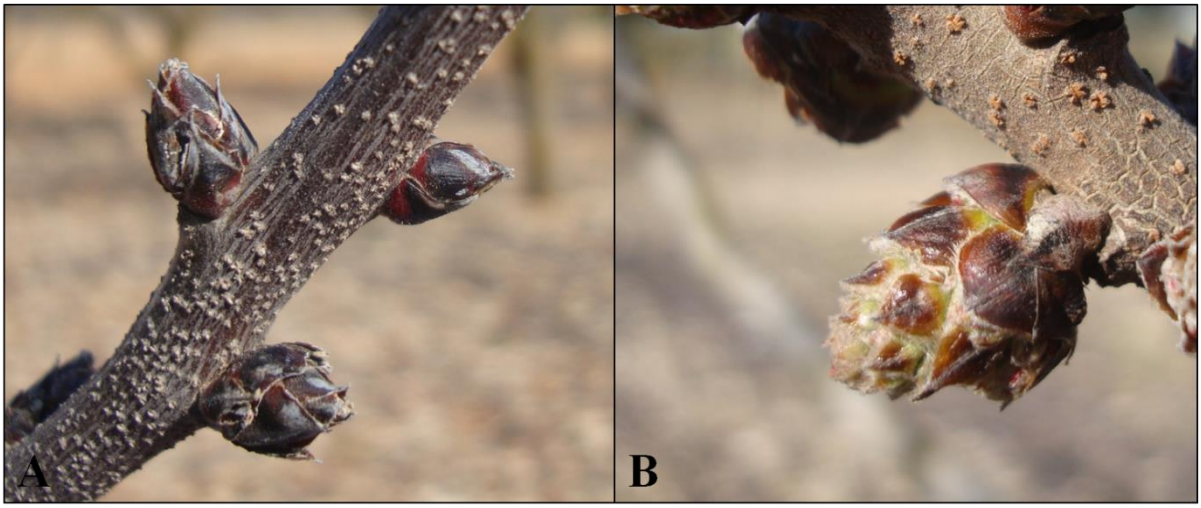

Figura 37 – Inflorescências masculinas da cultivar Guerrero em Estado B (A) e da cultivar M-502 em estado C (B). Ambas as fotografias foram captadas dia 16 de março de 2017.

Na figura 38, estão representados os valores médios, em número de dias, de cada fase, o seu início e fim, das inflorescências masculinas. Embora fosse considerado como valor de referência para C_i o 16 de março, esta fase não foi avaliada, pois seria necessária informação de dias anteriores.

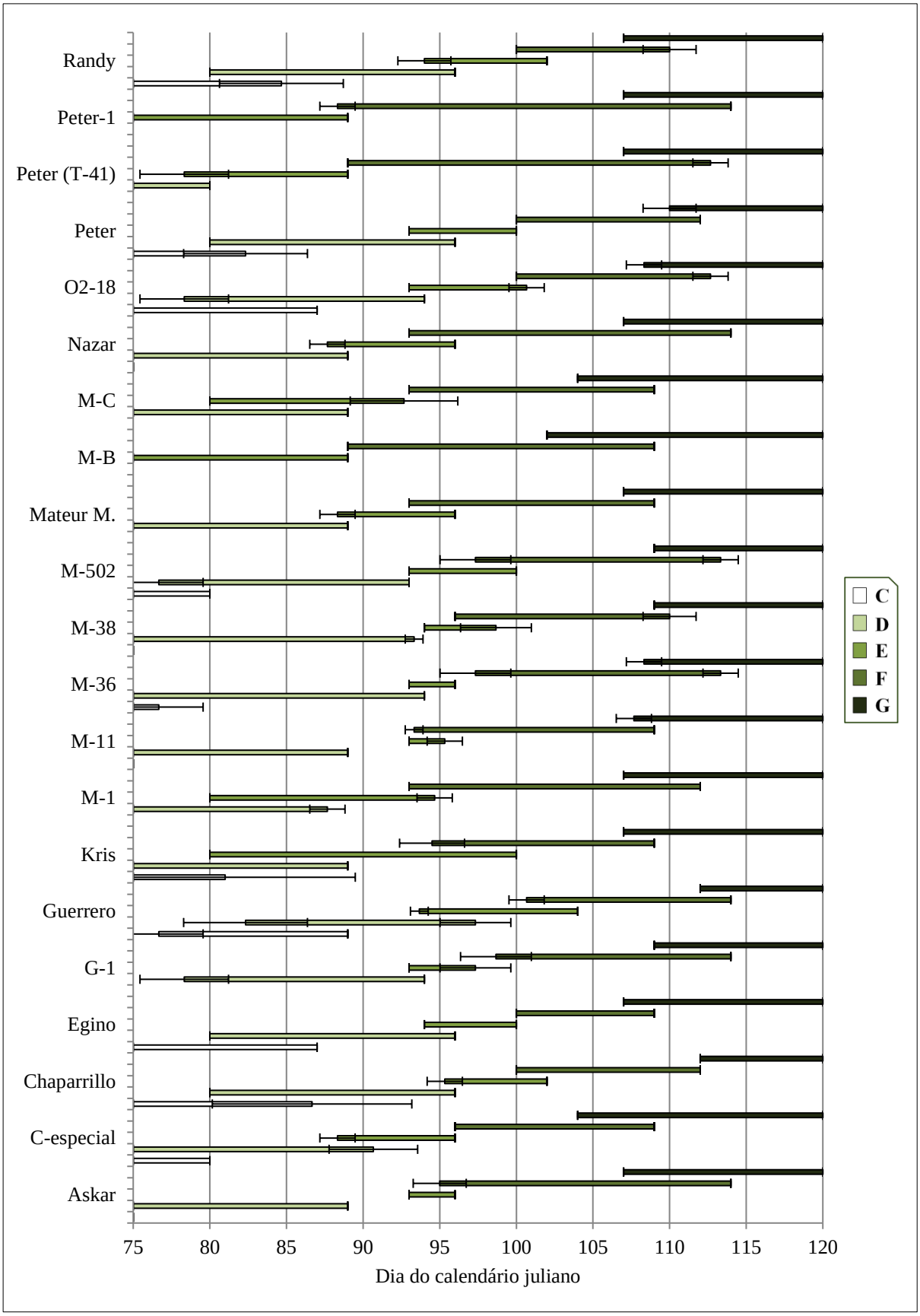

Figura 38 – Valores médios, em DCJ, do início e fim de cada estado fenológico em cada cultivar masculina.

O final do estado C foi observado aos 75 dias, em todas as árvores das cultivares M-11, M-38, Nazar, Askar e G-1. As cultivares onde o término foi mais tardio foram Guerrero, 02-18, Egino, Chaparrillo e Randy, aos 89, 87, 87, 86,67 e 84,67 dias, respetivamente. As restantes, M-36, M-502, C-especial, Kris e Peter apresentaram valores médios de C_f de 76,67, 80, 80, 81, 82,33, respetivamente. As cultivares M-B, M-C, M-1 e Peter-1 não foram avaliadas no final do estado C por falta de observações nos dias anteriores. O final do estado C ocorreu de 16 a 30 de março.

O início do estado D foi observado em Randy, Peter, Egino, Chaparrillo e Guerrero, com valores médios de D_i de 80, 80, 80, 80, 82,33 dias, respetivamente. As cultivares 02-18 e G-1 continham apenas uma árvore com aproximadamente 25% de inflorescências em estado D, portanto o valor médio de D_i não foi avaliado. Também nas cultivares Askar, Nazar, Mateur M., Egino, M-38, C-especial, M-B, M-C, M-1, Peter (T-41), M-502, M-36, M-11, Peter-1 e Kris não foi possível determinar D_i. O início do estado variou, portanto, entre 21 e 23 de março.

Em relação ao momento que marca o fim deste estado (D_f), ocorreu entre 16 de março e 7 de abril (Figura 39A). Peter-1 e M-B foram as cultivares que tiveram valores inferiores, especificamente D_f igual a 75 dias. Peter (T-41) e M-1 finalizaram o estado D aos dias 80 e 87,67, respetivamente. Outras cultivares, como M-11, Mateur M., Kris, Askar, Nazar, M-C, tiveram valores médios de D_f iguais (D_f=89). C-especial, M-502, M-38 finalizaram a fase aos 90,67, 93 e 93,33 dias, respetivamente. G-1, 02-18 e M-36 obtiveram valores médios de D_f de 94 dias e Randy, Chaparillo, Egino e Peter de 96 dias. Por fim, Guerrero foi a última cultivar a chegar ao fim do estado D, a que correspondeu aos 97,33 dias.

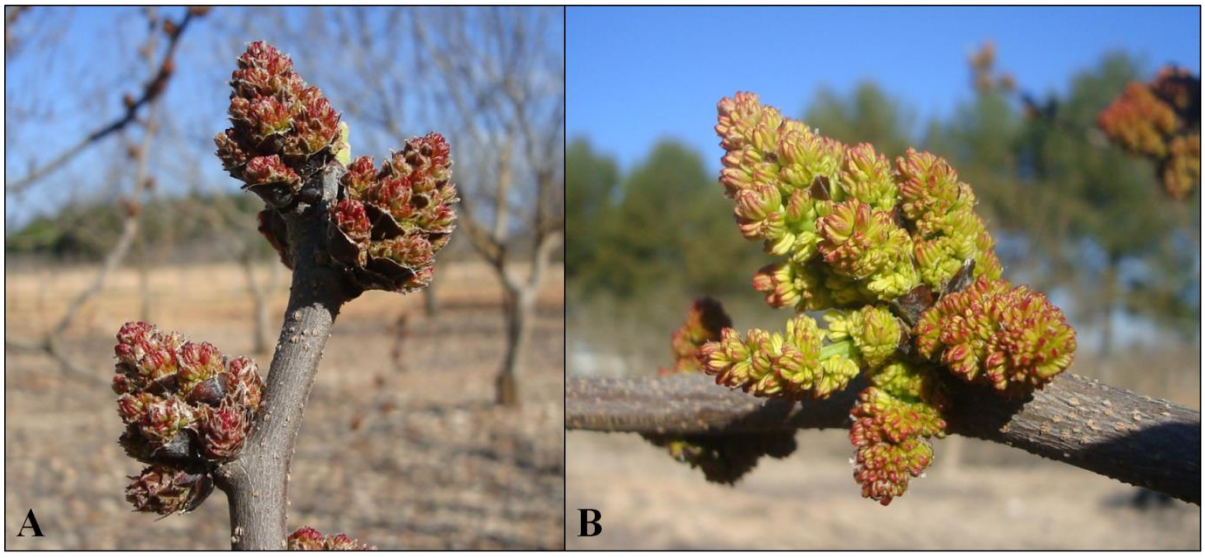

Figura 39 – Inflorescências masculinas da cultivar Peter em Estado D, a 30.03.2017 (A), e da cultivar 02-18 em estado E, a 06.04.2017 (B).

O início do estado E não foi possível observá-lo na sua totalidade em M-B, Peter (T-41) e Peter-1. As cultivares Kris, M-1 e M-C foram as que iniciaram este estado mais cedo, com um valor médio de E_i de 80 dias. Seguidamente, Nazar, Mateur M. e C-especial apresentaram similaridade no momento de entrada no estado E, na primeira cultivar aos 87,67 dias e as outras duas aos 88,33. Nas cultivares 02-18, Peter, M-502, G-1, Askar, M-11 e M-36 o início da emissão de pólen ocorreu aos 93 dias. O valor médio de E_i em Guerrero foi de 93,67 dias. As cultivares mais tardias, em relação à entrada em estado E, foram Randy, Egino, M-38 e Chaparrillo, onde nas primeiras três ocorreu aos 94 dias e na última aos 95,33 dias. Assim o início do estado E (E_i) ocorreu entre de 21 março a 5 de abril.

Relativamente ao final do estado E, ocorreu primeiro em árvores da cultivar Peter (T-41), Peter-1, e M-B aos 89 dias. Em M-C, M-1 e M-11 o valor médio de E_i foi 92,67, 94,67 e 94,67 dias, respetivamente. A 6 de março, que corresponde a 96 dias, finalizou-se o estado E nas cultivares Mateur M., C-especial, Askar e Nazar e M-36. Já as árvores de G-1 e M-38 finalizaram este estado aos 97,33 e 98,67 dias, respetivamente. Aos 100 dias registou-se a última observação de inflorescências em estado E nas cultivares Peter, Egino, Kris e M-502. As cultivares 02-18, Chaparrillo Randy e Guerrero apresentaram o valor de E_f mais tardio, ou seja, 100,67, 102, 102 e 104 dias, respetivamente. Tudo isto ocorreu entre 30 de março a 14 de abril (Figura 39B).

Figura 40 – Inflorescências masculinas da cultivar Egino (A) e Mateur M. (B) em Estado F. Ambas as fotografias foram captadas dia 10 de abril de 2017.

A fase $F_{i,}$ que corresponde ao momento em que as inflorescências masculinas iniciam a emissão de pólen[3], foi observada primeiro nas cultivares Peter-1 (aos 88,33 dias), M-B (aos 89 dias) e Peter (T-41) (aos 89 dias). De seguida ocorreu em M-1, Mateur M., Nazar, M-C, M-11 e Kris, onde nas quatro primeiras se observou a 3 de abril (aos 93 dias), na penúltima aos 93,33 e na última aos 94,50 dias. Relativamente às cultivares Askar, M-38, C-especial, M-36, M-502, G-1 o valor médio de F_i registou-se, respetivamente, aos 95, 96, 96, 97,33, 97,33 e 98,67 dias. Nas cultivares mais tardias, Chaparrillo, Randy, Peter, Egino, 02-18 e Guerrero, a entrada no estado F foi aos 100 dias, exceto na última onde o valor de F_i foi 100,67 dias. A fase F_i aconteceu entre 29 de março e 10 de abril (Figura 40).

O fim da emissão de pólen, F_f, foi observado primeiro em M-B, Mateur-M., Kris, M-11, C-especial, M-C e Egino aos 109 dias, ou seja, a 19 de abril. Em seguida ocorreu em Randy, M-38, Peter, Chaparrillo e M-1, onde nas duas primeiras o valor médio de F_f foi de 110 dias e nas restantes 112. Nas cultivares Peter (T-41) e 02-18, o fim do estado F foi registado aos 112,67 dias. As últimas cultivares a apresentarem esta fase foram M-36 e M-502, Askar, Peter-1, Guerrero, G-1 e Nazar, nas duas primeiras aos 113,33 dias e nas restantes aos 114 dias. Resumidamente, o fim do estado F foi observado entre os dias 19 e 24 de abril.

O estado que dita a deiscência das anteras, estado G, registou-se entre os dias 12 e 22 de abril (Figura 41). Primeiro, ocorreu em M-B, C-especial e M-C, na primeira o valor médio de G_i foi de 102 dias e nos restantes 104 dias. A 17 de abril (G_i=107 dias) observou-se o início deste estado nas cultivares Askar, Nazar, Mateur M., Egino, M-1, Peter (T-41), Peter-1, Randy e Kris. Em relação às cultivares M-11, 02-18 e M-36 o valor médio de G_i foi, de forma respetiva, 107,67, 108,33 e 108,33 dias. Aos 109 dias, nas árvores das cultivares G-1, M-38 e M-502 foi observado o início do estado G. Já Peter, Guerrero e Chaparrillo foram as últimas cultivares a iniciarem este estado, na primeira ocorreu aos 110 dias e nas restantes aos 112 dias.

Figura 41 – Inflorescência masculina da cultivar M-B em estado G (19.04.2017).

Ao nível da bibliografia sobre o tema, há pouca informação sobre o início e fim dos estados florais das inflorescências masculinas.

No dia 16 de março, primeiro dia de ensaios, não se previa que houvesse cultivares com inflorescências já em estado D e/ou E, além disso cultivares mais tardias, como 02-18, Peter, Chaparrillo e Guerrero neste momento ainda teriam o gomo adormecido[3]. Concluiu-se que, devido às necessidades em HF já satisfeitas e às elevadas temperaturas dos meses março, abril e maio, houve uma antecipação da floração das cultivares masculinas, em todas as fases, inicio e fim, dos estados fenológicos avaliados.

Num estudo realizado por Lacasta, C. *et al.* (2004), entre 1996 e 2003, sobre a evolução floral das cultivares masculinas Peter, Egino, C-especial, M-38, Askar, Nazar e Mateur M. verificaram no ano de 2001, desde o estado A até ao estado fenológico E, que as cultivares Peter, Nazar, Egino e C-especial foram sempre mais tardias e Mateur M. foi a mais temporã. Contudo, esta tendência já não se verificou no ano 2003. Também no nosso estudo, houve ligeiras diferenças nas datas de floração relativamente aos dados de 2003 e 2004[73].

Com efeito, o início e o fim de um dado estado fenológico está estritamente dependente do clima desse ano. É de referir que todas as cultivares do atual trabalho apresentam uma floração uniforme e regular, entre março e abril.

De seguida será avaliado o período de maior importância na floração, a emissão de pólen, ou seja, a duração do estado fenológico F, desde F_i a F_f. Pela observação da figura 42 é possível comparar individualmente o comportamento das diferentes cultivares masculinas.

É possível observar que Peter-1, M-B e Peter (T-41) foram as cultivares que apresentaram maior precocidade na emissão de pólen. Já das mais tardias destacam-se Guerrero, 02-18, Egino, Peter, Randy e Chaparrillo. O fim da emissão de pólen variou entre os dias do calendário 109 e 114, ou seja, de 19 a 24 de abril. Isto significa que o término deste estado não teve uma variação muito acentuada entre cultivares.

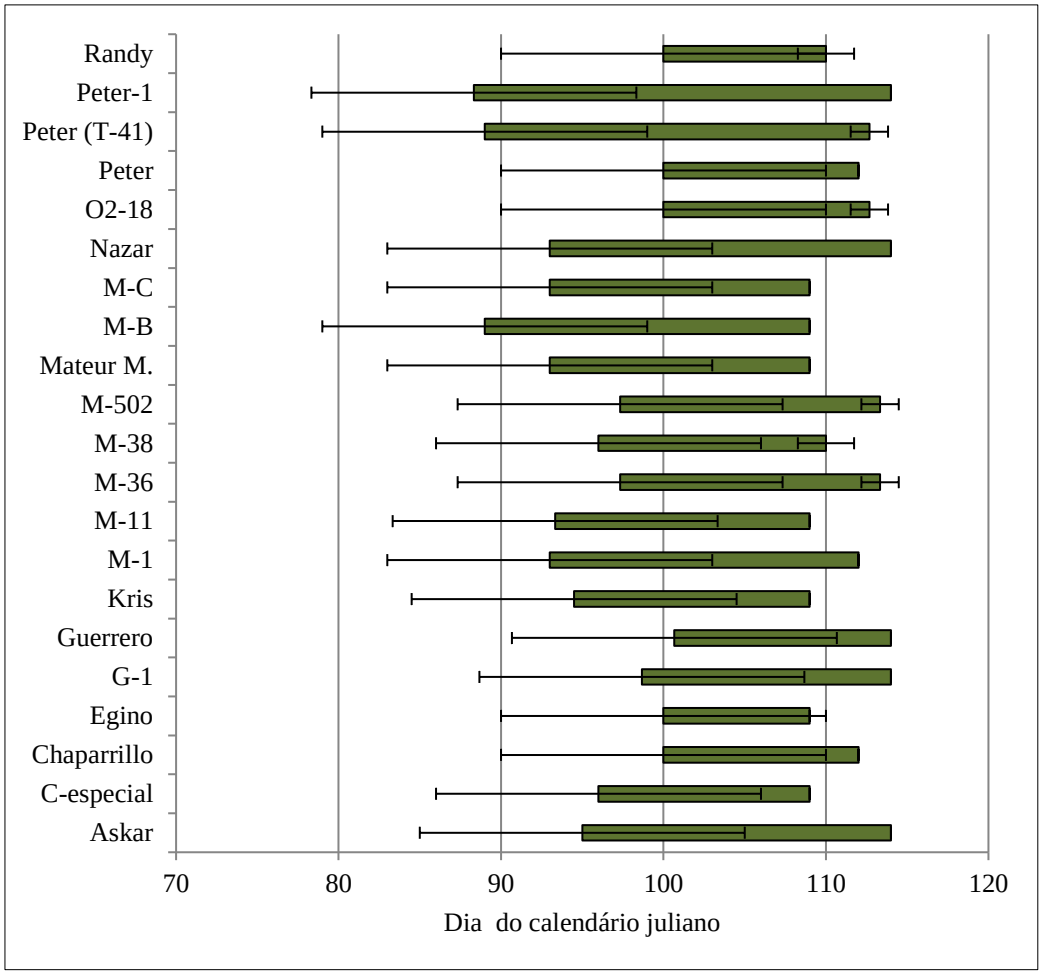

Figura 42 – Emissão de pólen, em dias do calendário juliano, das 21 cultivares masculinas estudadas.

Igualmente, sobre a duração da emissão de pólen em todas as cultivares deste trabalho existem muito poucos dados.

Lacasta, C. *et al.* (2004) realizaram o seguimento da floração de cultivares masculinas em Peter, Egino, C-especial, M-38, Nazar, Askar e Mateur M. As quatro últimas foram as que obtiveram um início de plena floração (F_i) mais precoce em relação às restantes, logo no início de abril. Já Peter e Egino foram as que entraram nesta fase mais tarde, aproximadamente a 16 de abril[73]. Comparando com os dados obtidos, o início do estado F ocorreu entre 29 de março e 10 de abril, ligeiramente antes do respetivo estudo. Em relação às cultivares que iniciaram primeiro a emissão de pólen, estas coincidem com o nosso estudo, onde Mateur M. e Nazar foram as mais temporãs, Askar, M-38 e C-especial as de plena floração intermédia e, finalmente, Peter e Egino de emissão de pólen tardia.

Vários autores afirmam que Randy é de floração temporã, em relação ao início do estado F[88,144], iniciando uma a três semanas antes que Peter, contudo no nosso estudo esta cultivar não

apresentou esta tendência, destacando-se por ser similar a Peter em relação ao início da emissão de pólen e também por ser tardia. Já as cultivares mais tardias foram referidas como sendo Peter, 02-18, Chaparrillo e Guerrero, Egino, M-502 e C-especial[30,73,75,88], contudo apenas as cinco primeiras demostraram esta particularidade.

F.C. Lopéz, J. *et al.* (2013) e Guerrero, J. *et al.* (2005) demostraram que as cultivares M-B, M-C, M-1, C-especial, Mateur M., Askar, Nazar e M-502 foram, por ordem, as que iniciaram a emissão de pólen primeiro[3,38], contudo tal não se reflete na atual investigação, onde apenas M-B, M-1, Mateur M., Nazar e M-C seguiram esta tendência. Já Guerrero, Egino, Chaparrillo, 02-18 e Peter foram as mais tardias[3,38], ocorrendo o mesmo no nosso estudo. Nestes dois estudos, a emissão de pólen ocorreu, aproximadamente, entre 3 de abril e 9 de maio. Os dados da figura 42 demonstram que houve uma ligeira precocidade no período que contribui para o sucesso da polinização.

4.2.3.2.2. Duração dos estados fenológicos

Seguidamente serão apresentadas e discutidas as durações dos estados fenológicos D, E e F das cultivares masculinas em estudo, detalhando o período de emissão de pólen. A figura 43 apresenta os valores médios dos estados D, E e F das inflorescências masculinas, estando os dados no Anexo 3, Tabela A3.2.

Em relação ao estado D das inflorescências masculinas, apenas serão comparadas as cultivares Guerrero, G-1, 02-18, Randy, Chaparrillo, Peter e Egino, pois nestas cultivares ainda foi possível observar o início deste estado (D_i). A duração deste estado foi na primeira cultivar 15 dias, e nas duas seguintes foi 15,67 dias, já nas últimas quatro a duração foi de 16 dias. As restantes cultivares já possuíam flores no estado D, daí a impossibilidade de registar o seu início e, como tal, a duração deste estado fenológico.

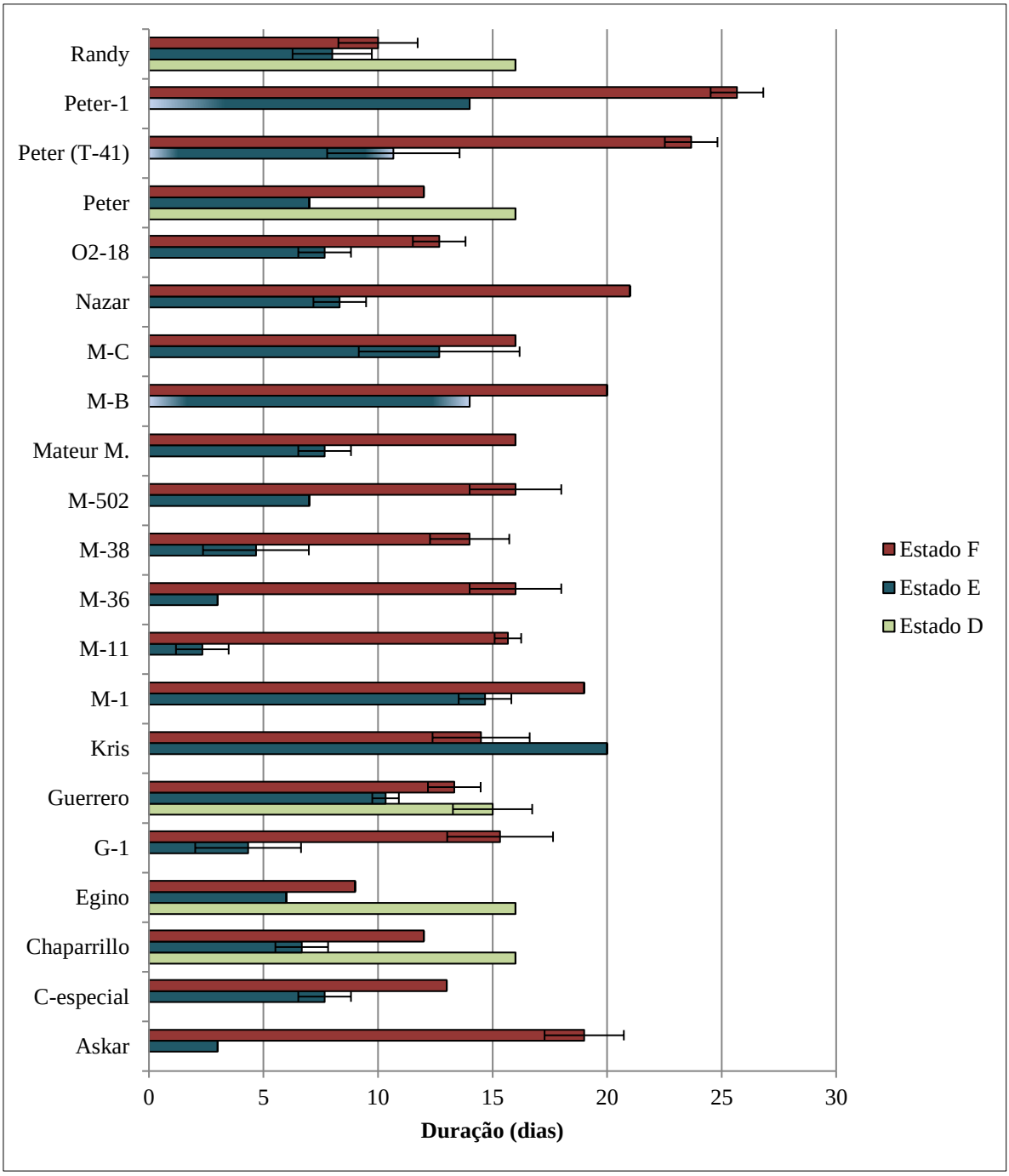

Figura 43 – Duração dos estados fenológicos D, E e F das cultivares masculinas em estudo. As três barras azuis que apresentam uma gradação de cor, nomeadamente Peter-1, Peter (T-41) e M-B, indicam que não foi possível obter dados do início do estado E, devido à falta de observações nos dias anteriores.

O estado E apresentou maior duração na cultivar Kris, com 20 dias. Seguiu-se-lhe a cultivar M-1 com 14,67 dias de duração e as cultivares Guerrero, Peter (T-41) e M-C que apresentaram uma duração do estado E de 10,33, 10,67 e 12,67 dias, respetivamente. Com uma duração intermédia, entre 6 a 8,33 dias foram Egino, Chaparrillo, M-502, Peter, Mateur M., 02-18, C-especial, Randy e Nazar, por ordem crescente de valor. Finalmente as cultivares que

apresentaram uma menor duração deste estado foram a M-11, M-36, Askar, G-1 e M-38 com 2,33, 3, 3, 4,33 e 4,67 dias, respetivamente. Na figura 42, as barras das cultivares M-B e Peter-1 e Peter (T-41), relativas ao estado E, estão representadas por uma gradação de cor, uma vez que no primeiro dia de observação as suas flores já se encontravam neste estado fenológico, indicando que não foi possível determinar ao certo a duração deste.

Finalmente, no estado fenológico F, que dita o período de emissão de pólen, Egino e Randy foram as cultivares com menor duração, nomeadamente 9 e 10 dias, e Peter (T-41) e Peter-1 foram as que revelaram um maior período, com 23,67 e 25,67 dias, respetivamente. As cultivares Chaparrillo, Peter, 02-18, C-especial e Guerrero obtiveram um valor médio de 12, 12, 12,67, 13, 13,33 dias, respetivamente. As cultivares M-38, Kris, G-1 e M-11 estiveram neste estado entre 14 e 15,67 dias, enquanto que as M-C, Mateur M., M-36 e M-502, permaneceram 16 dias. Askar e M-1 com 19 dias e M-B e Nazar com 20 e 21 dias, respetivamente.

Este estado floral trata-se de um período crucial para a produção de pistácio, como tal apenas esta será comparada com bibliografia, além disso quase nenhuma literatura existe sobre a duração dos estados D e E.

De acordo com estudos efetuados por Batlle, I. *et al*. (2001) com as cultivares Egino, C-especial, M-38, Askar, Nazar, Mateur M. e Peter, foi esta última a que apresentou uma maior duração de emissão de pólen[30], enquanto que no nosso estudo, deste grupo de cultivares foi a que apresentou menor duração. Segundo Parfitt, D. *et al.* (2005) a cultivar Randy apresenta uma duração similar a Peter, de aproximadamente 15 dias[88], verificando-se na figura 43. Batlle, I. *et al.* (2001) estudaram a floração da cultivar 02-18, comprovando que o seu período de emissão de pólen é pequeno, também suportado pelo nosso estudo, mas não o mais curto quando comparado com Egino e Randy. Parfitt, D. *et al.* (2005) afirmaram que Randy tinha um relativo longo período de floração[88], contudo o nosso estudo contradiz tal facto. F.C. Lopéz, J. *et al.* (2013) e Guerrero, J. *et al* (2005) demonstraram que C-especial, M-1, Mateur M. e Askar foram as com maior número de dias em Estado F, contrariamente a M-36, M-11 e Guerrero. Efetivamente Mateur M., Askar e M-1 apresentaram um longo período de emissão de pólen, entre 16 e 19 dias, mas não os maiores. Já as definidas como as de menor duração, neste estudo apresentaram ter uma duração intermédia.

Em suma, existem algumas diferenças na consideração das cultivares de maior ou menor duração dos distintos estados florais, contudo nenhuma destas apresentou valores descabidos. É importante ter sempre em consideração as condições ambientais e de cultivo.

4.2.3.3. Sincronização floral entre cultivares femininas e masculinas

Através do cálculo do índice de sincronização fenológica (ISF) foi possível obter as melhores combinações entre cultivares femininas e masculinas, no que diz respeito ao período de emissão e a receção de pólen, onde valores iguais a 1 garantem uma combinação perfeita entre cultivares e valores próximos de 0 uma combinação inadequada[75], como é possível observar na tabela XI.

Segundo os dados recolhidos no ano 2017, as cultivares masculinas M-B, Peter (T-41) e Peter-1 apresentaram uma combinação perfeita com as nove cultivares femininas. Contrariamente, Guerrero não deverá ser polinizador das cultivares femininas Aegina e Mateur, embora em outras, exceto Kerman e Sirora, apresente igualmente um baixo valor de ISF (inferior a 0,39).

Relativamente às cultivares femininas, Mateur foi a que apresentou valores inferiores de índice de sincronização fenológica, onde Chaparrillo, Egino, Guerrero, 02-18, Peter e Randy deverão ser rejeitados como possíveis polinizadores (ISF<0,25). Já Kerman mostrou ser a com maior número de cultivares masculinas com combinação perfeita (ISF=1), seguindo-se Sirora. Tanto para Avdat, como para Avidon e Larnaka os polinizadores poderão ser M-1, Mateur M., M-C, Nazar, M-B, Peter (T-41) e Peter-1, com valor de ISF igual a 1. As três últimas cultivares masculinas foram as únicas a apresentar sincronização perfeita com Aegina, Ashoury, Mateur e Napoletana.

Tabela XI – Índice de sincronização fenológica entre cultivares femininas e masculinas onde valores iguais a 1 (verde) garantem uma combinação perfeita e valores próximos de 0 (vermelho) uma combinação inadequada.

	Aegina	**Ashoury**	**Avdat**	**Avidon**	**Kerman**	**Larnaka**	**Mateur**	**Napoletana**	**Sirora**
Askar	0,60	0,75	0,82	0,84	1,00	0,84	0,59	0,81	1,00
C-especial	0,53	0,66	0,73	0,75	1,00	0,76	0,52	0,73	1,00
Chaparrillo	0,27	0,32	0,38	0,39	0,95	0,44	0,25	0,41	0,73
Egino	0,27	0,32	0,38	0,39	0,95	0,44	0,25	0,41	0,73
G-1	0,36	0,44	0,50	0,51	1,00	0,55	0,34	0,52	0,86
Guerrero	0,22	0,27	0,32	0,33	0,88	0,39	0,20	0,36	0,67
Kris	0,63	0,79	0,87	0,88	1,00	0,88	0,63	0,85	1,00
M-1	0,73	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,97	1,00
M-11	0,71	0,89	0,97	0,99	1,00	0,97	0,70	0,95	1,00
M-36	0,44	0,55	0,62	0,63	1,00	0,65	0,43	0,63	0,99
M-38	0,53	0,66	0,73	0,75	1,00	0,76	0,52	0,73	1,00
M-502	0,44	0,55	0,62	0,63	1,00	0,65	0,43	0,63	0,99
Mateur M.	0,73	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,97	1,00
M-B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
M-C	0,73	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,97	1,00
Nazar	0,73	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	0,97	1,00
02-18	0,27	0,32	0,38	0,39	0,95	0,44	0,25	0,41	0,73
Peter	0,27	0,32	0,38	0,39	0,95	0,44	0,25	0,41	0,73
Peter (T-41)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Peter-1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Randy	0,27	0,32	0,38	0,39	0,95	0,44	0,25	0,41	0,73

É crucial que os polinizadores cubram inteiramente o período de recetividade do estigma das cultivares femininas para garantir a sustentabilidade da exploração agrícola[73]. Uma das combinações mais utilizadas, entre cultivares femininas e masculinas, é a Kerman com a Peter[7,88,93,146], contudo neste estudo houve outras cultivares que apresentaram ser mais adequadas para Kerman.

Os estudos realizados por Lacasta, C. *et al.* (2004) propõem a utilização de várias cultivares numa exploração, devido à variabilidade anual da duração dos estados florais e o risco de não existir sincronia entre florações. As cultivares femininas sugeridas são Avdat, Ashoury e Larnaka, e as masculinas são C-especial, Askar, Nazar e Mateur M.[73]. Comparando com o atual estudo, Nazar e Mateur M. (ambas com ISF>0,92) poderão ser polinizadores das cultivares femininas anteriormente referidas; já C-especial e Askar apresentaram uma sincronização menos perfeita, ISF=[0,75;0,82] e ISF=[0,66;0,76], respetivamente.

Já Guerrero, J. *et al.* (2014) ao determinarem o ISF para várias cultivares, concluíram que para Larnaka os melhores polinizadores são C-especial e M-38, aconselhando também a utilização de polinizadores tardios como Peter e 02-18. Porém, o nosso estudo sugere outros polinizadores com uma sobreposição de fases de receção e emissão de pólen perfeitas, como M-1, Mateur M., M-B, M-C, Nazar, Peter (T-41) e Peter-1. Já para a cultivar Kerman, para além de Peter, os

anteriores autores referem que deverá ser combinada com Chaparrillo e Guerrero[75], facto suportado pelos dados obtidos no atual estudo.

Efetivamente, o sucesso da polinização define o êxito da exploração, sendo, portanto, um aspeto de elevada importância. Além de determinar qual as cultivares femininas e masculinas a plantar segundo o respetivo período de receção e emissão de pólen, é aconselhado a utilização de 8 a 11% de machos, para garantir que todo o período de floração da cultivar feminina seja totalmente coberto[3,77].

4.3. Desenvolvimento do fruto

Neste ponto serão apresentados os resultados de vários parâmetros biométricos do fruto, nomeadamente peso fresco e seco e força de rutura da casca ao longo do desenvolvimento do fruto até esta atingir o máximo de dureza. Para além de se comparar as diferentes cultivares em estudo também se estudou a influência de dois porta-enxertos, *P. terebinthus* e *P. atlantica*, em oito cultivares, especificamente Aegina, Ashoury, Avdat, Avidon, Kerman, Larnaka, Mateur, Napoletana.

4.3.1. Evolução do peso fresco e seco do fruto

Existem algumas características físicas do pistácio que são muito valorizadas comercialmente, sejam as suas dimensões, o peso, a percentagem de frutos abertos, a razão semente/fruto, a cor e também o sabor[111]. Efetivamente o peso traduz-se num parâmetro para a seleção de cultivares numa exploração, devido ao seu valor económico[96,147,148].

A determinação do peso fresco foi realizada, semanalmente, desde 25 de maio, entre 36 a 42 dias após o fim da floração (E_f), até os valores do peso estabilizarem, ou seja, até dia 18 de agosto, exceto em Sirora onde foi realizada mais uma medição a 24 de agosto. Através desta metodologia foi possível acompanhar a evolução do peso (fresco e seco) de pistácio ao longo da maturação do fruto em cada cultivar (Figura 44). No Anexo 4, Tabela A4.1 estão apresentados os valores respetivos a este parâmetro.

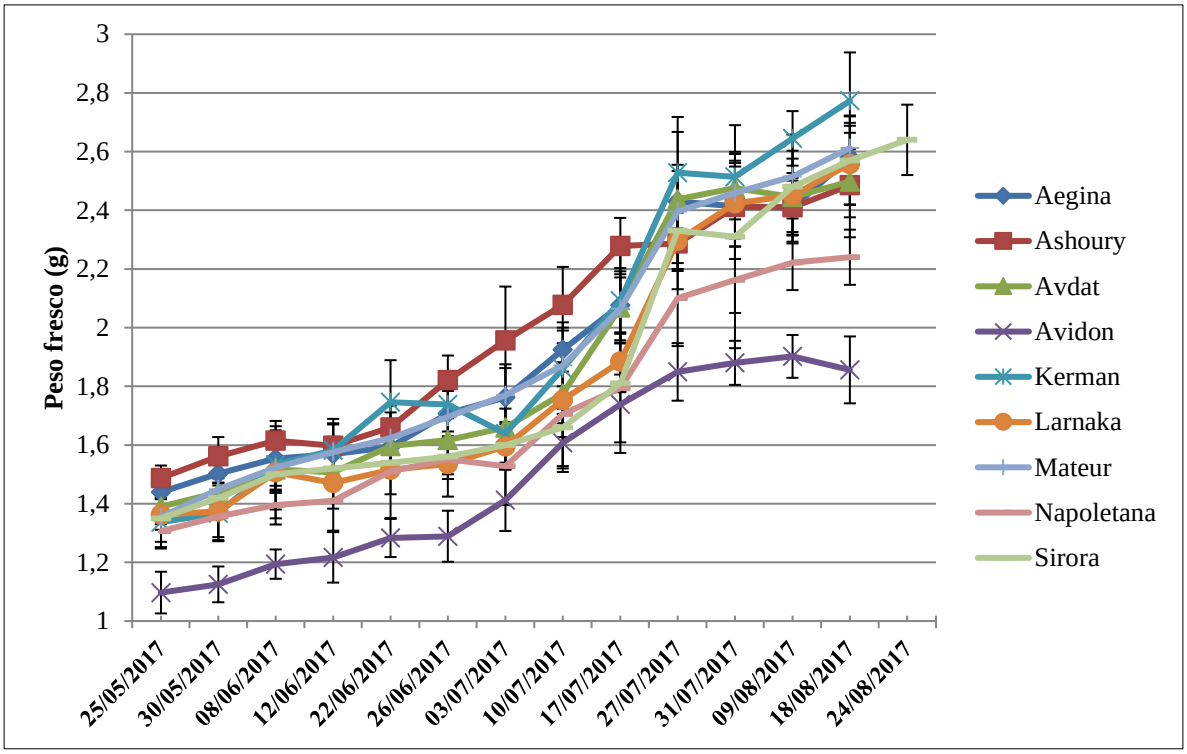

Figura 44 – Evolução do peso fresco de pistácio, em gramas, nas nove cultivares estudadas.

Verificaram-se diferenças significativas entre o peso fresco de pistácio de todas as cultivares em todos os dias de medição (*p-value*<0,0001). Avidon destacou-se, em todas as medições realizadas, pela cultivar com fruto de menor peso. Na primeira determinação do peso fresco, o seu fruto pesava 1,097±0071g e na última 1,856±0,114g. Também Napoletana, ao longo destas observações, apresentou ser uma cultivar com valores do peso do fruto menores em relação às restantes cultivares, embora ligeiramente superior a Avidon. No dia 25 de maio esta cultivar já apresentava pistácios com 1,306±0,059g e na última medição apresentou um peso médio de 2,240±0,094g. A cultivar Ashoury foi a que produziu frutos mais pesados até ao dia 17 de julho, inclusive, com 2,278±0,096g, exceto dia 22 de junho onde Kerman se distinguiu, com 1,746±0,143g, enquanto o pistácio de Ashoury apresentou de peso fresco 1,659±0,075g. Posteriormente, a partir de dia 27 de julho, inclusive, a cultivar Kerman mostrou ter o fruto com maior peso com 2,528±0,190g atingindo no final 2,773±0,165g.

Na figura 45 é possível perceber o estado de desenvolvimento da semente de cada pistácio no dia 27 de julho, nas 9 cultivares em estudo. Neste dia, as cultivares com fruto de menor peso, Avidon e Napoletana, não corresponderam às cultivares que se apresentaram mais imaturas, contrariamente a Kerman, que apresentou maior valor de peso fresco, embora com reduzia matéria seca em relação às restantes.

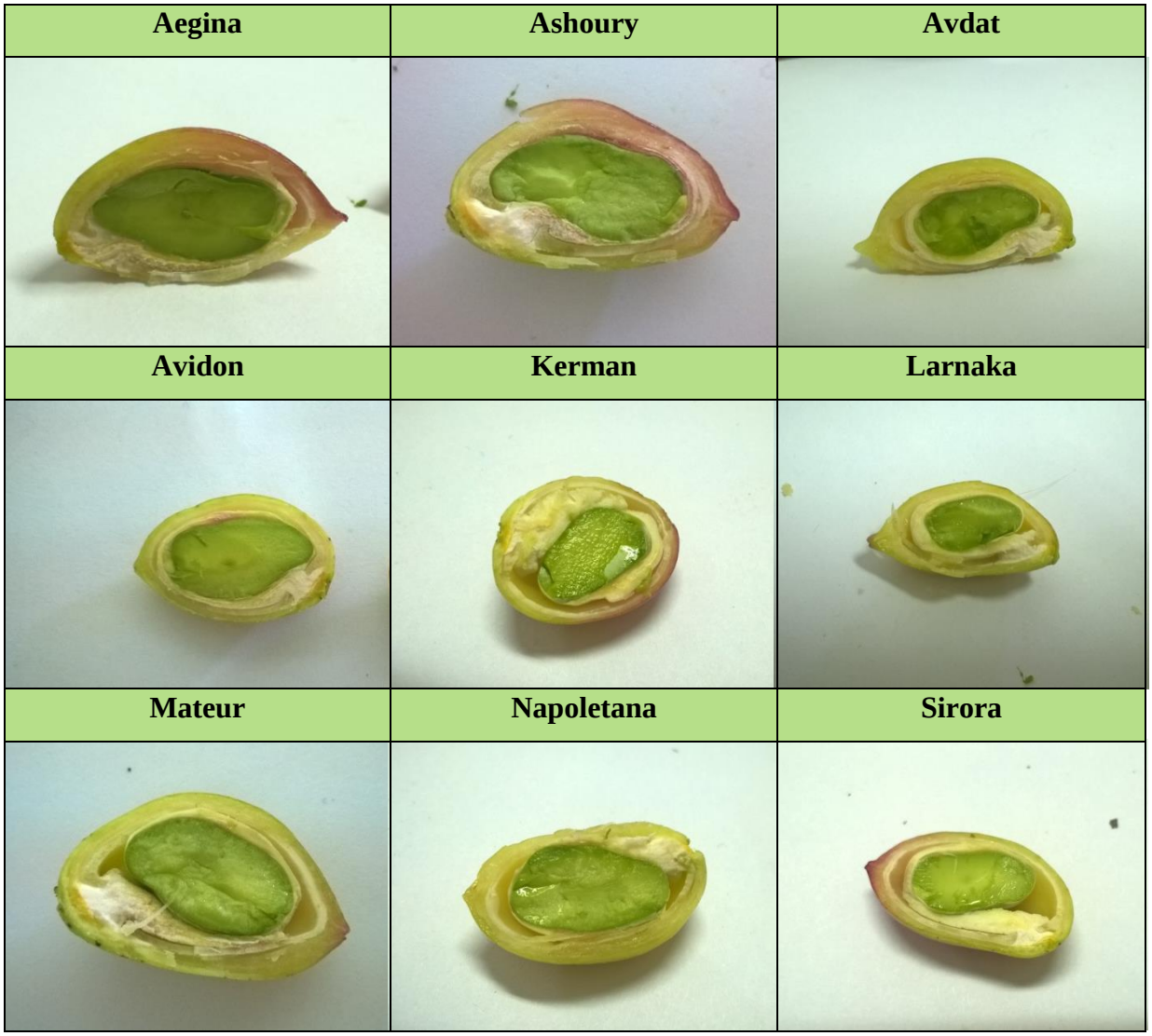

Figura 45 – Maturação do pistácio das 9 cultivares em estudo no dia 27 de julho de 2017.

O peso fresco final de pistácio em Kerman, Sirora, Mateur, Aegina, e Larnaka, foi de 2,773±0,165g, 2,640±0,120g, 2,612±0,111g, 2,580±0,084g, e 2,558±0,140g, respetivamente. Já as cultivares Avdat, Ashoury, Napoletana e Avidon apresentaram ter um fruto com 2,498±0,190g, 2,485±0,109g, 2,240±0,094g e 1,856±0,114g, respetivamente. Além disso, a maturação do fruto, ou seja, o aumento do seu peso fresco, em todas as cultivares seguiu a mesma tendência, uma curva sigmoide. É importante salientar que a presença de frutos ocos poderá interferir com o peso fresco e seco do fruto, aumentando o respetivo desvio padrão, uma vez que a recolha de amostras é feita aleatoriamente.

Abidi, W. (2016) determinou os valores de peso fresco do pistácio das cultivares Mateur (2,23g) e Kerman (2,18g)[96]. Num estudo relativo às cultivares plantadas na Síria, o pistácio da cultivar feminina Ashoury apresentou ter 2,66g. Adicionalmente, no IRTA, Batlle, I. *et al.* (2001),

obtiveram para as cultivares Kerman, Sirora, Larnaka, Ashoury, Aegina, Napoletana, Mateur e Avidon, os pesos de 1,15g, 0,95g, 0,94g, 0,91g, 0,88g, 0,88g, 0,88g e 0,75g, respetivamente[30]. Já E. Tsantili, C. *et al.* (2010) determinaram o peso fresco do pistácio de Aegina, (0,984g) de Kerman (1,523g) e de Sirora (1,118g)[111]. Villaseñor, J. G. (2011) provou que Kerman é a cultivar que apresenta frutos com maior peso e Napoletana e Avidon as que apresentam frutos mais leves, o que vai ao encontro dos resultados obtidos com este trabalho. Contudo, a existência de diferentes valores obtidos em diversos estudos, deve-se fundamentalmente ao facto das características físicas do fruto serem influenciadas pela localização, nomeadamente solo e clima, estado de safra ou contrassafra de cada árvore e pelo sucesso da polinização[111].

O desenvolvimento do pistácio é marcado por 3 fases distintas, a lenhificação do endocarpo (casca), maturação da semente e desprendimento do cascarão[3]. Na primeira fase, que ocorre entre abril e maio, o desenvolvimento da semente é reduzido[31,67] e no início das medições deste estudo, o peso fresco de pistácio correspondeu aos valores mais baixos. Após o endurecimento da casca, dá-se o grande desenvolvimento da semente, que desde os finais de maio até julho/agosto, corresponde a um crescimento de 99% [3,7,67,124] e, tendo por base o peso fresco do fruto, corresponde a uma função sigmóide.[149]. Este aumento de matéria seca pode ser observado na figura 44. Efetivamente a estabilização do peso nas cultivares mostra que o crescimento da semente ocorreu até final de agosto, correspondendo à última etapa, às transformações do cascarão e preparação para a colheita do fruto.

Seguidamente serão apresentados e discutidos os valores de peso seco do pistácio de cada cultivar estudada neste trabalho (Figura 46). Os seus valores podem ser consultados no Anexo 4, Tabela A4.4.

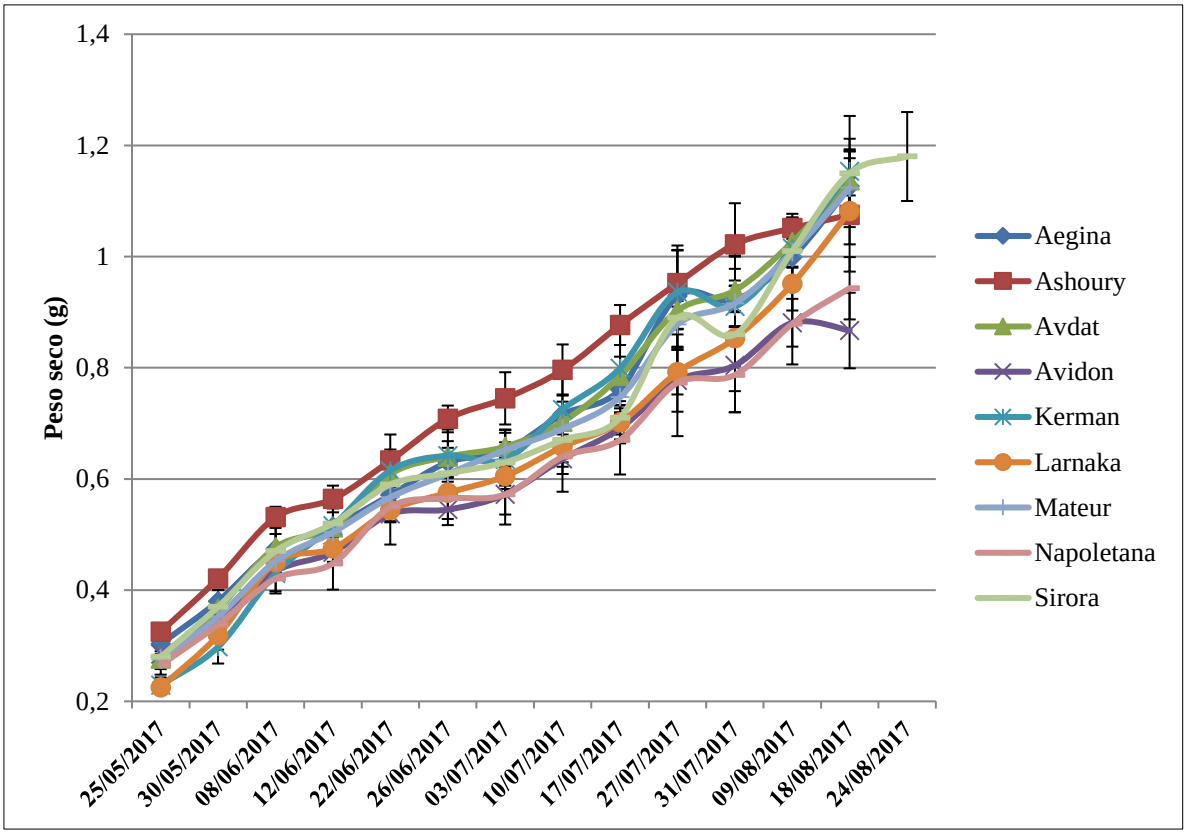

Figura 46 – Evolução do peso seco, em gramas, de pistácio nas nove cultivares estudadas.

Verificou-se que o peso seco de pistácio das cultivares em estudo, em todas as medições realizadas, é significativamente diferente com *p-value*<0,0001 e *p-value*<0,0002 (apenas a 22.07.2017).

Na primeira mediação realizada, o peso seco de pistácio variou entre 0,225g e 0,325g, em que o menor valor correspondeu ao de Larnaka e o maior ao de Ashoury. Uma vez que as medições foram realizadas no período do crescimento da semente do fruto, o seu peso seco foi aumentando linearmente. No dia 18 de agosto, última medição realizada, o peso seco variou entre 0,867g e 1,153g, correspondendo o menor peso às cultivares Avidon, com 0,867±0,068g, e à Napoletana, com 0,943±0,056g. As restantes cultivares: Ashoury (1,075±0,102g), Larnaka (1,082±0,060g), Mateur (1,124±0,065g), Aegina (1,126±0,067g), Avdat (1,137±0,075g), Sirora (1,150±0,040g) e Kermam (1,153±0,100g) comportaram-se de forma muito similar. A cultivar Sirora apresentou dia 24 de agosto um fruto com peso seco de 1,180±0,080g.

A ordem como se apresentam os valores de peso seco de pistácio da maioria das cultivares, ao longo da sua maturação, não é sempre a mesma, o que também pode estar relacionado com a existência de frutos ocos que aumenta o valor do desvio padrão. Abidi, W. (2016) determinou

o peso seco das cultivares Mateur e Kerman e obteve os seguintes valores: 0,81g e 1,0g, respetivamente; enquanto que em Mateur o peso fresco foi superior ao de Kerman, esta apresentou o menor peso seco. Como já referido, há muitos fatores a influenciarem este parâmetro biométrico, para além da componente genética.

No que concerne ao mercado do fruto, as cultivares Kerman, Larnaka, Mateur, Avdat e Sirora distinguem-se pela sua valorização comercial para consumo direto[3,4,30,97,113]. Como já foi referido anteriormente, o peso é um fator diferenciador e muito valorizado pelo mercado[111]. A cultivar Napoletana é utilizada na indústria alimentar[113], devido ao sabor e à apreciável cor verde escura dos seus pistácios[3].

4.3.2. Evolução da dureza da casca

A dureza mede-se pela força necessária para penetrar completamente a casca de pistácio[135]. Esta análise foi realizada semanalmente de 8 de junho até 18 de agosto, e no caso de Sirora até 24 de agosto.

Na figura 47 e no Anexo 4 (Tabela A4.7) apresentam-se os valores médios da dureza da casca de pistácio de cada cultivar, com diferenças significativas entre todas as cultivares em todos os dias de medição (*p-value* <0,0001). A força aplicada, em Mega Pascal (MPa), necessária para a rutura da casca, ao longo deste trabalho, também pode ser traduzida por uma função sigmoide.

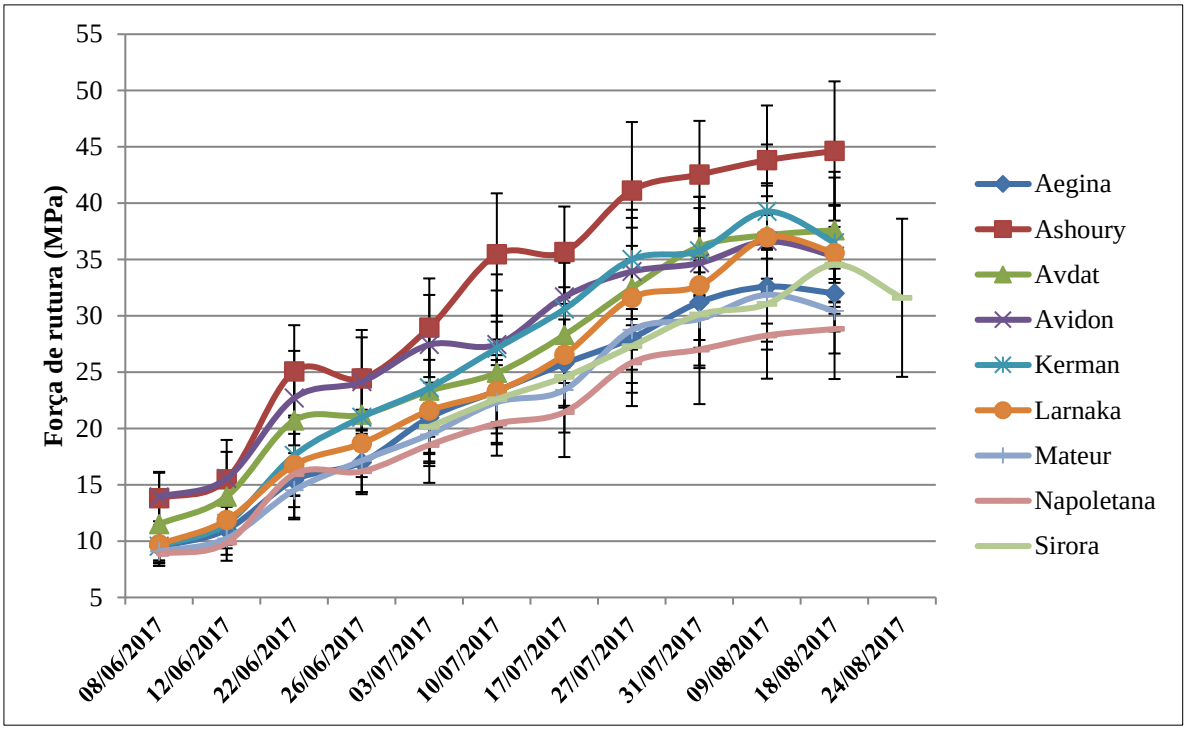

Figura 47 – Evolução da dureza da casca de pistácio nas nove cultivares estudadas, pela determinação da força de rutura, em MPa.

No primeiro dia de medições a força de rutura da casca variou entre 8,86 e 13,91 MPa, onde as cultivares Napoletana e Mateur apresentaram os menores valores e Ashoury e Avidon os maiores. Ao longo das observações, as cultivares Ashoury e Avidon destacaram-se pela forte dureza que a casca dos seus frutos iam adquirindo, existindo nas primeiras cinco medições, até dia 3 de julho, grande similaridade na força aplicada entre ambas. A partir do dia 10 de julho, inclusive, a força de rutura aplicada no fruto de Ashoury foi significativamente maior do que nas restantes cultivares. Contrariamente, as cultivares Napoletana, Mateur, Aegina e Sirora apresentaram valores de força de rutura inferiores aos frutos das restantes cultivares, exceto na medição de 10 de julho, onde Larnaka também se posicionou entre as cultivares com uma dureza da casca menor.

Na última medição realizada, a 18 de julho, o valor da força de rutura da casca aplicada variou entre 28,83 MPa (Napoletana) e 44,63 MPa (Ashoury). Nas restantes cultivares, especificamente Mateur, Aegina, Sirora, Avidon, Larnaka, Kerman e Avdat, este valor foi de 30,43, 31,99, 33,49, 35,28, 35,57, 36,49 e 37,60 MPa, respetivamente.

Os estudos levados a cabo por Memmi, H. *et al.* (2015) referem que a força de rutura máxima alcançada para a casca do pistácio da cultivar Kerman, era aproximadamente de 40MPa e a sua

evolução traduziu-se também numa curva sigmóide[107], tal como se registou no presente estudo. Também A. Fabbri *et al.* (1998) calcularam este parâmetro nos frutos da cultivar Kerman, e obtiveram uma evolução com tendência linear, onde na primeira medição o valor da força de rutura foi de, aproximadamente, 7 $x10^6$ N/m^2, ou seja, 7 MPa, e o valor final obtido de, aproximadamente, 45 $x10^6$ N/m^2 (MPa)[150].

Tal como foi referido anteriormente, estão definidas 3 fases de desenvolvimento do fruto, primeiro a lenhificação da casca, depois o crescimento da semente e, por fim, a separação do cascarão[3]. Isto significa que seria suposto que o máximo de força aplicada seria atingido até ao início do aumento significativo de peso fresco do fruto. Contudo tal não se verificou, observando-se uma sobreposição destas duas fases, como é possível observar na figura 48.

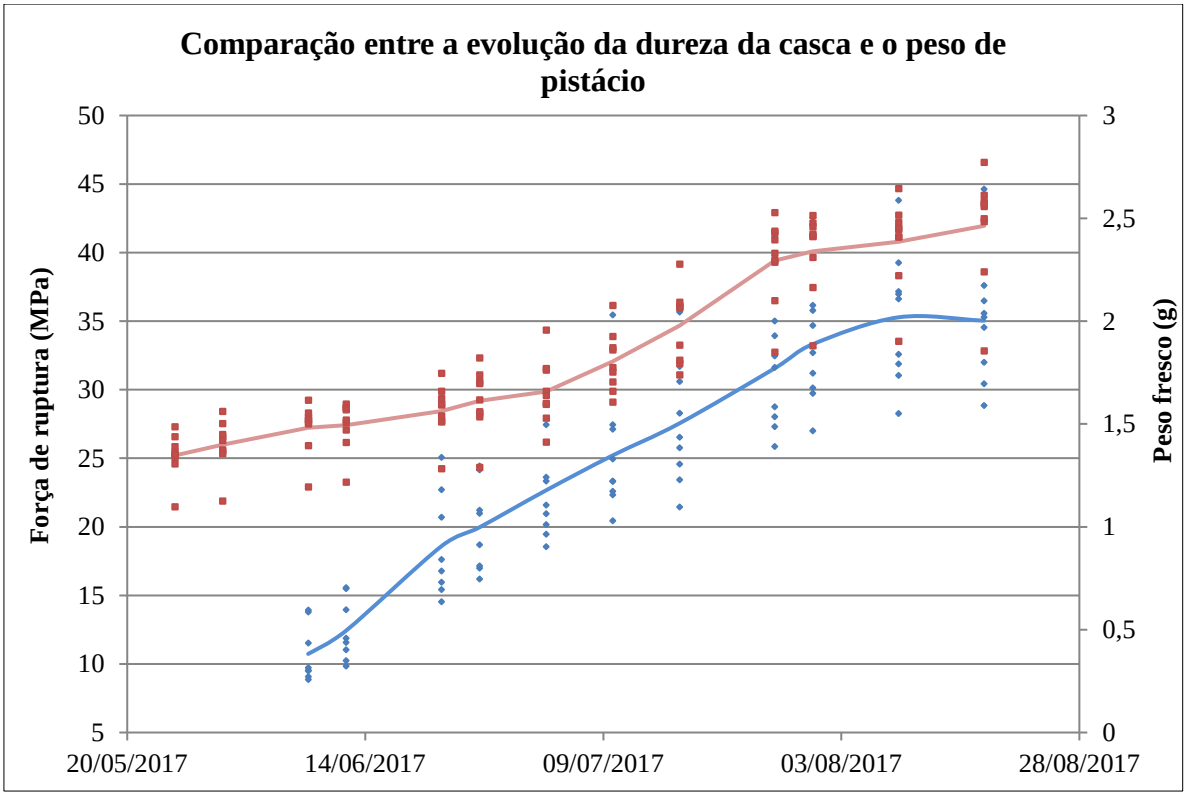

Figura 48 – Força de rutura da casca, em Mega Pascal, e do peso fresco, em gramas, com o objetivo de comparar a evolução de cada parâmetro. A linha azul diz respeito à evolução média da força de rutura da casca e a linha vermelha à evolução média do peso fresco do fruto, reunindo todos os valores de todas as cultivares do estudo.

Os resultados deste estudo estão em concordância com outras investigações realizadas, embora em alguma da bibliografia consultada a abordagem em relação ao desenvolvimento do fruto tenha sido diferente, onde definiram a primeira fase como a de expansão da casca, onde o pistácio atinge o tamanho máximo, a segunda fase como a de endurecimento da casca e, por fim, uma terceira fase onde se dá o crescimento do embrião. Efetivamente, também constataram

que existe uma sobreposição entre o período de lenhificação da casca e o crescimento da semente[107,135,149], tal como sucede neste estudo. Memmi, H. *et al.* (2015) constataram que a semente começa a crescer significativamente a meio do período de endurecimento da casca, além disso esta dureza atinge o seu valor máximo quando o crescimento da semente é de 80%. Já Memmi, H. *et al.* (2014) destacaram que o endurecimento da casca ocorre durante as 3 fases. Ou seja, há ainda algumas contradições relativamente ao momento e sequência em que ocorrem as diferentes fases de desenvolvimento do pistácio. Desta forma sugere-se que haja novos estudos sobre a evolução dos diversos parâmetros ao longo do desenvolvimento do fruto, para assim ser possível definir as fases da evolução de forma coerente.

4.3.3. Influência do porta-enxerto no desenvolvimento do fruto na parcela A

Neste ponto foi também estudada a influência dos porta-enxertos, *P. terebinthus* e *P. atlantica*, no desenvolvimento do fruto, especificamente nos parâmetros peso e dureza da casca, em cada cultivar da parcela A (Anexo 4). Diversos estudos provaram que há influência do porta-enxerto em diversas características do pistacheiro, nomeadamente no vigor, precocidade da produção, estado nutricional, produtividade, qualidade do pistácio, entre outras[3,101,103,127,133,135,147].

Em relação ao peso fresco avaliado, verificou-se diferenças significativas em árvores de igual cultivar em diferentes porta-enxertos apenas nas medições realizadas nos dias 30 de maio (*p-value*=0,0387), 12 de junho (*p-value*=0,0362) e 3 (*p-value*=0,0095) e 10 de julho (*p-value*=0,0496). No Anexo 4, Tabelas A4.2 e A4.3, está apresentada a informação da análise estatística realizada.

No dia 30 de maio apenas as cultivares Larnaka e Aegina apresentaram influência do porta-enxerto nos respetivos pesos do fruto. A primeira cultivar, enxertada em *P. atlantica*, apresentou um peso fresco médio de 1,30g e a enxertada em *P. terebinthus* de 1,44g. Aegina enxertada em *P. terebinthus* (1,45g) apresentou um fruto com menor peso fresco em relação a *P. atlantica* (1,56g). No dia 12 de junho apenas Aegina apresentou diferenças significativas entre árvores enxertadas em porta-enxertos diferentes; em árvores onde o cavalo é *P. terebinthus* o peso fresco de pistácio foi de 1,48g e em *P. atlantica* foi de 1,66g. Na medição de 3 de julho, observou-se diferenças significativas entre porta-enxertos nas cultivares Napoletana, Kerman e Ashoury. Árvores de Napoletana enxertadas em *P. terebinthus* apresentaram ter um peso inferior (1,43g) às enxertadas em *P. atlantica* (1,57g). Em Kerman x

P. atlantica o valor médio de peso fresco foi de 1,54g e em Kerman x *P. terebinthus* foi de 1,74g. Por fim, em Ashoury enxertada em *P. atlantica* o pistácio fresco pesava em média 1,86g e em *P. terebinthus* 2,05g. Na última medição, dia 10 de julho, apenas em Napoletana e Mateur se verificou influência do porta-enxerto no peso fresco de pistácio. Os frutos da Napoletana enxertada em *P. terebinthus* apresentaram valores médios de peso fresco inferiores em relação aos de árvores enxertadas em *P. atlantica*, 1,57g e 1,84g, respetivamente. Em Mateur, os frutos de árvores em *P. terebinthus* foram significativamente menores (1,78g) em relação aos frutos de árvores em *P. atlantica* (1,96g).

Relativamente ao peso seco de pistácio, verificaram-se diferenças significativas nas medições dos dias 12 de junho e 3 de julho, idêntico ao que se verificou para o peso fresco. No Anexo 4, Tabelas A4.5 e A4.6 está apresentada a informação da análise estatística realizada.

No dia 12, apenas Napoletana e Aegina mostraram esta tendência: em Napoletana x *P. terebinthus* o peso seco do fruto foi de 0,41g e em Napoletana x *P. atlantica* de 0,48g e em Aegina x *P. terebinthus* o valor médio de peso seco foi de 0,49g e nas enxertadas em *P. atlantica* foi de 0,54g. Na medição realizada dia 3 de julho verificou-se influência dos porta-enxertos no peso seco do fruto das cultivares Napoletana, Kerman e Ashoury, apresentando uma tendência igual à do peso fresco. Na primeira cultivar, o peso seco do fruto em árvores enxertadas em *P. terebinthus* foi de 0,54g e enxertadas em *P. atlantica* foi de 0,61g. Em Kerman x *P. atlantica* o respetivo valor médio foi 0,59g e em Kerman x *P. terebinthus* foi de 0,68g. Já Ashoury x *P. atlantica* (0,72g) teve um peso seco médio do fruto inferior à enxertada em *P. terebinthus* (0,77g).

Em diversos frutos, como pêssego, uva, pera, entre outros, o seu peso é muito controlado pelo porta-enxerto[143], existindo diversa bibliografia que refere a forma como o porta-enxerto influencia o peso do fruto. Já em pistácio ainda são necessários mais estudos para se tirarem conclusões consistentes.

Rahemi, M. e Tavallali, V. (2007) demonstraram que o desenvolvimento do fruto, especificamente o peso do fruto, é influenciado pelos porta-enxertos *P. vera* e *P. mutica* nas cultivares Kaleh-ghuochi, Owhadi e Ahmad-aghaie. Também conclui que a variabilidade genética entre espécies utilizadas como porta-enxertos pode influenciar o vigor, o rendimento, a deiscência dos frutos, a produção de frutos vazios e o peso de produção de pistácio. Contudo sublinha a necessidade de mais investigações para consolidar os resultados[147].

Memmi, H. *et al.* (2015) encontraram diferenças significativas no peso fresco e seco do fruto da cultivar Kerman enxertada em *P. integerrima*, mas com variações importantes entre anos. As enxertadas em *P. integerrima* apresentaram peso inferior às enxertadas em *P. terebinthus* e *P. atlantica*, sendo esta tendência mais evidente no peso seco que no fresco. Contrariamente, A. Carbonell-Barrachina, H. *et al.* (2015) verificaram que o peso dos frutos da cultivar Kerman x *P. integerrima* foi significativamente diferente (*p-value*<0,05), e inferior, ao de Kerman x *P. terebinthus* e Kerman x *P. atlantica*.

Efetivamente, os estudos sobre a influência do porta-enxerto nas cultivares são escassos e, por vezes, contraditórios. Neste estudo apenas se verificou esta influência no peso seco em duas das medições realizadas e, no peso fresco, em quatro das medições. Assim será necessário aumentar o leque de cultivares e de porta-enxertos, assim como o nº de anos de observações para a obtenção de dados estatisticamente conclusivos.

Relativamente à influência do porta-enxerto utilizado, em cada cultivar, na dureza da casca de pistácio, traduzindo-se em força de rutura, foi verificada interferência em todas as medições realizadas (*p-value*<0,05), exceto na quarta medição, no dia 26 de junho (*p-value*=0,1207). No Anexo 4, Tabelas A4.8 e A4.9, está apresentada a informação da análise estatística realizada.

As cultivares Mateur e Ashoury, enxertadas em *P. terebinthus* e *P. atlantica*, não mostraram ser significativamente diferentes em qualquer das medições realizadas sobre a força de rutura da casca.

No dia 8 de junho registou-se influência significativa do porta-enxerto na dureza da casca dos frutos nas cultivares Avidon e Avdat. Com efeito, os frutos de Avdat x *P. atlantica* (10,92MPa) apresentaram menor dureza que os de Avdat x *P. terebinthus* (12,09MPa). Em Avidon observou-se o contrário, onde frutos de árvores enxertadas em *P. atlantica* (13,13MPa) apresentaram maior dureza que em *P. terebinthus* (17,70MPa).

Na segunda medição, dia 12 de junho, verificou-se a existência da influência do porta-enxerto em duas cultivares, nomeadamente Napoletana e Avidon. Em Napoletana x *P. terebinthus* a dureza da casca foi de 9,15MPa e em Napoletana x *P. atlantica* foi de 10,54MPa. Já em Avidon, frutos de árvores em *P. terebinthus* (14,45MPa) apresentaram menor dureza em relação aos frutos de árvores em *P. atlantica* (16,62MPa).

Na terceira medição (22 de junho), Napoletana enxertada nos dois diferentes porta-enxertos apresentou diferenças significativas na dureza da casca, onde em *P. terebinthus* o valor médio foi de 13,53MPa e em *P. atlantica* foi de 18,53MPa. Também na Avdat se verificou influencia do porta-enxerto, onde frutos de Avdat x *P. atlantica* tiveram um valor de 19,03MPa e de Avdat x *P. terebinthus* um valor médio igual a 22,32MPa.

Na quinta medição (3 de julho), apenas na cultivar Avidon o endurecimento da casca foi influenciado pelo porta-enxerto. Nesta, em árvores em *P. terebinthus* a força de rutura (25,86MPa) foi menor que em *P. atlantica* (29,00MPa).

Na medição seguinte, 10 de julho, o porta-enxerto influenciou significativamente a dureza da casca dos frutos da cultivar Aegina, assim quando enxertada em *P. terebinthus* apresentou um valor de 22,04MPa, menor do que apresentou em *P. atlantica*, 24,63MPa. Já em Avdat o comportamento foi inverso, pois os frutos desta cultivar em *P. atlantica* obtiveram um valor menor, 23,57MPa, em relação aos do *P. terebinthus*, 26,24MPa. Também em Kerman se observou a mesma tendência, em árvores enxertadas em *P atlantica* a dureza da casca foi de 24,65 MPa e em enxertadas em *P. terebinthus* foi de 29,57MPa.

No dia 17 de julho verificou-se que em Napoletana, Kerman e Avidon a dureza da casca do pistácio foi significativamente diferente consoante o porta-enxerto. Frutos de Napoletana x *P. terebinthus* (19,42MPa) apresentaram menor força de rutura que os de Napoletana x *P. atlantica* (23,47MPa). O mesmo aconteceu na cultivar Avidon, onde em *P. terebinthus* foi de 30,51MPa e em *P. atlantica* foi de 32,87MPa. Por fim, em frutos de Kerman x *P. atlantica* (28,89MPa) foi aplicada menos força para a rutura da casca em relação a frutos de Kerman x *P. terebinthus*.

As cultivares Napoletana e Kerman demostraram novamente diferenças significativas, agora na medição de 27 julho. Em Napoletana x *P. terebinthus* o valor da força de rutura aplicada foi 24,64MPa e em Napoletana x *P. atlantica* foi 27,06MPa. Na Kerman, em árvores enxertadas em *P. atlantica* mediu-se uma força de rutura da casca dos frutos de 33,00MPa e em *P. terebinthus* de 37,09MPa.

Na medição realizada dia 31 de julho, a influência do porta-enxerto na força de rutura aplicada aos frutos verificou-se em quatro das cultivares, nomeadamente Napoletana, Larnaka, Avidon e Kerman. O valor da força da rutura na primeira cultivar enxertada em *P. terebinthus* foi de 24,89MPa e em *P. atlantica* foi de 29,11MPa. Já a aplicada em Larnaka x *P. terebinthus* foi de

31,32MPa e em Larnaka x *P. atlantica* foi de 34,01MPa. Na cultivar Avidon x *P. terebinthus* o valor da dureza da força aplicada à casca do respetivo fruto foi de 33,37MPa e em enxertadas em *P. atlantica* foi de 36,00MPa. Por fim, em Kerman x *P. atlantica* o valor da força de rutura foi 34,35MPa e em Kerman x *P. terebinthus* foi 37,26MPa.

Novamente, Avidon e Kerman enxertadas em distintos porta-enxertos demostraram ser significativamente diferentes no que diz respeito ao endurecimento da casca a dia 9 de agosto. Na primeira cultivar em *P. terebinthus* o valor da força de rutura aplicada foi menor que em *P. atlantica*, 35,04MPa e 38,18MPa, respetivamente. Frutos da cultivar Kerman enxertada em *P. atlantica* demonstraram valores menores em relação aos frutos das enxertadas em *P. terebinthus*, onde na primeira foi de 36,55MPa e na segunda de 42,05MPa.

Na última medição realizada, a 18 de agosto, Napoletana x *P. terebinthus* teve um valor de força de rutura de 27,42MPa, significativamente diferente da Napoletana x *P. atlantica*, 30,24MPa. O mesmo foi registado na cultivar Avidon, onde nas árvores enxertadas em *P. terebinthus* teve de se aplicar uma força de rutura da casca de 34,04MPa e em enxertadas em *P. atlantica* de 36,60MPa. Também a cultivar Kerman demonstrou igual influência do porta--enxerto na dureza da casca, nas árvores enxertadas em *P. atlantica* a força máxima aplicada na casca foi de 34,64MPa e em árvores enxertadas em *P. terebinthus* o valor foi de 38,33MPa.

A influência do porta-enxerto na dureza da casca de pistácio foi mais evidente que no seu peso, contudo nada se pode concluir relativamente à ordem de grandeza, maior ou menor força, nem nas árvores enxertadas em *P. atlantica* nem em *P. terebinthus*. Memmi, H. *et al.* (2015) verificaram que não existe influência dos porta-enxertos, especificamente *P. integerrima*, *P. atlantica* e *P. terebinthus*, na dureza da casca da cultivar Kerman. Contrariamente, Carbonell-Barrachina, H. *et al.* (2015) provou que a força de rutura da casca de pistácio de Kerman x *P. integerrima* é significativamente maior que Kerman x *P. terebinthus*, enquanto que as árvores enxertadas em *P. atlantica* apresentam valores similares aos restantes porta-enxertos.

Estes resultados, referentes apenas ao ano 2017, não podem ser extrapolados pelo facto de só representarem um ano de estudo e, como foi possível ver na bibliografia consultada, é necessário prolongar estas observações por mais anos de forma a obterem-se dados mais consistentes e existir a possibilidade de se efetuar um tratamento estatístico mais abrangente.

5. Conclusão

O presente estudo compilou dados sobre a evolução da floração e do fruto de pistácio, e também sobre a influência do porta-enxerto nestes parâmetros.

Em relação aos dados climáticos entre outubro de 2016 e agosto de 2017, verificou-se a existência de um inverno frio, primavera de temperaturas amenas e um verão quente. A humidade relativa e a precipitação não condicionaram o desenvolvimento da cultura e as necessidades em HF e em UC foram satisfeitas. Desta forma é possível afirmar que estes dados favoreceram o desenvolvimento das inflorescências e dos frutos, não apresentando consequências negativas para os vários processos fisiológicos em estudo.

A evolução floral das cultivares da parcela A neste estudo apresentou um adiantamento em relação a estudos anteriores, onde no dia 22 de março, já havia inflorescências em Estado B e C. O pico de floração, ou seja, a recetividade do estigma ao pólen (Estados D e E) ocorreu entre 30 de março e 19 de abril. Houve ligeiras modificações temporais no início e fim de cada estado floral em relação a outros estudos, podendo ser explicadas pelas condições meteorológicas ótimas para a floração do ano 2016 e 2017, levando a uma antecipação desta componente fenológica. Também as condições de cultivo interferem neste parâmetro. É importante salientar a necessidade de acompanhar a floração ao longo de vários anos, para assim se poder ser mais conclusivo.

Este estudo mostrou que há influência do porta-enxerto no desenvolvimento das inflorescências femininas, mas pouco acentuada. Esta influência está provada em muitas outras características da árvore, como vigor, rendimento, precocidade em produção, entre outros. A nível agronómico, a prática mais indicada, em relação a esta influência, seria a utilização de diferentes polinizadores, de modo a garantir a existência de pólen durante a recetividade do estigma.

A cultivar feminina Sirora demonstrou-se promissora em Espanha, caracterizando-se pela floração tardia (depois de Kerman) e por um período de recetividade do estigma curto.

As cultivares masculinas apresentaram também uma antecipação da floração, onde no dia 16 de março já era possível observar inflorescências em estado B, C, D e/ou E. Concluiu-se que, devido às necessidades em HF já satisfeitas e às elevadas temperaturas dos meses março, abril

e maio, houve uma antecipação da floração das cultivares masculinas, em todas as fases, inicio e fim, dos estados fenológicos avaliados. Peter (T-41), Kris, M-1, M-C, Peter-1 e M-B foram as cultivares que apresentaram maior precocidade na emissão de pólen. Já das mais tardias destacam-se Randy, Egino, M-38 e Chaparrillo. O período de emissão de pólen variou entre 29 de março e 24 de abril. Já a sua duração foi entre 9 a 25,67 dias, onde Egino e Randy foram as com menor e Peter (T-41) e Peter-1 as com maior.

Em relação à seleção de polinizadores, as cultivares masculinas M-B, Peter (T-41) e Peter-1 garantiram uma sincronização perfeita com todas as cultivares femininas (ISF=1). Kerman e Sirora foram as cultivares femininas que apresentaram maior número de polinizadores adequados (ISF=1), e Mateur com maior número de polinizadores inadequados (ISF<0,25).

Analisando os dados sobre o acompanhamento da floração, verifica-se que o início e o fim de um dado estado fenológico está estritamente dependente do clima do ano, ainda que todas as cultivares do atual trabalho apresentem uma floração uniforme e regular, entre março e abril. É importante a existência de mais anos de estudo, para assim se obter dados mais fiáveis.

Relativamente ao peso fresco de pistácio, houve um aumento dos valores ao longo da maturação do fruto, seguindo a mesma tendência, uma curva sigmoide. A cultivar Kerman apresentou maior peso final (2,773±0,165g) e Avidon o menor (1,856±0,114g). Já o peso seco, na última medição variou entre 0,867g e 1,153g, correspondendo a Avidon e Kerman, respetivamente. A evolução da força de rutura máxima aplicada na casca de pistácio apresentou uma curva sigmoide, onde na última medição os valores variaram entre 28,83MPa (Napoletana) e 44,63MPa (Ashoury).

Adicionalmente, comparou-se a evolução do peso fresco e dureza da casca. Estão definidas 3 fases de desenvolvimento do fruto, primeiro a lenhificação da casca, depois o crescimento da semente e, por fim, a separação do cascarão. Tal não se verificou, havendo uma sobreposição da evolução destes parâmetros. Alguns estudos já tinham confirmado este facto, assim sugere-se que haja novos estudos sobre a evolução dos diversos parâmetros ao longo do desenvolvimento do fruto, para ser possível definir as fases da evolução de forma coerente.

Por fim, a influência do porta-enxerto *P. terebinthus* e *P. atlantica* no desenvolvimento do fruto foi provada neste trabalho, especificamente em duas medições do peso seco, em quatro do peso fresco e quase todas da força de rutura. Contudo, nada se pôde concluir relativamente à ordem

de grandeza, maior ou menor peso ou força. Também são escassos os estudos existentes e, por vezes, são contraditórios. Assim, será necessário aumentar o leque de cultivares e de porta-enxertos, assim como o nº de anos de observações para a obtenção de dados estatisticamente conclusivos.

Em suma, todos os dados obtidos, relativos apenas ao ano 2017, não podem ser extrapolados pelo facto de só representarem um ano de estudo e, como foi possível ver na bibliografia consultada, é necessário prolongar estas observações por mais anos de forma a obterem-se dados mais consistentes e existir a possibilidade de se efetuar um tratamento estatístico mais abrangente.

6. Bibliografia

1. IRIAF - Castilla-La Mancha. Available at: http://iriaf.castillalamancha.es/. (Accessed: 15th August 2017)
2. Centro Investigación Agroambiental El Chaparrillo. Available at: http://pagina.jccm.es/agricul/chaparrillo/chaparrillo.htm. (Accessed: 15th August 2017)
3. López, J. F. C. *et al. El cultivo del pistacho*. (Mundi-Prensa, 2013).
4. Euromonitor International. Export market development report : pistachios in Spain. *Passport* (2016).
5. Al-Saghir, M. G. Evolutionary history of the genus *Pistacia* (*Anacardiaceae*). *Int. J. Bot.* **5 (3),** 255–257 (2009).
6. Harandi, F. O. & Ghaffari, M. Chromosome studies on Pistachio (*Pistacia vera* L.) from Iran. *Cah. Options Mediterr.* **56,** 35–40 (2001).
7. Ferguson, L., Polito, V. & Kallsen, C. The pistachio tree; botany and physiology and factors that affect yield. in *Pistachio Production Manual* 31–39 (Univ of California - Agriculture & Natural Resources, 2005).
8. Golan-Goldhirsh, A. Bridging the gap between ethnobotany and biotechnology of *Pistacia*. *Isr. J. Plant Sci.* **57,** 65–78 (2009).
9. Kozhoridze, G., Orlovsky, N., Orlovsky, L., Blumberg, D. G. & Golan-Goldhirsh, A. Geographic distribution and migration pathways of *Pistacia* - present, past and future. *Ecography (Cop.).* 38, 1141–1154 (2015).
10. FAO. Production/Yield quantities of Pistachios in World. (2014). Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize. (Accessed: 15th May 2017)
11. FAO. Area harvested of Pistachios in World (ha). (2014). Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize. (Accessed: 12th May 2017)
12. FAO. Production quantities of Pistachios in World (tonnes). (2014). Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. (Accessed: 12th May 2017)
13. FAOSTAT. Production quantities of Pistachios in world (tonnes). (2016). Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. (Accessed: 2nd February 2018)
14. Zheng, Z., Saghaian, S. & Reed, M. Factors affecting the export demand for U.S. Pistachios. *Int. Food Agribus. Manag.* 15, 139–154 (2012).
15. International Nut and Dried Fruit Council Foundation (INC). Nuts & Dried Fruits (Global statistical review, 2015/2016). 42–45 (2016).

16. FAO. Trade, crops and livestock products - Pistachio. (2013). Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP/visualize. (Accessed: 15th May 2017)
17. Medina, A. EU-28 Tree Nuts Annual. *USDA* 1–21 (2016).
18. MH, K. K. & Urutyan, V. E. Global pistachio production and marketing challenges. *Acta Hortic.* 963, 133–141 (2012).
19. International Nut & Dried Fruit Council. INC Global Statistical Review. 76 S. (2015).
20. Ozden-Tokatli, Y., Akdemir, H., Tilkat, E. & Onay, A. Current status and conservation of *Pistacia* germplasm. *Biotechnol. Adv.* 28, 130–141 (2010).
21. Parfitt, D. E. & Badenes, M. L. Phylogeny of the genus *Pistacia* as determined from analysis of the chloroplast genome. *Evolution (N. Y).* 94, 7987–7992 (1997).
22. AL-Saghir, M. G., Porter, D. M. & Nilsen, E. T. Leaf anatomy of *Pistacia* species (*Anacardiaceae*). *J. Biol. Sci.* 6, 242–244 (2006).
23. Karimi, H. R. & Kafkas, S. Genetic relationships among *Pistacia* species studied by SAMPL markers. *Plant Syst. Evol.* 297, 207–212 (2011).
24. AL-Saghir, M. G. Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* (*Anacardiaceae*). (Virginia Polytechnic Institute, 2006).
25. Editora, P. *Dicionário de sinónimos*. (2008).
26. Ferguson, L. & Haviland, D. *Pistachio Production Manual*. (University of California, Agriculture and Natural Resources, 2016).
27. Arzani, K., Ghasemi, M., Yadollahi, A. & Hokmabadi, H. Study of foliar epidermal anatomy of four pistachio rootstocks under water stress. *IDESIA (Chile)* 31, 101–107 (2013).
28. Villaseñor, J. G. Comportamiento varietal del Pistachero (*Pistacia vera* L.) y respuesta agronómica del portainjerto autóctono *Pistacia terebinthus* L. en Castilla-La Mancha. (Univesidad Politécnica de Madrid, 2011).
29. Onay, A. In vitro organogenesis and embryogenesis of pistachio, *Pistacia vera* L. (University of Edinburgh, 1996).
30. Padulosi, S. & Hadj-Hassan, A. Towards a comprehensive documentation and use of Pistacia genetic diversity in Central and West Asia, North Africa and Europe. in *International Plant Genetic Resources Instit.* 1–92 (IPGRI, 2001).
31. Lacasta, C., Vadillo, J. R., Gómez, G. & Couceiro, F. J. El pistachero I: Estudio de variedades en secano y en manejo ecológico. *Agroecología* 1497–1512 (2004).
32. Acar, I. & Eti, S. Effect of pistil receptivity, pollen mixtures, and pollen application

distances on fruit set of pistachios (*Pistacia vera*). *New Zeal. J. Crop Hortic. Sci.* 36, 295–300 (2008).

33. Buffa, R. *et al.* Phenological and morphological studies of *Pistacia terebinthus* L. genotypes native of Bulgaria with different asset of tree sexuality. *Acta Hortic.* 825, 63–70 (2009).
34. Hormaza, J. I. & Polito, V. S. Pistillate and staminate flower development in dioecious *Pistacia vera* (*Anacardiaceae*). *Am. J. Bot.* 83, 759–766 (1996).
35. Velasco-Jiménez, M. J., Arenas, M., Alcázar, P., Galán, C. & Domínguez-Vilches, E. Aerobiological and phenological study of Pistacia in Córdoba city (Spain). *Sci. Total Environ.* 505, 1036–1042 (2015).
36. Editor, S. & Kole, C. *Genome mapping and molecular breeding in plants. Vol. 4. Fruits and nuts.* (2007). doi:10.1007/978-3-540-34533-6
37. Polito, V. S., Pinney, K. Endocarp Dehiscence in Pistachio (*Pistacia vera* L.). International Journal of Plant Sciences, 160, 827–835 (2015).
38. Guerrero, J., Moriana, A., Lopes, J. F., Mendiola, M. Á. & Gijón, M. C. El Pistachero: elección de variedad y portainjerto en Castilla-La Mancha. *Frutic. Prof.* 150, 5–24 (2005).
39. Martínez-Pallé, E. & Aronne, G. Reproductive cycle of *Pistacia lentiscus* (*Anacardiaceae*) in Southern Italy. *Plant Biosyst. - An Int. J. Deal. with all Asp. Plant Biol.* 134, 365–371 (2000).
40. Centro Agrario El Chaparrillo. Breve y sencilla guía para el establecimiento de una plantación de pistacheros. *Cons. Agric.* (2002).
41. Robinson, B. Pistachios. in *A Handbook for Farmers and Investors* 436–443 (1998).
42. Hadj-Hassan, A. & Ferguson, L. Chilling requirements of pistachio. *J. Damascus Univ. Agric. Sci.* 20, 45–72 (2004).
43. Centro Agrario El Chaparrillo. La adaptación del pistachero en las dos Castillas. *Cons. Agric. y Desarro. Rural* 16–20 (2010).
44. Zhang, J. & Taylor, C. The dynamic model provides the best description of the chill process on 'Sirora' pistachio trees in Australia. *HortScience* 46, 420–425 (2011).
45. Rahemi, M. & Pakkish, Z. Determination of chilling and heat requirements of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Agric. Sci. China* 8, 803–807 (2009).
46. Afshari, H., Tajabadipour, A., Hokmabadi, H. & Mogdhadam, M. M. Determining the chilling requirements of four pistachio cultivars in Semnan province (Iran). *African J.*

Agric. Res. 4, 55–59 (2009).

47. IPGRI. Descriptors for pistachio *(Pistacia vera L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome,* 1997.
48. Soni Joshi, R. R. Implications of Changing Climate on Productivity of Temperate Fruit Crops with Special Reference to Apple. *J. Hortic.* **2,** (2015).
49. Küden, A. B., Kaska, N., Tanriver, E. & Ak, B. E. Determining the chilling requirements and growing degree hours of some pistachio nut cultivars and regions. *Acta Horticulturae* 419, 85–90 (1995).
50. Fichtner, E. J. The 2016 pistachio bloom: Chilling hour accumulation, anticipated bloom time, and pollination. *California Pistachio Research Board* (2016).
51. Zhang, J., Ranford, T. & Taylor, C. Heat model for pistachio bloom and harvest. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 186, 47–53 (2015).
52. Guo, L. *et al.* Chilling and heat requirements for flowering in temperate fruit trees. *Int. J. Biometeorol.* 58, 1195–1206 (2014).
53. Couceiro, J. F., Coronado, J. M. & Mendiola, M. A. Current situation of research into the pistachio tree (*Pistacia vera* L.) in the region of Castilla-La Mancha (Spain). *Cah. Options Mediterr.* 233, 225–233 (1998).
54. Afshari, H., Hokmabadi, H., Ebadi, A. & Laee, G. Measurement of chemical and non-chemical parameters of three native pistachio cultivars of Damghan region (Iran) for studying spring frost. *Asian J. Chem.* 22, 2356–2366 (2010).
55. Villaseñor, J. G., López, M. C. G., Elvira, A. M., Rincón, A. Ri. & López, J. F. C. El pistachero en Castilla-La Mancha. Primeros resultados (y 2). El cultivo en secano. *Frutic. Prof.* 173, 36–45 (2008).
56. Katsiotis, A., Hagidimitriou, M., Drossou, A., Pontikis, C. & Loukas, M. Genetic relationships among species and cultivars of *Pistacia* using RAPDs and AFLPs. *Euphytica* 132, 279–286 (2003).
57. Ak, B. E. & Turker, S. Effects of different rootstocks on phenological stages and vegetative growth of some pistachio cultivars. *Acta Hortic.* 726, 208–213 (2006).
58. Tous, J. & Ferguson, L. Mediterranean fruits. *Prog. new Crop.* 7–8 (1996).
59. Kanber, R., Yazar, A., Önder, S. & Köksal, H. Irrigation response of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Irrig. Sci.* 14, 7–14 (1993).
60. Razavi, S. Pistachio production : Iran vs the world. *Options Mediterr.* 279, 275–279 (2010).

61. Javanshah, A. Global warming affected some morphological characters of pistachio trees (*Pistacia vera* L.). *African J. Agric. Res.* 5, 3394–3401 (2010).
62. Cleland, E. E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H. A. & Schwartz, M. D. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends Ecol. Evol.* 22, 357–365 (2007).
63. Cline, M. G. Apical Dominance. *Bot. Rev.* 57, 318–358 (1991).
64. Okay, Y., Güneş, N. T., Köksal, A. İ., Köroğlu, M. & Alagöz, R. The effects of pruning and fertilization applications on yield and some fruit characteristics of pistachio nuts (*Pistacia vera* L.). *African J. Agric. Res.* 5, 3417–3426 (2010).
65. Spann, T. M., Beede, R. H. & Dejong, T. M. Preformation in vegetative buds of pistachio (*Pistacia vera*): relationship to shoot morphology, crown structure and rootstock vigor. *Tree Physiol.* 27, 1189–1196 (2007).
66. Cutler, K. D. & Garden, B. B. *Pruning trees, shrubs & vines*. (Brooklyn Botanic Garden, 2003).
67. Fereres, E. Fruit trees and vines. in *Crop Yield Response to Water* 66, 414–429 (2012).
68. Holtz, B., Ferguson, L., Parfitt, D., Allen, G. & Radoicich, R. Rootstock production and budding. in *Pistachio Production Manual* 74–79 (2005).
69. Geisel, P. M. & Beede, R. H. Pistachio : Calendar of operations for home gardeners. *8147* 1–5 (2004).
70. Golan-Goldhirsh, A., Peri, I., Birk, Y. & Smirnoff, P. Inflorescence bud proteins of *Pistacia vera*. *Trees - Struct. Funct.* 12, 415–419 (1998).
71. Behboodi, B. S. Cytohistological study of vegetative and reproductive meristems of male and female pistachio trees (*Pistacia vera*, cv. 'Ohadi'). *Acta Hortic.* 591, 417–422 (2002).
72. Mila, a L., Driever, G. F., Morgan, D. P. & Michailides, T. J. Effects of latent infection, temperature, precipitation, and irrigation on panicle and shoot blight of pistachio in California. *Phytopathology* 95, 926–32 (2005).
73. Lacasta, C., Vadillo, J. R., Mayo, F. & Couceiro, J. F. El pistachero II: Estudio fenológico y económico. *VI Congr. SEAE* (2004).
74. Vaknin, Y. Effects of immaturity on productivity and nut quality in pistachio (*Pistacia vera* L.). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 81, 593–598 (2006).
75. Guerrero, J. *et al.* Phenological behavior of two new male cultivars of pistachio (*Pistacia vera* L.): 'Chaparrillo' and 'Guerrero'. *Acta Hortic.* 1028, 297–302 (2014).
76. Chelli Chaabouni, A., Ghrab, M. & Ben Mimoun, M. Assessment of some reproductive

traits of male pistachio genotypes in Tunisia. *Acta Hortic.* 1028, 307–312 (2014).

77. Acar, I. & Eti, S. Abscission of pistachio flowers and fruits as affected by different pollinators. *Pakistan J. Biol. Sci.* 10, 2920–2924 (2007).
78. Kamiab, F., Vesvaei, A. & Panahi, B. Male performance in pistachio (*Pistacia vera* L.). *Acta Hortic.* 726, 133–138 (2006).
79. Ghrab, M., Mimoun, M. Ben, Triki, H. & Gouta, H. Evaluation of the performance of seventeen male pistachio-tree specimens. *Acta Hortic.* 591, 473–477 (2002).
80. Avanzato, D., Vaccaro, A. & Bevilacqua, D. A short review of nut industry in EU. *Acta Hortic.* 825, 41–48 (2009).
81. Beede, R. H., Brown, P. H., Kallsen, C. & Weinbaum, S. A. Diagnosing and Correcting Nutrient Deficiencies. in *Pistachio Production Manual* 147–157 (2005).
82. Polito, V. Seedlessness and parthenocarpy in *Pistacia vera* L. (*Anacardiaceae*): temporal changes in patterns of vascular transport to ovules. *Ann. Bot.* 83, 363–368 (1999).
83. Bowringt, A. & Zhang, J. Pistachio nut maturity and its prediction. *Aust. Nutgrow.* 16–18 (2005).
84. Panahi, B. & Khezri, M. Effect of harvesting time on nut quality of pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 129, 730–734 (2011).
85. Ferguson, L., Kadel, A. & Thompson, J. Harvesting, transporting, processing and grading. *Pist. Prod. Man.* 164–169 (2005).
86. Couceiro, J. F. *et al.* Pistacho ecológico: el oro verde. *La fertilidad de la tierra: revista de agricultura ecológica* 32, 22–26 (2008).
87. Pazouki, L. *et al.* Genetic diversity and relationships among *Pistacia* species and cultivars. *Conserv. Genet.* 11, 311–318 (2010).
88. Parfitt, D., Kallsen, C. & Maranto, J. Pistachio cultivars. in *Pistachio Production Manual* 62–66 (2005).
89. Sheibani, A. Pistachio production in Iran. *Acta Hortic.* 419, 165–168 (1995).
90. Safarnejad, A. Characterization of different *Pistacia vera* varieties in Khorasan province of Iran. *Int. J. Adv. Biol. Res.* 2, 636–640 (2012).
91. Karaca, R. & A, N. Quality characteristics of turkish and iranian pistachio cultivars grown in Gaziantep. *Acta Hortic.* 419, 307–312 (1995).
92. Kallsen, C. E., Parfitt, D. E., Maranto, J. & Holtz, B. A. New pistachio varieties show promise for California cultivation. *Calif. Agric.* 63, 18–23 (2009).
93. California Pistachio Research Board. Guidelines for California pistachio growers. in

Good Agricultural Practices Manual 3–10 (2009).

94. Palma, L. de. Photosynthetic characteristics of six pistachio cultivars. *Cah. Options Mediterr.* 33, 45–49 (1998).
95. Al-Nabelsi, G. Pistachio production, technology, problems and research project in Syria. *Acta Hortic.* 419, 189–193 (1995).
96. Abidi, W. Pomological and physical attributes of pistachio (*Pistacia vera* L.) varieties grown in west-central Tunisia. *J. New Sci. Agric. Biotechnol.* 28, 1582–1588 (2016).
97. Euromonitor International. Export market development report : pistachios in Australia. *Passport* (2016).
98. Klonsky, K. & Blank, S. C. Economic considerations in pistachio production. *Pistachio Production Manual*, 1–7 (2005).
99. Barone, E., La Mantia, M., Marra, F. P., Motisi, A. & Sottile, F. Manipulation of the vegetative and reproductive cycle of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Options Mediterranéennes* 63, 355–363 (2005).
100. Roosta, H. R. & Mohammadi, Z. Improvement of some nut quality factors by manure, ammonium, and iron application in alkaline soil pistachio orchards. *J. Plant Nutr.* 36, 691–701 (2013).
101. Kaska, N., Nikpeyma, Y. & Kafkas, S. Interactions between pistachio rootstock and cultivar in K. Maras/Turkey - preliminary results. *Acta Hortic.* 591, 67–71 (2002).
102. Pandolfini, T. Seedless fruit production by hormonal regulation of fruit set. *Nutrients* 1, 168–177 (2009).
103. Kouhbanani, M. A., Tajabadipour, A. & Dehali, D. A. The Evaluation of three commercial pistachio cultivars on UCB1-hybride rootstock under field conditions. *J. Nuts* **7,** 109–118 (2016).
104. Ferguson, L., Sanden, B., Grattan, S., Epstein, L. & Krueger, B. Pistachio rootstocks. *Pistachio Production Manual* 67–73 (2005).
105. Montserrat-Martí, G. & Pérez-Rontomé, C. Fruit growth dynamics and their effects on the phenological pattern of native *Pistacia* populations in NE Spain. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants* 197, 161–174 (2002).
106. Polito, V. S. & Pinney, K. Endocarp dehiscence in pistachio (*Pistacia vera* L.). *Int. J. Plant Sci.* 160, 827–835 (1999).
107. Memmi, H., Gijón, M. C., Couceiro, J. F. & Pérez-López, D. Water stress thresholds for regulated deficit irrigation in pistachio trees: Rootstock influence and effects on yield

quality. *Agric. Water Manag.* 164, 58–72 (2015).

108. Vargas, F. J., Romero, M. A. & Vargas, I. Flowering precocity in pistachio progenies. *Acta Hortic.* 591, 297–303 (2002).
109. Arpaci, S. *et al.* Comparison of growing of pistachio rootstocks on different planting intervals. *Acta* 1028, 313–318 (2014).
110. Rosenstock, T. S., Rosa, U. A., Plant, R. E. & Brown, P. H. A reevaluation of alternate bearing in pistachio. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 124, 149–152 (2010).
111. Tsantili, E. *et al.* Physical, compositional and sensory differences in nuts among pistachio (*Pistacia vera* L.) varieties. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 125, 562–568 (2010).
112. Rabadán, A., Pardo, J. E., Gómez, R., Alvarruiz, A. & Álvarez-Ortí, M. Usefulness of physical parameters for pistachio cultivar differentiation. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 222, 7–11 (2017).
113. Barone, E., Marra, F. P. The pistachio industry in Italy: current situation and perspectives. 1–11 (1996).
114. Vargas, F. J. & Romero, M. A. Vigour and juvenile stage in pistachio progenies. *Options Mediterr.* 111, 105–111 (1998).
115. Zhang, J. & Joyce, C. A study on climate factors on 'Sirora' pistachio nut size. *Acta Hortic.* 912, 129–136 (2011).
116. Chao, C. T. & Parfitt, D. E. Genetic analyses of phenological traits of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Euphytica* 129, 345–349 (2003).
117. Vargas, F. J., Romero, M. A. & Clavé, J. Nursery behaviour of pistachio rootstocks. *Acta Hortic.* 470, 231–236 (1998).
118. Benhassaini, H., Fetati, A., Hocine, A. K. & Belkhodja, M. Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 16, 159–165 (2012).
119. Talebi, M., Kazemi, M. & Sayed-Tabatabaei, B. E. Molecular diversity and phylogenetic relationships of *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica* subsp. *mutica* and *Pistacia khinjuk* using SRAP markers. *Biochem. Syst. Ecol.* 44, 179–185 (2012).
120. Gijón, M. del C. *et al.* Rootstock influences the response of pistachio (*Pistacia vera* L. cv. Kerman) to water stress and rehydration. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 125, 666–671 (2010).
121. Kafkas, S. & Perl-Treves, R. Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia*

species in Turkey. *Theor. Appl. Genet.* 102, 908–915 (2001).

122. Guerrero, J., Couceiro, J. F., Gijón, M. C., Moriana, A. & Rivero, A. El injerto de yema en *Pistacia terebinthus* L. como portainjerto del pistachero (*Pistacia vera* L.). La influencia del vigor y la procedencia. *Frutic. Prof.* 169, 48–54 (2007).
123. *Pistacia terebinthus* L. *Flora on* Available at: http://flora-on.pt/#/1Pistacia+terebinthus. (Accessed: 25th August 2017)
124. Gijón, M. C., Guerrero, J., Couceiro, J. F. & Moriana, A. Deficit irrigation without reducing yield or nut splitting in pistachio (*Pistacia vera* cv. Kerman on *Pistacia terebinthus* L.). *Agric. Water Manag.* 96, 12–22 (2009).
125. Villaseñor, J. G., Elvira, A. M. & López, J. C. La operación de injerto en Pistachero (*Pistacia vera* L.) condicionantes en Castilla-La Mancha. *Frutic. Prof.* 140, 41–53 (2004).
126. Villaseñor, J. G., Elvira, A. M. & López, J. F. C. El pistachero en Castilla-La Mancha. Primeros resultados (I). *Frutic. Prof.* 135, 23–38 (2003).
127. Brown, P. H., Zhang, Q. & Ferguson, L. Influence of rootstock on nutrient acquisition by pistachio. *J. Plant Nutr.* 17, 1137–1148 (1994).
128. Kallsen, C. E. & Parfitt, D. E. Comparisons of scion/rootstock growth rates among U.S. pistachio cultivars. *HortScience* 46, 197–200 (2011).
129. Chelli-salinity, A. *et al.* In vitro salinity tolerance of two pistachio rootstocks : *Pistacia vera* L. and *P. atlantica* Desf. *Environ. Exp. Bot.* 69, 302–312 (2010).
130. Karimi, H. R., Zamani, Z., Ebadi, A. & Fatahi, M. R. Morphological diversity of *Pistacia* species in Iran. *Genet. Resour. Crop Evol.* 56, 561–571 (2009).
131. Lefi, E. & S., B. H. Effects of salt stress on plant water status, leaf gas exchanges and chlorophyll fluorescence of *Pistacia atlantica* Desf . versus *Pistacia vera* L. *Int. J. Agron. Agric. Res.* 5, 64–77 (2014).
132. Stamler, R. A. *et al.* First report of Rhodococcus isolates causing pistachio bushy top syndrome on 'UCB-1' rootstock in California and Arizona. *Plant Dis.* **99,** 1468–1477 (2015).
133. Atli, H. S. & Kaska, N. Pistachio rootstock breeding by crossing *Pistacia vera* L. and *Pistacia Khinjuk* stocks. *Acta Hortic.* 83–89 (2002).
134. Ferguson, L., Beede, R., Reyes, H. & Metheney, P. California pistachio rootstock trials: 1989-2000. 110–116 (2000).
135. Carbonell-Barrachina, Á. A. *et al.* Quality attributes of pistachio nuts as affected by

rootstock and deficit irrigation. *J. Sci. Food Agric.* 95, 2866–2873 (2015).

136. Barone, E., Sottile, F., Palazzolo, E. & Caruso, T. Effect of rootstock on trunk growth and foliar mineral content in cv Bianca pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. *Acta Hortic.* 470, 394–401 (1998).
137. Nadernejad, N., Ahmadimoghadam, A., Hossyinifard, J. & Poorseyedi, S. Effect of different rootstocks on PAL activity and phenolic compounds in flowers, leaves, hulls and kernels of three pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Trees - Struct. Funct.* 27, 1681–1689 (2013).
138. Cárdenas, E. G. & Rayego, J. L. G. *Elementos del medio natural en la provincia de Ciudad Real: libro guía de las excursiones de las XII Jornadas de Campo de Geografía Física*. (Universidad de Castilla-La Mancha, 1997).
139. Servicio Integral de Asesoramiento al Regante de Castilla-La Mancha. Estaciones agroclimáticas. Available at: http://crea.uclm.es/siar/estaciones/. (Accessed: 15th September 2017)
140. Tunc, E., Celik, M. A. & Gulersoy, A. E. Investigation of the phenology of pistachio (*Pistacia vera* L.) on different soil types using MODIS NDVI data. *Int. Sci. Res.* **2,** 231–237 (2013).
141. Elloumi, O., Ghrab, M., Kessentini, H. & Ben Mimoun, M. Chilling accumulation effects on performance of pistachio trees cv. Mateur in dry and warm area climate. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 159, 80–87 (2013).
142. Cesaraccio, C., Spano, D., Snyder, R. L. & Duce, P. Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agric. For. Meteorol.* 126, 1–13 (2004).
143. Koepke, T. & Dhingra, A. Rootstock scion somatogenetic interactions in perennial composite plants. *Plant Cell Rep.* 32, 1321–1337 (2013).
144. Warschefsky, E. J. *et al.* Rootstocks: Diversity, Domestication, and Impacts on Shoot Phenotypes. *Trends in Plant Science* 21, 418–437 (2016).
145. Pope, K. S., Brown, P. H., Dose, V., Da Silva, D. & DeJong, T. M. Yield potential analysis to model dormancy requirements in pistachio. *Acta Hortic.* 1028, 103–106 (2014).
146. Parfitt, D. E., Kallsen, C. E., Holtz, B. & Maranto, J. 'Lost Hills': A new pistachio cultivar. *HortScience* 43, 247–249 (2008).
147. Rahemi, M. & Tavallali, V. Effects of rootstock on Iranian pistachio scion cultivars. *Fruits* 62, 317–323 (2007).

148. Lovatt, C. J. & Zheng, Y. Use of plant bioregulators to stimulate embryo growth and loosen fruit to increase split nut yield of pistachio. *Acta Hortic.* 884, 549–558 (2010).
149. Memmi, H., Gijón, M. C., Guerrero, J., Couceiro, J. F. & Pérez-López, D. Characterization of pistachio fruit growth stages as a base for irrigation scheduling. *Acta Hortic.* 1028, 381–384 (2014).
150. Fabbri, A., Ferguson, L., Polito, V. S. Crop load related deformity of developing *Pistacia vera* cv. 'Kerman' nuts. *Sci. Hortic. (Amsterdam).* 77, 219–234 (1998).

7. Anexos

Anexo 1 – Cultivares femininas da parcela A

Tabela A1.1 – Dados sobre o início e fim de cada estado fenológico, nas oito cultivares, estando apresentado o número de amostras (n), a média do dia juliano que marca cada fase e o respetivo desvio padrão. A cor cinzenta estão apresentados os dados das fases que não foram tidas em conta, devido à falta de observações anteriores.

Cultivar	Fases	n	Média	Desvio padrão
Aegina	B_f	0		
	C_i	12	81	0
	C_f	12	89	0
	D_i	12	89	0
	D_f	12	95,17	1,34
	E_i	12	93,67	0,98
	E_f	12	104	0
	F_i	12	101,67	0,78
Ashoury	B_f	6	81	0
	C_i	12	81	0
	C_f	12	92	2,76
	D_i	12	92	1,81
	D_f	12	98	1,48
	E_i	12	96,92	1,24
	E_f	12	103,83	0,58
	F_i	12	102,17	0,58
Avdat	B_f	6	82,33	3,27
	C_i	12	81	0
	C_f	12	95,17	1,34
	D_i	12	93	0
	D_f	12	98,75	1,54
	E_i	12	98,75	1,54
	E_f	12	104,25	0,87
	F_i	12	102,33	0,78
Avidon	B_f	10	89	0
	C_i	10	85,8	4,13
	C_f	10	94,8	0,63
	D_i	10	93,2	0,63
	D_f	10	97,6	1,26
	E_i	10	98	1,83
	E_f	10	104,3	0,95
	F_i	10	102,6	0,97
Kerman	B_f	12	91,67	1,97
	C_i	12	89	0
	C_f	12	101,33	0,98
	D_i	12	99,5	1,17
	D_f	12	104	0
	E_i	12	104	1,65
	E_f	12	109	0
	F_i	12	107,5	0,9
Larnaka	B_f	0		
	C_i	12	81	0
	C_f	12	95,67	1,78
	D_i	12	93	0
	D_f	12	100	0
	E_i	12	100	0
	E_f	12	105,5	1,57
	F_i	12	103,5	0,9

Mateur	B_f	0		
	C_i	12	81	0
	C_f	12	89,67	1,56
	D_i	12	89	0
	D_f	12	97,5	1,17
	E_i	12	94,5	0,9
	E_f	12	103,67	0,78
	F_i	12	102,17	0,58
Napoletana	B_f	6	81	0
	C_i	12	81	0
	C_f	12	93,5	1,93
	D_i	12	92,67	1,15
	D_f	12	98,17	2,21
	E_i	12	97,67	2,06
	E_f	12	105,17	2,21
	F_i	12	102,83	1,03

Tabela A1.2 – Resultados da duração dos estados fenológicos C, D e E nas oito cultivares femininas, estando apresentados o número de amostras (n), a média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão (DP).

		Estado C	**Estado D**	**Estado E**
Aegina	**n**	12	12	12
	Média	8	6,17	10,33
	DP	0	1,34	0,98
Ashoury	**n**	12	12	12
	Média	11	6	6,92
	DP	2,76	1,81	1,38
Avdat	**n**	12	12	12
	Média	14,17	5,75	5,5
	DP	1,34	1,54	1,57
Avidon	**n**	10	10	10
	Média	9	4,4	6,3
	DP	3,92	0,97	2,21
Kerman	**n**	12	12	12
	Média	12,33	4,5	5
	DP	0,98	1,17	1,65
Larnaka	**n**	12	12	12
	Média	14,67	7	5,5
	DP	1,78	0	1,57
Mateur	**n**	12	12	12
	Média	8,67	8,5	9,17
	DP	1,56	1,17	1,03
Napoletana	**n**	12	12	12
	Média	12,5	5,5	7,5
	DP	1,93	1,57	1,17

Tabela A1.3 – Apresentação dos valores da análise estatística, obtidos através do *método LSD Fisher*. Estes dizem respeito aos de entre cultivares, porta-enxertos (PE) e interação entre estas duas variáveis, sobre o início e fim de cada estado fenológico avaliado, estando apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value*.

Estado fenológico		**n**	**GL**	**F**	***p-value***
B_f	Cultivar	40	4	68.27	<0,0001
	Porta-enxerto		3	0.37	0,7772
	Cultivar*PE		8	0.72	0,6727
C_i	Cultivar	94	7	81,64	<0,0001
	Porta-enxerto		3	2,45	0,0721
	Cultivar*PE		21	2,09	0,0130
C_f	Cultivar	94	7	141,16	<0,0001
	Porta-enxerto		3	3,32	0,0254
	Cultivar*PE		21	4,63	<0,0001
D_i	Cultivar	94	7	409,09	<0,0001
	Porta-enxerto		3	10,63	<0,0001
	Cultivar*PE		21	6,03	<0,0001
D_f	Cultivar	94	7	57,14	<0,0001
	Porta-enxerto		3	3,09	0,0334
	Cultivar*PE		21	2,12	0,0120
E_i	Cultivar	94	7	108,68	<0,0001
	Porta-enxerto		3	5,73	0,0016
	Cultivar*PE		21	3,31	0,0001
E_f	Cultivar	94	7	47,28	<0,0001
	Porta-enxerto		3	3,88	0,0132
	Cultivar*PE		21	3,10	0,0003
F_i	Cultivar	94	7	68,94	<0,0001
	Porta-enxerto		3	1,52	0,2169
	Cultivar*PE		21	1,49	0,1158

Tabela A1.4 – Resultados do início e fim de cada estado fenológico em oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando apresentado o número de amostras (n), média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão (DP). A cor cinzenta estão representadas as fases nas quais não foi possível discutir os resultados, devido à falta de dados anteriores ao primeiro dia de observações. Valores com a mesma letra em cada fase fenológica significam que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*.

Cultivar	**Porta--enxerto**		**B_f**	**C_i**	**C_f**	**D_i**	**D_f**	**E_i**	**E_f**	**F_i**
Aegina	*P. terebinthus*	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	95,67**b**	94,33**ab**	104**abc**	101,**3a3**
		DP		0	0	0	1,15	1,15	0	1,15
	P. atlantica	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	93,67**a**	93**a**	104**abc**	102**abc**
		DP		0	0	0	1,15	0	0	0
	P. integerrima	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	95,67**b**	94,33**ab**	104**abc**	101,33**a**
		DP		0	0	0	1,15	1,15	0	1,15
	P. vera	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	95,67**b**	93**a**	104**abc**	102**abc**
		DP		0	0	0	1,15	0	0	0
Ashoury	*P. terebinthus*	**n**	2	3	3	3	3	3	3	3
		Média	81	81	90,33**ab**	93**c**	98**cd**	95,67**bcd**	104 **abc**	102**abc**
		DP	0	0	2,31	0	1,73	1,15	0	0
	P. atlantica	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	81	81	95**ef**	93**c**	99**de**	97**de**	104 **abc**	102,67**bc**
		DP	0	0	0	0	1,73	0	0	1,15
		n	1	3	3	3	3	3	3	3

	P. integerrima	**Média**	81	81	93,67**de**	93**c**	98**cd**	98**ef**	104**abc**	102**abc**
		DP	0	0	1,15	0	1,73	1,73	0	0
	P. vera	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	97**bc**	97**de**	103,33**a**	102**abc**
		DP		0	0	0	0	0	1,15	0
Avdat	*P. terebinthus*	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	93,67**de**	93**c**	97**bc**	97**de**	104**abc**	102**abc**
		DP		0	1,15	0	0	0	0	0
	P. atlantica	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	81	81	95**ef**	93**c**	98**cd**	98**ef**	104 **abc**	102**bc**
		DP	0	0	0	0	1,73	1,73	0	0
	P. integerrima	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	83,67	81	97**f**	93**c**	100**e**	100**fg**	105**bc**	103,33**abc**
		DP	4,62	0	0	0	0	0	1,73	1,15
	P. vera	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	95**de**	93**c**	100**e**	100**fg**	104 **abc**	102**abc**
		DP		0	0	0	0	0	0	0
Avidon	*P. terebinthus*	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	89**ab**	83,67	95**de**	93,67**c**	98**cd**	98**ef**	104**ab**	102**ab**
		DP	0	4,62	0	1,15	1,73	1,73	0	0
	P. atlantica	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	89**ab**	89	95**ef**	93**c**	97**bc**	96,33**cd e**	105**bc**	103,33**cd**
		DP	0	0	0	0	0	1,15	1,73	1,15
	P. integerrima	**n**	1	1	1	1	1	1	1	1
		Média	89**ab**	89	95**def**	93**c**	100**de**	100**fgh**	104**ab**c	102**abc**
		DP	0	0	0	0	0	0	0	0
	P. vera	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	89**a**	83,67	94,33**de**	93**c**	97**bc**	99**fg**	104**ab**	102,67**bc**
		DP	0	4,62	1,15	0	0	1,73	0	1,15
Kerman	*P. terebinthus*	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	90,33**ab**	89**a**	101,33**g**	100**e**	104**f**	106**j**	109**e**	108,33**f**
		DP	2,31	0	1,15	0	0	1,73	0	1,15
	P. atlantica	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	93**b**	89**a**	100,67**g**	100**e**	104**f**	104**i**	109**e**	107,67**ef**
		DP	0	0	1,15	0	0	0	0	1,15
	P. integerrima	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	91,67**ab**	89**a**	102**g**	100**e**	104**f**	104**i**	109**e**	107**e**
		DP	2,31	0	0	0	0	0	0	0
	P. vera	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	91,67**ab**	89**a**	101,33**g**	98**d**	104**f**	102**h**	109**e**	107**e**
		DP	2,31	0	1,15	1,73	0	0	0	0
Larnaka	*P. terebinthus*	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	95**ef**	93**c**	100**e**	100**gh**	107**d**	103,33**cd**
		DP		0	2	0	0	0	0	1,15
	P. atlantica	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	97**f**	93**c**	100**e**	100**gh**	107**d**	104**d**
		DP		0	0	0	0	0	0	0
	P. integerrima	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	93,67**de**	93**c**	100**de**	100**gh**	104**ab**	103,33**cd**
		DP		0	1,15	0	0	0	0	1,15
	P. vera	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	97**f**	93**c**	100**de**	100**gh**	104**abc**	103,33**cd**
		DP		0	0	0	0	0	0	1,15
Mateur	*P. terebinthus*	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	98**cd**	94,33**ab**	104 **abc**	102,67**bc**
		DP		0	0	0	1,73	1,15	0	1,15
	P. atlantica	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	89**a**	89**a**	97**bc**	95**bc**	104 **abc**	102**bc**
		DP		0	0	0	0	0	0	0
		n	0	3	3	3	3	3	3	3

	P. integerrima	**Média**		81	90,33**ab**	89**a**	97**bc**	94,33**ab**	102,67**a**	102**bc**
		DP		0	2,31	0	0	1,15	1,15	0
	P. vera	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	90,33**ab**	89**a**	98**cd**	94,33**ab**	104**abc**	102**bc**
		DP		0	2,31	0	1,73	1,15	0	0
Napole-tana	*P. terebinthus*	**n**	2	3	3	3	3	3	3	3
		Média	81	81	94,33**de**	93**c**	100**de**	99**fg**	107**d**	104**d**
		DP	0	0	1,15	0	0	1,73	0	0
	P. atlantica	**n**	1	3	3	3	3	3	3	3
		Média	81	81	91,67**bc**	91,67 **b**	96,67**bc**	95,67**bc d**	103,67**ab**	102,67**bc**
		DP	0	0	2,31	2,31	3,51	2,31	3,51	1,15
	P. integerrima	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	81	81	95**ef**	93**c**	99**de**	99**fg**	106**cd**	102,67**bc**
		DP	0	0	2	0	1,73	1,73	1,73	1,15
	P. vera	**n**	0	3	3	3	3	3	3	3
		Média		81	93**cd**	93**c**	97**bc**	97**de**	104 **abc**	102**abc**
		DP		0	0	0	0	0	0	0

Anexo 2 – Cultivar Sirora da parcela C

Tabela A2.1 - Resultados sobre o início e fim de cada estado fenológico na cv. feminina Sirora, estando apresentado o número de amostras (n), média de cada fase e respetivo desvio padrão (DP).

Fase	n	Média	DP
B_f	4	80	0
C_i	4	80	0
C_f	4	97	2
D_i	4	97,25	3,4
D_f	4	102	0
E_i	4	102	0
E_f	4	107,5	1
F_i	4	106,25	1,5

Tabela A2.2 - Resultados sobre a duração dos estados fenológicos C, D e E e recetividade ao pólen em Sirora, nomeadamente o número de amostras (n), média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão.

	n	Média	Desvio Padrão
Estado C	4	17	2
Estado D	4	4,75	3,4
Estado E	4	5,5	1
Recetividade ao pólen	4	10,25	2,99

Anexo 3 – Cultivares masculinas da parcela B

Tabela A3.1 – Dados sobre o início e fim de cada estado fenológicos das cultivares masculinas, estando apresentado o número de amostras (n), a média do dia do calendário juliano que marca cada fase e o respetivo desvio padrão. A cor cinzenta estão apresentados os dados das fases que não foram tidas em conta, devido à falta de observações anteriores.

Cultivar	Fases	n	Média	Desvio padrão	Cultivar	Fases	n	Média	Desvio padrão
Askar	B_f	0	-	-	M-38	B_f	0	-	-
	C_i	3	75	0		C_i	3	75	0
	C_f	3	75	0		C_f	3	75	0
	D_i	3	75	0		D_i	3	75	0
	D_f	3	89	0		D_f	3	93,33	0,58
	E_i	3	93	0		E_i	3	94	0
	E_f	3	96	0		E_f	3	98,67	2,31
	F_i	3	95	1,73		F_i	3	96	0
	F_f	3	114	0		F_f	3	110	1,73
	G_i	3	107	0		G_i	3	109	0
C-especial	B_f	0	-	-	M-502	B_f	0	-	-
	C_i	3	75	0		C_i	3	75	0
	C_f	3	80	0		C_f	3	80	0
	D_i	3	75	0		D_i	3	76,67	2,89
	D_f	3	90,67	2,89		D_f	3	93	0
	E_i	3	88,33	1,15		E_i	3	93	0
	E_f	3	96	0		E_f	3	100	0
	F_i	3	96	0		F_i	3	97,33	2,31
	F_f	3	109	0		F_f	3	113,33	1,15
	G_i	3	104	0		G_i	3	109	0
Chaparrillo	B_f	3	75	0	Mateur M.	B_f	0	-	-
	C_i	3	75	0		C_i	0	-	-
	C_f	3	86,67	6,51		C_f	1	75	0
	D_i	3	80	0		D_i	3	75	0
	D_f	3	96	0		D_f	3	89	0
	E_i	3	95,33	1,15		E_i	3	88,33	1,15
	E_f	3	102	0		E_f	3	96	0
	F_i	3	100	0		F_i	3	93	0
	F_f	3	112	0		F_f	3	109	0
	G_i	3	112	0		G_i	3	107	0
Egino	B_f	3	75	0	M-B	B_f	0	-	-
	C_i	3	75	0		C_i	0	-	-
	C_f	3	87	0		C_f	0	-	-
	D_i	3	80	0		D_i	0	-	-
	D_f	3	96	0		D_f	3	75	0
	E_i	3	94	0		E_i	3	75	0
	E_f	3	100	0		E_f	3	89	0
	F_i	3	100	0		F_i	3	89	0
	F_f	3	109	0		F_f	3	109	0
	G_i	3	107	0		G_i	3	102	0
G-1	B_f	0	-	-	M-C	B_f	0	-	-
	C_i	0	-	-		C_i	0	-	-
	C_f	3	75	0		C_f	0	-	-
	D_i	3	78,33	2,89		D_i	3	75	0
	D_f	3	94	0		D_f	3	89	0
	E_i	3	93	0		E_i	3	80	0
	E_f	3	97,33	2,31		E_f	3	92,67	3,51
	F_i	3	98,67	2,31		F_i	3	93	0
	F_f	3	114	0		F_f	3	109	0

	G_i	3	109	0		G_i	3	104	0
Guerrero	B_f	3	75	0	**Nazar**	B_f	0	-	-
	C_i	3	76,67	2,89		C_i	3	75	0
	C_f	3	89	0		C_f	3	75	0
	D_i	3	82,33	4,04		D_i	3	75	0
	D_f	3	97,33	2,31		D_f	3	89	0
	E_i	3	93,67	0,58		E_i	3	87,67	1,15
	E_f	3	104	0		E_f	3	96	0
	F_i	3	100,67	1,15		F_i	3	93	0
	F_f	3	114	0		F_f	3	114	0
	G_i	3	112	0		G_i	3	107	0
Kris	B_f	0	-	-	**O2-18**	B_f	3	75	0
	C_i	2	75	0		C_i	3	75	0
	C_f	2	81	8,49		C_f	3	87	0
	D_i	2	75	0		D_i	3	78,33	2,89
	D_f	2	89	0		D_f	3	94	0
	E_i	2	80	0		E_i	3	93	0
	E_f	2	100	0		E_f	3	100,67	1,15
	F_i	2	94,5	2,12		F_i	3	100	0
	F_f	2	109	0		F_f	3	112,67	1,15
	G_i	2	107	0		G_i	3	108,33	1,15
M-1	B_f	0	-	-	**Peter**	B_f	3	75	0
	C_i	0	-	-		C_i	3	75	0
	C_f	0	-	-		C_f	3	82,33	4,04
	D_i	3	75	0		D_i	3	80	0
	D_f	3	87,67	1,15		D_f	3	96	0
	E_i	3	80	0		E_i	3	93	0
	E_f	3	94,67	1,15		E_f	3	100	0
	F_i	3	93	0		F_i	3	100	0
	F_f	3	112	0		F_f	3	112	0
	G_i	3	74,67	56		G_i	3	110	1,73
M-11	B_f	0	-	-	**Peter (T-41)**	B_f	0	-	-
	C_i	3	75	0		C_i	0	-	-
	C_f	3	75	0		C_f	2	75	0
	D_i	3	75	0		D_i	3	75	0
	D_f	3	89	0		D_f	3	80	0
	E_i	3	93	0		E_i	3	78,33	2,89
	E_f	3	95,33	1,15		E_f	3	89	0
	F_i	3	93,33	0,58		F_i	3	89	0
	F_f	3	109	0		F_f	3	112,67	1,15
	G_i	3	107,67	1,15		G_i	3	107	0
M-36	B_f	-0	-	-	**Peter-1**	B_f	0	-	-
	C_i	3	75	0		C_i	0	-	-
	C_f	3	76,67	2,89		C_f	0	-	-
	D_i	3	75	0		D_i	0	-	-
	D_f	3	94	0		D_f	3	75	0
	E_i	3	93	0		E_i	3	75	0
	E_f	3	96	0		E_f	3	89	0
	F_i	3	97,33	2,31		F_i	3	88,33	1,15
	F_f	3	113,33	1,15		F_f	3	114	0
	G_i	3	108,33	1,15		G_i	3	107	0
					Randy	B_f	3	75	0
						C_i	3	75	0
						C_f	3	84,67	4,04
						D_i	3	80	0
						D_f	3	96	0
						E_i	3	94	1,73
						E_f	3	102	0
						F_i	3	100	0

F_f	3	110	1,73
G_i	3	107	0

Tabela A3.2 – Resultados sobre a duração dos estados fenológicos C, D e E e F em cultivares masculinas, nomeadamente o número de amostras (n), média de duração de cada estado e respetivo desvio padrão (DP). A cor cinzenta estão apresentados os dados das fases que não foram tidas em conta, devido à falta de observações anteriores.

		Estado C	Estado D	Estado E	Estado F/ Emissão de pólen
Askar	**n**	3	3	3	3
	Média	0	14	3	19
	DP	-	0	0	1,73
C-especial	**n**	3	3	3	3
	Média	5	15,67	7,67	13
	DP	0	2,89	1,15	0
Chaparrillo	**n**	3	3	3	3
	Média	11,67	16	6,67	12
	DP	6,51	0	1,15	0
Egino	**n**	3	3	3	3
	Média	12	16	6	9
	DP	0	0	0	0
G-1	**n**	3	3	3	3
	Média	0	15,67	4,33	15,33
	DP	0	2,89	2,31	2,31
Guerrero	**n**	3	3	3	3
	Média	12,33	15	10,33	13,33
	DP	2,89	1,73	0,58	1,15
Kris	**n**	2	2	2	2
	Média	6	14	20	14,5
	DP	8,49	0	0	2,12
M-1	**n**	3	3	3	3
	Média	0	12,67	14,67	19
	DP	0	1,15	1,15	0
M-11	**n**	3	3	3	3
	Média	0	14	2,33	15,67
	DP	0	0	1,15	0,58
M-36	**n**	3	3	3	3
	Média	1,67	19	3	16
	DP	2,89	0	0	2
M-38	**n**	3	3	3	3
	Média	0	18,33	4,67	14
	DP	0	0,58	2,31	1,73
M-502	**n**	3	3	3	3
	Média	5	16,33	7	16
	DP	0	2,89	0	2

Mateur M.	**n**	3	3	3	3
	Média	0	14	7,67	16
	DP	0	0	1,15	0
M-B	**n**	3	3	3	3
	Média	0	0	14	20
	DP	0	0	0	0
M-C	**n**	3	3	3	3
	Média	0	14	12,67	16
	DP	0	0	3,51	0
Nazar	**n**	3	3	3	3
	Média	0	14	8,33	21
	DP	0	0	1,15	0
O2-18	**n**	3	3	3	3
	Média	12	15,67	7,67	12,67
	DP	0	2,89	1,15	1,15
Peter	**n**	3	3	3	3
	Média	7,33	16	7	12
	DP	4,04	0	0	0
Peter (T-41)	**n**	3	3	3	3
	Média	0	5	10,67	23,67
	DP	0	0	2,89	1,15
Peter-1	**n**	3	3	3	3
	Média	0	0	14	25,67
	DP	0	0	0	1,15
Randy	**n**	3	3	3	3
	Média	9,67	16	8	10
	DP	4,04	0	1,73	1,73

Anexo 4 – Desenvolvimento do fruto

Tabela A4.1 – Valores médios de peso fresco das nove cultivares femininas determinados ao longo da maturação do fruto, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP).

		25/05/2017	30/05/2017	08/06/2017	12/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	03/07/2017	10/07/2017	17/07/2017	27/07/2017	31/07/2017	09/08/2017	18/08/2017	24/08/2017
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Aegina	**Média**	1,439	1,502	1,554	1,569	1,593	1,707	1,762	1,925	2,076	2,43	2,413	2,409	2,58	
	DP	0,074	0,07	0,11	0,101	0,052	0,077	0,113	0,075	0,127	0,237	0,179	0,092	0,084	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Ashoury	**Média**	1,487	1,561	1,615	1,597	1,659	1,821	1,956	2,077	2,278	2,287	2,411	2,41	2,485	
	DP	0,043	0,066	0,067	0,077	0,075	0,084	0,184	0,13	0,096	0,156	0,107	0,117	0,109	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Avdat	**Média**	1,39	1,438	1,517	1,507	1,596	1,617	1,66	1,775	2,069	2,437	2,476	2,445	2,498	
	DP	0,026	0,048	0,079	0,102	0,055	0,074	0,064	0,101	0,123	0,118	0,085	0,158	0,19	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Avidon	**Média**	1,097	1,125	1,194	1,217	1,283	1,289	1,412	1,607	1,738	1,849	1,88	1,902	1,856	
	DP	0,071	0,061	0,05	0,086	0,065	0,087	0,105	0,099	0,165	0,098	0,075	0,073	0,114	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Kerman	**Média**	1,337	1,367	1,533	1,582	1,746	1,738	1,639	1,86	2,092	2,528	2,514	2,645	2,773	
	DP	0,085	0,095	0,096	0,107	0,143	0,114	0,123	0,13	0,196	0,19	0,085	0,093	0,165	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Larnaka	**Média**	1,363	1,374	1,507	1,471	1,515	1,535	1,595	1,753	1,884	2,296	2,423	2,451	2,558	
	DP	0,052	0,098	0,127	0,088	0,083	0,111	0,076	0,126	0,1	0,096	0,146	0,125	0,14	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Mateur	**Média**	1,354	1,449	1,523	1,575	1,623	1,696	1,77	1,871	2,064	2,396	2,459	2,515	2,612	
	DP	0,084	0,049	0,075	0,053	0,088	0,105	0,092	0,147	0,107	0,138	0,09	0,143	0,111	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Napoletana	**Média**	1,306	1,356	1,395	1,41	1,51	1,552	1,528	1,705	1,794	2,1	2,163	2,221	2,24	
	DP	0,059	0,07	0,066	0,102	0,159	0,068	0,133	0,177	0,185	0,163	0,113	0,093	0,094	
	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sirora	**Média**	1,35	1,42	1,5	1,52	1,54	1,56	1,6	1,66	1,81	2,33	2,31	2,48	2,57	2,64
	DP	0,02	0,05	0,15	0,07	0,04	0,06	0,06	0,14	0,03	0,11	0,38	0,03	0,15	0,12

Tabela A4.2 – Apresentação dos valores da análise estatística relativos ao peso fresco e obtidos através método *LSD Fisher*. Está apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value* das seguintes variáveis: cultivar, porta-enxerto (PE) e cultivar*porta-enxerto.

Data de medição do peso fresco		**n**	**GL**	**F**	***p-value***
25/05/2017	Cultivar	48	7	16,79	<0,0001
	Porta-enxerto		1	2,8E-03	0,9579
	Cultivar*PE		7	0,39	0,8986
30/05/2017	Cultivar	48	7	24,40	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,02	0,8967
	Cultivar*PE		7	2,46	0,0387
08/06/2017	Cultivar	48	7	12,58	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,07	0,7864
	Cultivar*PE		7	0,72	0,6578
12/06/2017	Cultivar	48	7	14,69	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,06	0,8042
	Cultivar*PE		7	2,50	0,0362
22/06/2017	Cultivar	48	7	12,01	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,64	0,4303
	Cultivar*PE		7	1,08	0,3978
26/06/2017	Cultivar	48	7	21,62	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,45	0,5094
	Cultivar*PE		7	1,77	0,1281
03/07/2017	Cultivar	48	7	16,87	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,44	0,5096
	Cultivar*PE		7	3,29	0,0095
10/07/2017	Cultivar	48	7	10,17	<0,0001
	Porta-enxerto		1	3,73	0,0622
	Cultivar*PE		7	2,32	0,0496
17/07/2017	Cultivar	48	7	10,51	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,35	0,5582
	Cultivar*PE		7	1,70	0,1454
27/07/2017	Cultivar	48	7	13,42	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,04	0,8410
	Cultivar*PE		7	1,84	0,1132
31/07/2017	Cultivar	48	7	20,99	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,08	0,5582
	Cultivar*PE		7	1,15	0,1454
09/08/2017	Cultivar	48	7	21,46	<0,0001
	Porta-enxerto		1	1,4E-03	0,9706
	Cultivar*PE		7	0,97	0,6023
18/08/2017	Cultivar	48	7	037,68	<0,0001
	Porta-enxerto		1	10,86	0,0024
	Cultivar*PE		7	1,51	0,1990

Tabela A4.3 – Valores médios do peso fresco de pistácio das oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). As datas assinaladas a verde indicam as medições onde se verificou influência dos porta-enxertos nas cultivares. Valores com a mesma letra em cada cultivar no respetivo porta-enxerto significa que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*.

Cultivares	Porta-enxertos		25/05/2017	30/05/2017	08/06/2017	12/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	03/07/2017	10/07/2017	17/07/2017	27/07/2017	31/07/2017	09/08/2017	18/08/2017
Aegina	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,45	1,56**f**	1,59	1,66**e**	1,64	1,74	1,83**hi**	1,95**defg**	2,17	2,57	2,5	2,46	2,55
		DP	0,05	0,04	0,11	0,05	0,02	0,06	0,13	0,02	0,09	0,25	0,16	0,1	0,06
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,42	1,45**e**	1,52	1,48**d**	1,55	1,67	1,7**defghi**	1,9**def**	1,98	2,29	2,32	2,36	2,61
		DP	0,1	0,04	0,12	0,02	0,03	0,08	0,06	0,11	0,07	0,13	0,18	0,04	0,11
Ashoury	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,5	1,57**f**	1,6	1,54**de**	1,68	1,82	1,86**i**	2,05**fg**	2,26	2,2	2,36	2,37	2,4
		DP	0,06	0,06	0,1	0,03	0,09	0,04	0,05	0,15	0,07	0,03	0,07	0,08	0,05
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,48	1,56**f**	1,63	1,66**e**	1,64	1,82	2,05**j**	2,11**g**	2,3	2,38	2,47	2,45	2,57
		DP	0,03	0,08	0,03	0,06	0,07	0,13	0,23	0,13	0,13	0,19	0,12	0,15	0,08
Avdat	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,37	1,4**bcde**	1,47	1,47**cd**	1,56	1,56	1,66**defgh**	1,72**abc**	2	2,35	2,46	2,37	2,33
		DP	0,02	0,02	0,07	0,1	0,03	0,02	0,03	0,07	0,13	0,02	0,13	0,11	0,07
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,41	1,47**ef**	1,56	1,55**de**	1,64	1,67	1,66**defg**	1,83**bcde**	2,14	2,52	2,49	2,52	2,66
		DP	0,02	0,04	0,06	0,11	0,05	0,06	0,1	0,11	0,09	0,11	0,03	0,18	0,05
Avidon	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,07	1,13**a**	1,17	1,16**a**	1,25	1,25	1,36**a**	1,57**a**	1,69	1,89	1,89	1,9	1,82
		DP	0,09	0,03	0,02	0,06	0,05	0,04	0,06	0,08	0,24	0,13	0,08	0,07	0,1
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,13	1,12**a**	1,22	1,27**ab**	1,31	1,33	1,46**abc**	1,65**ab**	1,78	1,8	1,87	1,9	1,89
		DP	0,04	0,09	0,07	0,08	0,07	0,11	0,13	0,12	0,08	0,02	0,09	0,09	0,14
Kerman	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,36	1,41**cde**	1,52	1,58**de**	1,79	1,79	1,54**bcd**	1,92**def**	2,07	2,53	2,48	2,66	2,78
		DP	0,11	0,06	0,08	0,04	0,07	0,03	0,07	0,09	0,27	0,17	0,11	0,06	0,19
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,32	1,32**bc**	1,55	1,58**de**	1,7	1,69	1,74**fghi**	1,8**bcd**	2,11	2,53	2,55	2,63	2,76
		DP	0,06	0,11	0,13	0,16	0,2	0,16	0,04	0,15	0,14	0,25	0,04	0,13	0,18
Larnaka	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,35	1,3**b**	1,48	1,48**cd**	1,48	1,46	1,57**bcde**	1,82**bcde**	1,89	2,26	2,37	2,46	2,47
		DP	0,04	0,02	0,05	0,09	0,06	0,05	0,03	0,11	0,09	0,12	0,14	0,11	0,14
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,38	1,44**e**	1,54	1,47**cd**	1,55	1,61	1,62**cdef**	1,69**abc**	1,88	2,33	2,47	2,44	2,65
		DP	0,07	0,1	0,19	0,11	0,1	0,11	0,1	0,12	0,13	0,07	0,16	0,16	0,08
Mateur	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,36	1,43**de**	1,55	1,59**de**	1,65	1,67	1,81**ghi**	1,96**efg**	2,07	2,37	2,43	2,5	2,6
		DP	0,11	0,06	0,08	0,07	0,1	0,09	0,11	0,1	0,1	0,2	0,09	0,19	0,1
		n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

	P. terebinthus	**Média**	1,35	1,46**ef**	1,49	1,56**de**	1,59	1,72	1,73**efghi**	1,78**bcd**	2,06	2,42	2,49	2,53	2,63
		DP	0,08	0,05	0,07	0,03	0,08	0,13	0,05	0,14	0,13	0,08	0,1	0,13	0,14
Napoletana	***P. atlantica***	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,32	1,38**bcde**	1,43	1,47**cd**	1,57	1,6	1,62**cdef**	1,84**cde**	1,94	2,19	2,21	2,27	2,22
		DP	0,08	0,1	0,06	0,09	0,23	0,07	0,13	0,15	0,08	0,19	0,08	0,1	0,14
	P. terebinthus	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	1,3	1,33**bcd**	1,36	1,35**bc**	1,45	1,51	1,43**ab**	1,57**a**	1,65	2,01	2,12	2,17	2,26
		DP	0,04	0,04	0,06	0,08	0,03	0,03	0,01	0,05	0,12	0,08	0,14	0,06	0,05

Tabela A4.4 – Valores médios de peso seco das nove cultivares femininas, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP).

		25/05/2017	**30/05/2017**	**08/06/2017**	**12/06/2017**	**22/06/2017**	**26/06/2017**	**03/07/2017**	**10/07/2017**	**17/07/2017**	**27/07/2017**	**31/07/2017**	**09/08/2017**	**18/08/2017**	**24/08/2017**
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	
Aegina	**Média**	0,303	0,38	0,474	0,514	0,571	0,63	0,651	0,716	0,761	0,929	0,922	0,999	1,126	
	DP	0,021	0,021	0,042	0,033	0,014	0,026	0,032	0,036	0,034	0,091	0,08	0,04	0,067	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Ashoury	**Média**	0,325	0,421	0,531	0,564	0,633	0,708	0,745	0,796	0,877	0,952	1,022	1,051	1,075	
	DP	0,014	0,014	0,019	0,024	0,02	0,024	0,047	0,046	0,036	0,059	0,074	0,019	0,102	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Avdat	**Média**	0,277	0,366	0,477	0,513	0,609	0,64	0,658	0,703	0,785	0,903	0,939	1,026	1,137	
	DP	0,019	0,018	0,024	0,041	0,019	0,028	0,031	0,036	0,035	0,033	0,039	0,044	0,075	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Avidon	**Média**	0,285	0,35	0,434	0,468	0,537	0,545	0,572	0,636	0,691	0,777	0,804	0,881	0,867	
	DP	0,017	0,028	0,014	0,021	0,013	0,028	0,036	0,027	0,027	0,056	0,046	0,043	0,068	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Kerman	**Média**	0,229	0,298	0,43	0,516	0,615	0,642	0,635	0,725	0,799	0,936	0,91	1,015	1,153	
	DP	0,014	0,03	0,032	0,036	0,065	0,047	0,053	0,057	0,085	0,076	0,037	0,055	0,1	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Larnaka	**Média**	0,225	0,319	0,45	0,475	0,544	0,575	0,605	0,658	0,702	0,792	0,853	0,951	1,082	
	DP	0,004	0,026	0,026	0,024	0,022	0,032	0,017	0,036	0,031	0,04	0,049	0,048	0,06	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Mateur	**Média**	0,275	0,352	0,452	0,504	0,567	0,609	0,652	0,69	0,747	0,878	0,916	1,008	1,124	
	DP	0,01	0,015	0,02	0,006	0,023	0,024	0,014	0,032	0,027	0,042	0,041	0,069	0,065	
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Napoletana	**Média**	0,265	0,338	0,421	0,448	0,55	0,565	0,572	0,64	0,67	0,773	0,787	0,879	0,943	
	DP	0,017	0,027	0,027	0,047	0,068	0,037	0,054	0,063	0,062	0,096	0,067	0,073	0,056	
	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sirora	**Média**	0,28	0,37	0,47	0,52	0,59	0,61	0,63	0,67	0,71	0,89	0,86	1,01	1,15	1,18
	DP	0,01	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,14	0,03	0,04	0,08

Tabela A4.5 – Valores da análise estatística relativos ao peso fresco e obtidos através método *LSD Fisher*. Está apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value*, das seguintes variáveis: cultivar, porta-enxerto (PE) e cultivar*porta-enxerto.

Data de medição do peso seco		**n**	**GL**	**F**	***p-value***
25/05/2017	Cultivar	48	7	31,09	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,97	0,3319
	Cultivar*PE		7	1,10	0,3885
30/05/2017	Cultivar	48	7	18,82	<0,0001
	Porta-enxerto		1	4,1E-4	0,9840
	Cultivar*PE		7	2,00	0,0855
08/06/2017	Cultivar	48	7	10,21	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,05	0,8209
	Cultivar*PE		7	0,85	0,5561
12/06/2017	Cultivar	48	7	10,27	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,08	0,7763
	Cultivar*PE		7	2,88	0,0190
22/06/2017	Cultivar	48	7	6,03	0,0002
	Porta-enxerto		1	1,26	0,2693
	Cultivar*PE		7	1,23	0,3132
26/06/2017	Cultivar	48	7	18,13	<0,0001
	Porta-enxerto		1	4,00	0,0540
	Cultivar*PE		7	1,09	0,3951
03/07/2017	Cultivar	48	7	18,37	<0,0001
	Porta-enxerto		1	3,44	0,0730
	Cultivar*PE		7	3,12	0,0125
10/07/2017	Cultivar	48	7	8,93	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,49	0,4910
	Cultivar*PE		7	1,09	0,3946
17/07/2017	Cultivar	48	7	12,54	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,04	0,8519
	Cultivar*PE		7	1,12	0,3744
27/07/2017	Cultivar	48	7	9,09	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,19	0,6673
	Cultivar*PE		7	2,00	0,0869
31/07/2017	Cultivar	48	7	10,58	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,33	0,5691
	Cultivar*PE		7	0,88	0,5355
09/08/2017	Cultivar	48	7	10,20	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,07	0,7891
	Cultivar*PE		7	1,36	0,2553
18/08/2017	Cultivar	48	7	10,79	<0,0001
	Porta-enxerto		1	3,82	0,0594
	Cultivar*PE		7	0,43	0,8736

Tabela A4.6 – Valores médios do peso seco de pistácio das oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). As datas assinaladas a verde indicam as medições onde se verificou influência dos porta-enxertos nas cultivares. Valores com a mesma letra em cada cultivar no respetivo porta-enxerto significa que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*.

Cultivares	Porta-enxertos		25/05/2017	30/05/2017	08/06/2017	12/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	03/07/2017	10/07/2017	17/07/2017	27/07/2017	31/07/2017	09/08/2017	18/08/2017
Aegina	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,3	0,39	0,48	0,54**ef**	0,58	0,63	0,65**efg**	0,71	0,78	0,96	0,95	1	1,08
		DP	0,02	0,02	0,04	0,02	0,01	0,03	0,03	0,02	0,01	0,11	0,07	0,04	0,02
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
		Média	0,31	0,37	0,47	0,49**bcd**	0,57	0,63	0,65**efg**	0,73	0,74	0,88	0,89	1	1,17
		DP	0,02	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0,09	0,05	0,07
Ashoury	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,33	0,42	0,53	0,54**fg**	0,65	0,71	0,72**h**	0,79	0,88	0,91	0,99	1,04	1,07
		DP	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,1	0,01	0,04
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,32	0,42	0,53	0,58**g**	0,62	0,71	0,77**i**	0,8	0,88	0,99	1,05	1,06	1,08
		DP	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04	0,01	0,02	0,15
Avdat	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,26	0,35	0,46	0,49**bcde**	0,59	0,62	0,65**efg**	0,68	0,76	0,88	0,93	1	1,08
		DP	0	0,01	0,02	0,04	0,01	0,01	0,04	0,02	0,04	0,02	0,05	0,03	0,06
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,29	0,38	0,49	0,53**def**	0,62	0,66	0,67**fgh**	0,73	0,8	0,92	0,94	1,05	1,2
		DP	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,05	0,02
Avidon	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,28	0,36	0,43	0,46**ab**	0,54	0,54	0,55**ab**	0,63	0,69	0,82	0,81	0,89	0,85
		DP	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,29	0,34	0,43	0,48**bc**	0,54	0,55	0,59**bc**	0,64	0,69	0,73	0,79	0,87	0,89
		DP	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,03	0,05	0,06	0,1
Kerman	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,23	0,3	0,42	0,52**cdef**	0,63	0,65	0,59**bc**	0,73	0,78	0,92	0,89	1	1,15
		DP	0,01	0,04	0,05	0,02	0,07	0,03	0,04	0,05	0,11	0,09	0,04	0,06	0,15
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,23	0,29	0,44	0,52**cdef**	0,6	0,63	0,68**gh**	0,72	0,82	0,95	0,93	1,03	1,15
		DP	0,02	0,02	0,01	0,05	0,07	0,06	0,02	0,07	0,07	0,08	0,03	0,06	0,06
Larnaka	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,23	0,3	0,45	0,48**bc**	0,53	0,55	0,59**bcd**	0,67	0,7	0,79	0,85	0,98	1,07
		DP	0	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,08
	P. terebinthus	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,22	0,34	0,45	0,47**bc**	0,55	0,6	0,62**cdef**	0,64	0,71	0,79	0,86	0,92	1,1
		DP	0	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,02	0,05
Mateur	*P. atlantica*	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,28	0,35	0,46	0,51**cdef**	0,57	0,6	0,66**efg**	0,71	0,74	0,85	0,89	0,99	1,1
		DP	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,09	0,08
		n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

	P. terebinthus	**Média**	0,27	0,36	0,45	0,5**bcdef**	0,57	0,62	0,65**defg**	0,67	0,76	0,9	0,94	1,03	1,15
		DP	0,01	0,01	0,02	0	0,03	0,02	0,01	0,04	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05
Napoletana	***P. atlantica***	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,27	0,35	0,44	0,48**bc**	0,59	0,54	0,61	0,68	0,71	0,82	0,8	0,92	0,94
		DP	0,02	0,03	0,02	0,04	0,09	0,03	0,06**cde**	0,08	0,06	0,12	0,08	0,08	0,09
	P. terebinthus	**n**	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		Média	0,26	0,33	0,4	0,41**a**	0,51	0,59	0,54**a**	0,61	0,63	0,72	0,77	0,84	0,94
		DP	0,01	0,01	0,02	0,01	0	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,06	0,04	0,02

Tabela A4.7 – Valores médios da força máxima aplicada para a rutura da casca de pistácios, em MPa, nas nove cultivares femininas, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP).

		8/06/2017	**12/06/2017**	**22/06/2017**	**26/06/2017**	**03/07/207**	**10/07/207**	**17/07/2017**	**27/07/2017**	**31/07/2017**	**09/07/2017**	**18/08/2017**	**24/08/2017**
Aegina	**n**	60	60	60	60	60	60	60	59	60	60	60	-
	Média	9,481	11,025	15,413	16,987	20,956	23,334	25,761	28,016	31,206	32,585	31,991	-
	DP	1,356	1,351	2,397	2,822	3,114	3,177	3,913	3,976	4,044	3,275	3,377	-
Ashoury	**n**	60	60	60	59	55	60	60	60	59	60	60	-
	Média	13,789	15,481	25,069	24,428	28,942	35,447	35,664	41,127	42,537	43,814	44,633	-
	DP	2,357	2,442	4,1	3,66	4,378	5,429	4,038	6,078	4,771	4,861	6,181	-
Avdat	**n**	60	60	59	59	60	59	60	59	60	60	59	-
	Média	11,506	13,953	20,701	21,208	23,34	24,93	28,286	32,465	36,147	37,157	37,6	-
	DP	1,582	1,961	4,037	4,022	4,077	4,552	4,253	5,363	4,429	4,618	4,674	-
Avidon	**n**	60	59	60	59	60	60	60	60	60	60	58	-
	Média	13,911	15,554	22,695	24,136	27,43	27,447	31,689	33,93	34,686	36,613	35,279	-
	DP	2,152	3,429	4,193	4,608	4,423	4,802	4,737	4,764	4,878	4,006	4,487	-
Kerman	**n**	60	59	60	60	60	60	59	59	59	57	60	-
	Média	9,543	11,563	17,603	20,983	23,605	27,11	30,588	35,01	35,778	39,253	36,485	-
	DP	1,743	2,204	3,541	3,846	5,881	6,571	4,121	4,406	4,77	5,959	6,3	-
Larnaka	**n**	59	60	60	60	60	60	60	60	59	60	59	-
	Média	9,708	11,863	16,763	18,674	21,583	23,313	26,538	31,607	32,688	36,957	35,565	-
	DP	1,417	1,992	2,76	2,99	4,508	4,589	4,525	4,604	4,832	4,6	4,287	-
Mateur	**n**	60	59	60	60	60	60	60	60	60	60	59	-
	Média	9,072	10,23	14,518	17,135	19,463	22,333	23,416	28,752	29,72	31,867	30,425	-
	DP	1,021	1,446	2,441	2,781	2,802	3,746	3,781	3,535	4,138	4,163	3,769	-
Napoletana	**n**	60	60	60	60	60	59	60	60	60	60	60	-
	Média	8,856	9,841	15,943	16,182	18,533	20,433	21,444	25,851	27,003	28,253	28,83	-
	DP	1,034	1,587	4,012	1,832	3,361	2,85	3,982	3,864	4,84	3,834	4,442	-
Sirora	**n**	-	-	-	-	30	30	30	30	30	30	30	30
	Média	-	-	-	-	20,15	22,59	24,56	27,31	30,12	31,04	34,54	31,6
	DP	-	-	-	-	3,23	3,03	3,23	4,14	4,76	4,04	3,35	7,02

Tabela A4.8 – Apresentação dos valores da análise estatística relativos à dureza da casca e obtidos através método *LSD Fisher*. Está apresentado o número de amostras (n), graus de liberdade (GL), fator F e *p-value* das seguintes variáveis: cultivar, porta-enxerto (PE) e cultivar*porta-enxerto.

Data da determinação da força de rutura		**n**	**GL**	**F**	***p-value***
08/06/2017	Cultivar	479	7	99,79	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,84	0,3605
	Cultivar*PE		7	3,78	0,0005
12/06/2017	Cultivar	477	7	69,05	<0,0001
	Porta-enxerto		1	6,88	0,0090
	Cultivar*PE		7	2,77	0,0078
22/06/2017	Cultivar	479	7	77,12	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,76	0,3836
	Cultivar*PE		7	7,56	<0,0001
26/06/2017	Cultivar	477	7	53,66	<0,0001
	Porta-enxerto		1	1,26	0,2617
	Cultivar*PE		7	1,65	0,1207
03/07/2017	Cultivar	475	7	45,52	<0,0001
	Porta-enxerto		1	2,31	0,1292
	Cultivar*PE		7	2,46	0,0176
10/07/2017	Cultivar	478	7	64,50	<0,0001
	Porta-enxerto		1	1,8E-3	0,9664
	Cultivar*PE		7	5,30	<0,0001
17/07/2017	Cultivar	479	7	78,86	<0,0001
	Porta-enxerto		1	10,80	0,0011
	Cultivar*PE		7	4,25	0,0001
27/07/2017	Cultivar	477	7	65,40	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,03	0,8713
	Cultivar*PE		7	2,78	0,0078
31/07/2017	Cultivar	477	7	66,85	<0,0001
	Porta-enxerto		1	11,91	0,0006
	Cultivar*PE		7	3,32	0,0018
09/08/2017	Cultivar	477	7	74,77	<0,0001
	Porta-enxerto		1	0,01	0,9352
	Cultivar*PE		7	5,91	<0,0001
18/08/2017	Cultivar	475	7	65,46	<0,0001
	Porta-enxerto		1	2,22	0,1371
	Cultivar*PE		7	3,10	0,0033

Tabela A4.9 – Valores médios da força de rutura da casca de pistácio das oito cultivares femininas nos distintos porta-enxertos, estando também apresentado o número de amostras (n) e respetivo desvio padrão (DP). As datas assinaladas a verde indicam as medições onde se verificou influência dos porta-enxertos nos frutos das cultivares. Valores com a mesma letra em cada cultivar no respetivo porta-enxerto significa que não são estatisticamente diferentes (*p-value*<0,05); Teste de variância *LSD Fisher*.

Cultivares	Porta-enxertos		08/06/2017	12/06/2017	22/06/2017	26/06/2017	03/07/2017	10/07/2017	17/07/2017	27/07/2017	31/07/2017	09/08/2017	18/08/2017
Aegina	***P. atlantica***	**n**	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	30
		Média	9,68**cd**	10,99**bcd**	15,64**bcd**	17,05	21,42**bcd**	24,63**de**	26,74**ef**	28,16**b**	31,93**cde**	32,28**c**	32,46**cd**
		DP	1,46	1,34	2,57	2,65	2,82	3,01	4	3,85	3,75	2,54	3,24
	P. terebinthus	**n**	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		Média	9,28**abcd**	11,06**cd**	15,18**bc**	16,92	20,49**bc**	22,04**bc**	24,78**cde**	27,88**b**	30,48**bc**	32,89**cd**	31,52**bc**
		DP	1,24	1,38	2,24	3,03	3,36	2,82	3,62	4,15	4,26	3,89	3,5
Ashoury	***P. atlantica***	**n**	30	30	30	30	25	30	30	30	30	30	30
		Média	13,76**g**	15,61**gh**	24,54**ij**	24,16	28,05**h**	36,19**h**	35,84**k**	40,69**f**	43,43**i**	42,83**gh**	45,47**j**
		DP	1,82	2,72	3,97	2,88	3,99	5,47	3,74	5,28	4,61	5,23	6,53
	P. terebinthus	**n**	30	30	30	29	30	30	30	30	29	30	30
		Média	13,82**g**	15,35**fg**	25,6**j**	24,7	29,68**h**	34,7**h**	35,48**k**	41,57**f**	41,61**i**	44,8**h**	43,79**j**
		DP	2,82	2,17	4,22	4,36	4,61	5,38	4,37	6,84	4,83	4,33	5,8
Avdat	***P. atlantica***	**n**	30	30	29	29	30	29	30	30	30	30	30
		Média	10,92**e**	14,16**e**	19,03**g**	22,22	22,99**def**	23,57**bcd**	29,1**gh**	33,38**cd**	36,26**gh**	37,32**f**	37,2**ghi**
		DP	1,46	1,5	2,74	3,76	4,55	3,28	4,51	5,93	4,88	4,81	4,12
	P. terebinthus	**n**	30	30	30	30	30	30	30	29	30	30	29
		Média	12,09**f**	13,75**e**	22,32**h**	20,23	23,69**ef**	26,24**ef**	27,47**fg**	31,52**c**	36,03**gh**	37**ef**	38,02**hi**
		DP	1,5	2,35	4,46	4,09	3,59	5,24	3,88	4,62	4	4,49	5,23
Avidon	***P. atlantica***	**n**	30	30	30	29	30	30	30	30	30	30	28
		Média	14,7**h**	16,62**h**	23,18**hi**	24,98	29**h**	28,43**fg**	32,87**j**	34,37**d**	36**gh**	38,18**f**	36,6**fghi**
		DP	1,99	3,5	4,62	4,51	3,97	4,74	3,88	4,93	4,82	4,3	3,99
	P. terebinthus	**n**	30	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		Média	13,13**g**	14,45**ef**	22,21**h**	23,32	25,86**g**	26,47**ef**	30,51**hi**	33,49**cd**	33,37**def**	35,04**de**	34,04**de**
		DP	2,05	3,03	3,73	4,62	4,35	4,74	5,26	4,63	4,65	3	4,64
Kerman	***P. atlantica***	**n**	30	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30
		Média	9,23**abcd**	11,17**cd**	17,68**efg**	20,56	24,57**fg**	24,65**de**	28,89**gh**	33**cd**	34,35**fg**	36,55**ef**	34,64**def**
		DP	1,63	2,12	3,47	3,04	4,36	5,86	3,15	4,31	4,73	4,79	6,48
	P. terebinthus	**n**	30	29	30	30	30	30	29	29	29	28	30
		Média	9,86**d**	11,97**d**	17,52**efg**	21,41	22,64**def**	29,57**g**	32,35**ij**	37,09**e**	37,26**h**	42,05**g**	38,33**i**
		DP	1,82	2,25	3,67	4,53	7,03	6,41	4,31	3,49	4,41	5,82	5,63
Larnaka	***P. atlantica***	**n**	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		Média	9,8**cd**	11,95**d**	16,92**def**	18,28	21,02**bcd**	23,76**cd**	27,14**fg**	31,6**c**	34,01**efg**	37,59**f**	35,51**efg**
		DP	1,37	2,06	2,76	2,7	3,75	5,22	4,78	4,85	5,03	4,41	4,82
	P. terebinthus	**n**	30	30	30	30	30	30	30	30	29	30	29
		Média	9,62**bcd**	11,78**d**	16,6**cde**	19,07	22,14**cde**	22,87**bcd**	25,93**def**	31,62**c**	31,32**bcd**	36,33**ef**	35,62**efgh**

		DP	1,48	1,95	2,8	3,26	5,16	3,89	4,24	4,43	4,28	4,78	3,74
Mateur	***P. atlantica***	**n**	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		Média	9,28**abcd**	10,48**bc**	14,22**ab**	17,11	19,53**ab**	21,77**bc**	24,21**bcd**	28,79**b**	30,31**bc**	32,6**c**	31,3**bc**
		DP	0,86	1,3	2,45	3,04	3,07	3,62	4,35	4,34	4,64	4,17	3,31
	P. terebinthus	**n**	30	29	30	30	30	30	30	30	30	30	29
		Média	8,86**ab**	9,97**ab**	14,82**ab**	17,16	19,39**ab**	22,89**bcd**	22,62**b**	28,71**b**	29,13**b**	31,14**bc**	29,52**ab**
		DP	1,14	1,56	2,44	2,55	2,55	3,84	2,97	2,57	3,55	4,09	4,05
Napoletana	***P. atlantica***	**n**	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		Média	9,04**abc**	10,54**bc**	18,53**fg**	16,8	19,48**ab**	21,36**ab**	23,47**bc**	27,06**b**	29,11**b**	29,34**ab**	30,24**bc**
		DP	1,21	1,87	4,19	1,68	4,01	3,27	4,37	4,23	5,43	3,62	4,87
	P. terebinthus	**n**	30	30	30	30	30	29	30	30	30	30	30
		Média	8,67**a**	9,15**a**	13,35**a**	15,56	17,59**a**	19,47**a**	19,42**a**	24,64**a**	24,89**a**	27,16**a**	27,42**a**
		DP	0,8	0,8	1,14	1,79	2,26	1,96	2,15	3,07	3	3,79	3,5

Anexo 5 – Seguimento fotográfico da floração

Cultivares femininas

Tabela A5.1 – Esquema com fotografias da evolução floral das inflorescências de todas as cultivares femininas estudadas.

Estado floral	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Aegina x *P. terebinthus*					
		22.03	03.03	05.04	17.04

Ashoury x *P. terebinthus*					
	22.03	30.03	05.04	10.04	17.04
Avdat x *P. terebinthus*					
		22.03	05.04	10.04	14.04
Avidon x *P. terebinthus*					
	22.03	03.04	05.04	10.04	17.04

Kerman x *P. terebinthus*					
	22.03	5.04	10.04	17.04	19.04
Larnaka x *P. terebinthus*					
		22.03	05.04	12.04	17.04
Mateur x *P. terebinthus*					
		22.03	03.04	07.04	14.04

Napoletana x *P. terebinthus*					
	22.03	30.03	05.04	12.04	17.04
Sirora x *P. terebinthus*					
	16.03	21.03	06.05	12.05	17.04

Cultivares masculinas

Tabela A5.2 – Esquema com fotografias da evolução floral das inflorescências de todas as cultivares masculinas estudadas.

Estado floral	D	E	E	F	F
Askar					
	16.03	30.03	04.04	10.04	12.04
C-especial					
	16.03	30.03	04.04	10.04	12.04
Chaparrillo					
	30.03	04.04	06.04	10.04	12.04

Egino					
	30.03	04.04	06.04	10.04	12.04
G-1					
	30.03	04.04	06.04	10.04	12.04
Guerrero					
	30.03	04.04	10.04	12.04	17.04

Kris					
	16.03	30.03	04.04	10.04	
M-1					
	16.03	30.03		04.04	10.04
M-11					
	30.03	04.04	06.04	10.04	12.04

M-36					
	30.03	04.04	06.04	10.04	12.04
M-38					
	16.03	04.04	06.04	10.04	12.04
M-502					
	16.03	04.04	06.04	10.04	12.04

Mateur M.					
	16.03	30.03	04.04	06.04	10.04
M-B					
	16.03		30.03		04.04
M-C					
	16.03	30.03	04.04	06.04	10.04

Nazar					
	16.03	30.03	04.04	06.04	10.04
02-18					
	30.03	04.04	06.04	10.04	14.04
Peter					
	30.03	04.04	06.04	10.04	14.04

Peter (T-41)					
	16.03		30.03	04.04	06.04
Peter-1					
	16.03		30.03	04.04	06.04
Randy					
	30.03	06.04	10.04	12.04	14.04