



INSTITUTO POLITÉCNICO de PORTALEGRE



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA de ELVAS

**CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA DE QUATRO CULTIVARES
DE OLIVEIRA (*OLEA EUROPAEA* L.): ‘ARBEQUINA’,
‘COBRANÇOSA’, ‘GALEGA’ E ‘PICUAL’, QUALIDADE DA FLOR E
DO PÓLEN NUMA PERSPECTIVA DE MODELAÇÃO**

DISSERTAÇÃO

CURSO DE MESTRADO EM AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

FLÁVIO ELÓI NEVES DE BARROS

ORIENTADORES

FRANCISCO MONDRAGÃO RODRIGUES

JOSÉ PAULO MOURÃO DE MELO E ABREU

ANTÓNIO MANUEL CORDEIRO

ELVAS

2011

Este trabalho não contempla as críticas, sugestões e correcções sugeridas pelo Júri.

Assinatura dos Membros do Júri:

(Presidente do Júri)

(Orientador Interno)

(Orientador Externo)

(Arguente)

Classificação Final: _____

O autor deste trabalho foi bolseiro com uma Bolsa de Iniciação à Investigação Científica (BIIC) financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), na sequência do projecto de investigação “FUTUROLIVE – Efeitos das alterações climáticas na cultura, produção e economia do olival”, referenciado como PTDC/AGR-AAM/104562/2008, cujo tema do presente trabalho se insere no âmbito do projecto de investigação.

AGRADECIMENTOS

Concluído o presente trabalho, gostaria de manifestar a minha gratidão e apreço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a sua concretização.

Ao Professor Doutor Francisco Luís Mondragão por ter-se disponibilizado para ser meu orientador nesta etapa tão importante da minha vida, pela dedicação, compreensão, amizade, profissionalismo e toda a paciência que me transmitiu ao longo deste trabalho;

Ao Doutor António Manuel Cordeiro, orientador externo, pelo acolhimento no Departamento de Olivicultura da Unidade de Recursos Genéticos, Ecofisiologia e Melhoramento de Plantas (INRB/INIA) de Elvas, pela disponibilidade, dedicação e ajuda, amizade e compreensão numa altura muito delicada por que passei, bem como pelos conhecimentos transmitidos e dados que me facultou para a concretização da dissertação;

Ao Professor Doutor José Paulo Mourão de Melo e Abreu, orientador externo, pelos conhecimentos transmitidos, disponibilidade, prontidão, dedicação, compreensão e ajuda na realização desta dissertação;

A todos os funcionários e investigadores do Departamento de Olivicultura da Unidade de Recursos Genéticos, Ecofisiologia e Melhoramento de Plantas (INRB/INIA) de Elvas pelo acolhimento, simpatia, ajuda e conhecimentos transmitidos, em especial ao Eng. Norberto Moraes;

A todos os professores que ao longo da minha vida, directa ou indirectamente, contribuíram para a minha formação pessoal e académica;

À minha família, pelo amor, apoio, alento, força e incentivo a terminar este ciclo da minha vida, em especial à minha filha Ema Barros e à minha mulher Suzana Alves da Silva e aos meus sogros que sempre se dedicaram com o maior apreço;

Aos meus amigos próximos, a quem tenho a maior estima e apreço, em especial agradeço ao Mestre Agrónomo João Branco por me ter influenciado a tirar o Mestrado, também quero deixar um agradecimento à minha cara amiga Tânia Santos;

Mas, quero deixar bem claro que é à minha querida falecida mãe, que Deus a tenha, que eu dedico inteiramente todo o esforço que desempenhei neste trabalho e ao longo de minha vida;

Para finalizar, a todos vós, que não citei, familiares, amigos e professores, um profundo obrigado!

RESUMO

Num estudo realizado em 2011 no Departamento de olivicultura do INRB/INIA-Elvas, efectuou-se a caracterização da fenologia de 4 cultivares de oliveira de grande difusão ('Arbequina', 'Cobrançosa', 'Galega' e 'Picual') com base em observações dos estados fenológicos e da época de floração. Foi também feita uma avaliação da qualidade da flor e da qualidade do pólen.

A evolução dos estados fenológicos, foi semelhante para as 4 cultivares excepto para a 'Arbequina', que teve um desenvolvimento inicial mais lento até ao estado (54), mas que depois atingiu a floração e o endurecimento do endocarpo mais rapidamente. A entrada em floração teve a seguinte sequência: 'Arbequina', 'Galega', 'Cobrançosa' e 'Picual' em simultâneo.

A cultivar 'Galega' apresentou os maiores valores da taxa de vingamento e maior número médio de frutos por inflorescência. Os valores obtidos na avaliação da qualidade do pólen foram extremamente baixos, em relação a outros trabalhos efectuados.

O modelo FlowerCalc© usado neste estudo mostrou ser adequado para efectuar previsões da época de floração e das necessidades de frio e de calor das cultivares em estudo.

As simulações efectuadas mostraram que as cultivares 'Arbequina' e 'Picual' necessitam de menos horas de frio para quebrar a dormência, que a 'Galega' e a 'Cobrançosa',

Palavras-chave: Alterações climáticas, fenologia, floração, modelos de simulação, *Olea europaea* L.

ABSTRACT

The phenology of four widely spread olive cultivars ('Arbequina', 'Galega', 'Cobrançosa' and 'Picual') has been characterized based on the observations of their phenological states and flowering period in a 2011 study realized at the department of olive culture of INRB/INIA-Elvas. The quality of the flower and pollen has also been assessed.

The evolution of the phenological states was similar regarding the four cultivars, except for 'Arbequina' which had a slower initial development until state (54) but then reached flowering and endocarp hardening quicker. The floral initiation of the cultivars occurred according to the following order: 'Arbequina', 'Galega' and 'Picual' simultaneously with 'Cobrançosa'.

The 'Galega' cultivar presented the higher rate of fruit set and the higher average number of fruit by inflorescence. The results of the pollen's quality assessment were extremely low when compared to the literature reviewed.

The FlowerCalc© model used on this study has proven to be adequate in predicting the flowering period as well as the chilling and heating requirements of the studied cultivars.

The simulations have shown that the 'Arbequina' and 'Picual' cultivars require a lower number of chilling hours to break the dormancy than 'Galega' and 'Cobrançosa'.

keywords: Climate change, phenology, flowering, simulation models, *Olea europaea* L.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE GERAL	iv
ÍNDICE DE QUADROS	viii
ABREVIATURAS/ACRÓNIMOS	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Considerações gerais da Oliveira.....	4
2.1.1. Taxonomia	4
2.1.2. Origem e expansão da cultura.....	4
2.2. Caracterização do olival no mundo e em Portugal	5
2.3. Adaptação ecológica da oliveira	6
2.4. Cultivares de oliveira	7
2.4.1. ‘Arbequina’	7
2.4.2. ‘Cobrançosa’	8
2.4.3. ‘Galega’	8
2.4.4. ‘Picual’	9
2.5. Escalas fenológicas	9
2.6. Ciclo bienal da oliveira	11
2.6.1. Crescimento vegetativo	12
2.6.2. Desenvolvimento floral	13
2.6.3. Desenvolvimento dos frutos	14
2.7. Estudo da qualidade da flor	15
2.8. Estudo da qualidade do pólen.....	16
2.9. Simulação das datas de ocorrência da floração na oliveira.	19
2.9.1. Modelação das necessidades de frio.....	20
2.9.2. Modelação da fase de forçagem.....	22
2.9.3. Impacto das alterações climáticas	22

3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Localização, solo e clima do campo experimental	23
3.2. Estudo da observação dos estados fenológicos, qualidade da flor e qualidade do pólen.....	26
3.2.1. Material vegetal.....	26
3.2.2. Observação dos estados fenológicos.....	26
3.2.3. Observação da qualidade da flor.....	29
3.2.4. Observação da qualidade do pólen.....	30
3.3. Ferramentas de simulação utilizadas para as datas de floração.....	31
3.3.1. Modelo de simulação FlowerCalc©.....	31
3.3.2. Corroboração do modelo	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Curso temporal dos estados fenológicos no ano 2011 em Elvas.....	33
4.2. Épocas de floração das cultivares em estudo.....	33
4.3. Qualidade da flor.....	35
4.4. Qualidade do Pólen	38
4.4.1. Testes de coloração	38
4.4.2. Testes de germinação “ <i>in vitro</i> ”	41
4.5. Modelação das datas de floração	43
4.5.1. Calibração e validação do modelo	43
4.5.2. Simulação das datas de floração	44
5. CONCLUSÕES.....	46
6. BIBLIOGRAFIA.....	48
GLOSSÁRIO	48
ANEXOS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo bienal da oliveira (Silva, 2008, adaptado de L. Rallo, 1994).	12
Figura 2. Gema vegetativa axilar	13
Figura 3. Gema floral axilar.....	13
Figura 4. Representação gráfica da equação para a determinação das unidades de frio (De Melo-Abreu, <i>et al.</i> , 2004).....	21
Figura 5. Instituto Nacional de Investigação Agrária – Departamento de Olivicultura (1 - Campo pés – mãe; 2 -Campo da várzea).....	23
Figura 6. Gráfico termopluiométrico de 30 anos (1971-2000) da pluviosidade e das temperaturas mínimas e máximas (estação meteorológica da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas).	25
Figura 7. Gráfico termopluiométrico dos sete primeiros meses do ano de 2011 (Estação meteorológica da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas).....	25
Figura 8. Registo dos estados fenológicos segundo o método de Fleckinger (1954).	27
Figura 9. Estados fenológicos correspondentes ao período de floração. Estado 60 (canto superior esquerdo), estado 61 (canto superior direito), estado 65 (canto inferior esquerdo), estado 68 (canto inferior direito).....	28
Figura 10. Saco de papel cristal ceroso.	29
Figura 11. Observação de parâmetros da qualidade da flor.....	29
Figura 12. Colocação do pólen em tubos de ensaio	30
Figura 13. Conservação do Pólen.....	30
Figura 14. Folha inicial (StartHere) do modelo FlowerCalc©.	31
Figura 15. Percentagem dos grãos de pólen viáveis entre as cultivares em estudo utilizando o corante de azul de anilina. Valores médios + erro padrão (N.º de repetições por árvore = 3). 39	
Figura 16. Percentagem dos grãos de pólen viáveis entre as cultivares em estudo utilizando o corante de azul de toluidina. Valores médios + erro padrão (N.º de repetições por árvore = 3).	39

Figura 17. Teste de coloração dos grãos de pólen da oliveira com azul de anilina (à esquerda) e azul de toluidina (à direita), apresentando os grãos viáveis uma coloração mais brilhante fluorescente (ampliação 10*20).....	40
Figura 18. Percentagem de germinação “ <i>in vitro</i> ” dos grãos de pólen das cultivares em estudo. Valores médios + erro padrão (N.º de repetições por árvore = 3).....	41
Figura 19. Aspecto da germinação “ <i>in vitro</i> ” dos grãos de pólen de oliveira ao fim de 24 horas de incubação. (ampliação 10*20).....	42
Figura 20. Gráfico de dispersão dos valores das datas MPF observadas / datas MPF previstas pelo modelo dos 10 anos de observações das cultivares em estudo na região de Elvas.	44

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Reversão da escala de classificação da floração de Colbrant & Fabré (1972) com a escala BBCH proposta por Sanz-Cortés <i>et al.</i> , (2002).....	27
Quadro 2. Épocas de floração das cultivares (média de três árvores) em estudo na parcela do olival pés – mãe na região de Elvas no ano de 2011.....	33
Quadro 3. Épocas de floração das cultivares (média de três árvores) em estudo na parcela do olival da várzea na região de Elvas no ano de 2011.....	34
Quadro 4. Épocas de floração das cultivares (média de três árvores) em estudo na parcela do olival pés-mãe na região de Elvas para os nove anos de observações (1998-2002, 2005-2007 e 2010).....	35
Quadro 5. Observação dos parâmetros da qualidade da flor em (%) das quatro cultivares analisadas.....	36
Quadro 6. Contabilização da taxa de vingamento inicial (estado 71) e vingamento final (estado 75) e o número médio de frutos por inflorescência reportado às 100 infloresc.....	37
Quadro 7. Análise de variância da viabilidade dos grãos de pólen entre as cultivares em estudo com o corante azul de anilina.....	38
Quadro 8. Análise de variância da viabilidade dos grãos de pólen entre as cultivares em estudo com o corante azul de toluidina.....	38
Quadro 9. Análise de variância da germinação “ <i>in vitro</i> ” dos grãos de pólen das quatro cultivares em estudo.....	41
Quadro 10. Datas da quebra de dormência e da MPF previstas pelo modelo em DOY das quatro cultivares em estudo na região de Elvas no ano de 2011.....	45
Quadro. A1. Correspondência entre as escalas dos estados fenológicos de Colbrant & Fabré (1972) e BBCH proposta por Sanz – Cortés <i>et al.</i> (2002)	58
Quadro. E1. Média dos registos dos estados fenológicos referentes ao desenvolvimento das gemas florais de três árvores por cultivar.....	64
Quadro E2. Média dos registos dos estados fenológicos referentes ao desenvolvimento das gemas vegetativas de três árvores por cultivar	65

Quadro E3. Relação dos desenvolvimentos vegetativo e floral segundo a média do registo dos estados fenológicos das três árvores de cada cultivar.....	65
Quadro H1. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘Arbequina’.....	69
Quadro H2. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘Cobrançosa’.....	69
Quadro H3. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘Galega’.....	70
Quadro H4. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘Picual’.....	70
Quadro I1. Comparação das datas MPF observadas com as previstas pelo modelo e o RMSE para cada cultivar.....	71

ABREVIATURAS/ACRÓNIMOS

BBCH: *Biologische Bundesanstalt and chemical industry* (Federal Biological Research Centre), Bundessortenamt (Federal Plant Variety Office).

DOY: *Day Of Year* (Dia do ano).

EM: Eficiência de modelação.

EPPO: *European Plant Protection Organization*

FF: Fim de floração

FPF: Fim de plena floração.

GEE: Gases com efeito de estufa

IF: Início de floração.

INRB/INIA: Instituto Nacional de Recursos Biológicos/Instituto Nacional de Investigação Agrária.

INE: Instituto Nacional de Estatística.

IPF: Início de plena floração.

IPCC: *Intergovernmental Panel for Climate Change*.

MPF: Média de plena floração.

TT: Tempo térmico.

TU: Total de unidades de frio (somatório).

U: Unidades de frio.

RMSE: Raiz do erro quadrático médio.

SECH: *Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*.

SROA: Serviço de Reconhecimento de Ordenamento Agrário.

1. INTRODUÇÃO

O aquecimento do sistema climático não é um equívoco. É verdade que mudanças climáticas no longo prazo tem vindo a ser observadas, como é o caso do aumento médio global da temperatura do ar, do nível dos oceanos e do derretimento do gelo. As alterações climáticas podem ser consequência de processos naturais internos ou de forças externas, ou devido a causas humanas como as mudanças provocadas na composição da atmosfera ou no uso do solo (IPCC, 2001a)

Segundo Ahrens (2001) no final do séc. XIX houve um aumento da temperatura média global. Desde o final do séc. XIX até aos dias de hoje registou-se um aumento da temperatura média global à superfície de cerca de $0,6\text{ °C} \pm 0,2\text{ °C}$ ($0,6\text{ °C}$ num intervalo de variação entre $0,4\text{ °C}$ e $0,8\text{ °C}$, com 95 % de confiança) (Folland *et al.*, 2001), sendo previstos para 2100 aumentos de $1,4\text{ °C}$ a $5,8\text{ °C}$ (De Melo-Abreu *et al.*, 2011). As emissões de gases com efeito de estufa e o uso de aerossóis em larga escala conduziram a um aquecimento global da atmosfera à taxa de cerca de $0,13\text{ °C}$ por década (De Melo-Abreu *et al.*, 2011). Na Europa a década de 1990 para 1999 foi a mais quente (IPCC, 2001, 2007, citado por García-Mozo *et al.*, 2010).

Desde 1970, em Portugal, a taxa média de aumento da temperatura é de cerca de $0,5\text{ °C}$ por década e tem-se verificado também um aumento da humidade do ar. Outras variáveis climáticas sofreram, também, alterações significativas (De Melo-Abreu *et al.*, 2011). Relativamente à precipitação, tem-se verificado uma redução da precipitação na Primavera, Verão e Outono. A necessidade de fazer previsões futuras faz com que este tema da actualidade tenha vindo a requerer cada vez mais um estudo do impacto nas culturas agrícolas. Perante um cenário de alteração climática é urgente estimar os potenciais impactos nos vários sectores de actividade, e em particular na agricultura.

As culturas agrícolas são afectadas pelas mudanças do clima, principalmente, nas seguintes vertentes: datas de ocorrência dos eventos fenológicos, crescimento e produção, uso da água e necessidades hídricas, competição de infestantes e eficiência de herbicidas, taxa de erosão do solo, incidência de pragas e doenças e eficiência de pesticidas, o que afectará de modo ainda não conhecido as condições económicas, financeiras e sociais dos agricultores (De Melo-Abreu *et al.*, 2011).

A cultura do olival não é excepção e é na vertente das datas de ocorrência dos eventos fenológicos que se debruça este trabalho. O olival é das culturas permanentes mais importantes no mundo, pois ocupa cerca de 11 milhões de hectares, segundo a FAO (2010).

Em Portugal estende-se por 336 mil hectares, todos no Continente, sendo a esmagadora maioria (99 %) destinados à produção de azeitona para azeite. O Alentejo é a principal região olivícola, com 49 % da área de olivais, seguido de Trás-os-Montes (22 %) e Beira Interior (14 %). É a principal cultura permanente, ocupando 52 % da superfície de culturas permanentes (excluindo o pinheiro manso), e está presente em 43 % das explorações agrícolas (INE, 2011) Devido a alguma influência por parte do desenvolvimento da tecnologia de produção, assim como do melhoramento de plantas, têm-se vindo a observar o crescimento em quantidade e qualidade do olival Português, mais bem planeado e mecanizado, com cultivares mais produtivas.

Para assegurar o futuro desta cultura em Portugal e no resto do Mundo, de entre os factores agrónómicos, é imprescindível o conhecimento e o controle dos diversos factores que possam afectar, de forma directa ou indirecta, o vingamento do fruto e conseqüentemente a produção final.

A utilização de modelos de simulação dos estados fenológicos é uma ferramenta que permite prever as ocorrências de acordo com os factores ambientais, o mais próximo possível da realidade, para diferentes cenários. Estas previsões proporcionam o planeamento de práticas culturais com maior precisão e permitem testar a adaptabilidade varietal e da espécie a diversos locais e ainda antever o seu comportamento em função das alterações climáticas. Já vários modelos foram propostos, donde se destaca o modelo De Melo-Abreu *et al.* (2004) utilizado no projecto “FUTUROLIVE”. A época de floração das diferentes cultivares é um parâmetro a ter em conta, uma vez que sendo o fruto uma consequência directa do processo de evolução da flor, é evidente que o número de frutos depende do número inicial de flores (Gil & Velarde, 1996). Dada a importância das cultivares, em Portugal existe particular interesse no seu estudo fenológico, na floração, qualidade da flor e no vingamento dos frutos, que são preponderantes para a produtividade e conseqüentemente para o sucesso económico da cultura.

O tema deste trabalho, decorre de uma Bolsa de Iniciação à Investigação Científica (BIIC), cujo tema genérico consiste em corroborar o modelo de simulação desenvolvido por De Melo-Abreu *et al.*, (2004), através do estudo da fenologia das cultivares anteriormente referidas e, desta forma interpretar a influência das alterações climáticas na reacção de cada cultivar.

A finalidade dos trabalhos definidos para esta investigação é aprofundar de alguma forma a calibração do modelo, e para tal, foram estudados os seguintes aspectos:

- Proceder à caracterização dos períodos de floração, definindo a data de início de floração e a data média da plena floração e a duração destas;
- Comparar a evolução dos estados fenológicos desde o desenvolvimento final até ao endurecimento do endocarpo dos frutos das cultivares em estudo no ano de 2011 com dados da observação de 10 anos no mesmo local;
- Determinar as necessidades térmicas das cultivares em estudo desde o início da actividade vegetativa (quebra de dormência) até à floração para estudos de modelação futuros;
- Reforçar o modelo de Melo-Abreu *et al.* (2004) com dados de mais um ano de observações das datas de MPF para a região de Elvas.
- Comparar e analisar as épocas de floração das diferentes cultivares em estudo;
- Caracterizar a qualidade da flor e caracterizar a qualidade do pólen com análises de variância e determinar, em percentagem, o vingamento dos frutos nos estados fenológicos (71) e (75);

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Considerações gerais da Oliveira

2.1.1. Taxonomia

A Oliveira (*Olea europaea* L.) é uma árvore dicotiledónea da classe *Magnoliopsida* pertencente à Ordem *Scrophulariales*, à família *Oleaceae* e à subfamília *Oleideae* (Cronquist, 1981, citado por Bartolini & Petrocelli, 2002).

Dos cerca de 29 géneros desta família, destacam-se pelo interesse económico ou hortícola os géneros *Fraxinus*, *Jasminum*, *Ligustrum*, *Phyllyrea*, *Syringa* e *Olea* (Heywood, 1978, citado por Rapoport, 2008).

Entre as cerca de 35 espécies do género *Olea* encontra-se a *Olea europaea* L. que apresenta a subespécie cultivada *Olea europaea* L. subsp. *europaea* e a silvestre *Olea europaea* L. subsp. *sylvestris* Miller também designada pelo nome comum de Zambujeiro (Cronquist, 1981, *cit. in* Bartolini & Petrucelli, 2002; Rapoport, 2008).

2.1.2. Origem e expansão da cultura

Pensa-se que a Oliveira domesticada seja originária de um cruzamento entre diferentes espécies de plantas do género *Olea* (Coutinho, 1956, citado por Rallo, 2004). A Oliveira (*Olea europaea* L.) é uma árvore ancestral e o seu cultivo remonta à antiguidade.

O local de origem da oliveira não está bem definido, sendo que Vavilov (1951) citado por Rallo (2004) considera que corresponde à zona do Irão e da Síria.

O cultivo expandiu-se para Oeste ao longo de toda a bacia Mediterrânea através de vários povos (gregos, fenícios e romanos) (Gouveia, 2002). Mais tarde, na época dos descobrimentos os portugueses também tiveram um lugar importante na difusão da cultura da oliveira através das expedições marítimas para as Américas.

Hoje em dia, a oliveira encontra-se principalmente na bacia mediterrânica, mas também em alguns locais do mundo, desde a Europa à Argentina, Brasil, Chile, Peru, México, EUA, até Austrália e Japão entre outros. Na actualidade, existem explorações olivícolas entre as latitudes 30 ° e 40 °, tanto no hemisfério Norte como no hemisfério Sul (Monteiro, 1999 citado por Rosa, 2003).

2.2. Caracterização do olival no mundo e em Portugal

Esta espécie está bem adaptada ao clima mediterrânico e o seu cultivo é de extrema importância para os países da bacia mediterrânica, quer pelo seu valor socioeconómico quer pelo valor ambiental.

O seu fruto é o produto com maior interesse económico, tendo como principal destino a produção de azeitona de mesa e a laboração de azeite. A madeira e as folhas também são susceptíveis de aproveitamento económico,

Do fruto obtém-se o azeite, é uma fonte saudável de gorduras insaturadas, com elevado conteúdo em ácido oleico e antioxidantes, apresentando importantes propriedades terapêuticas (Willet, 1997, citado por Sanz-Cortés *et al.*, 2002; Visioli & Galli, 2001, citado por Sanz-Cortés *et al.*, 2002).

Nos últimos 15 anos o consumo mundial de azeite aumentou em média 3,1 % ao ano. Em Portugal, o consumo tem vindo a aumentar desde o início da década de 90 (3,3 kg *per capita*) até à actualidade (7 kg *per capita*) (Casa do azeite, 2010a).

A nível mundial, no ano de 2008, a área de olival atingiu os 10.839.026 ha e em Portugal os 379.400 ha (FAOSTAT, 2010). Neste mesmo ano foram produzidas no mundo cerca de 180.838.800 t de azeitona (FAOSTAT, 2010), das quais aproximadamente 90 % se destinaram à produção de azeite (Civantos, 2008). Cerca de 98 % da superfície oleícola mundial encontra-se na bacia Mediterrânica (Civantos, 2008), onde os países da União Europeia (Espanha, França, Grécia, Itália e Portugal) são responsáveis por 76 % da produção. Os outros principais países produtores são a Síria (5,5 % da produção), a Turquia (5,0 %), a Tunísia (4,6 %), Marrocos (2,8 %) e a Argélia (1,4 %) (Casa do azeite, 2009).

Em Portugal, a produção de azeite tem vindo a recuperar do decréscimo brusco verificado depois da década de 50 do século XX (90 000 ton) até aos anos 80 (35 000 ton) (Casa do azeite, 2010c). Do ano 2008 para o ano 2009 houve um aumento da produção de azeitona de 375 000 ton (FAOSTAT, 2010) para 426 261 ton (INE, 2010).

Em Portugal, a cultivar ‘Galega’ é a mais representativa (80 % da área de olival), embora existam outras cultivares nacionais bastante relevantes, como por exemplo a ‘Cobrançosa’. A introdução de cultivares muito divulgadas em Espanha, como por exemplo a ‘Arbequina’ e a ‘Picual’, também tem sido uma realidade na última década.

O olival constitui uma das componentes mais importantes das paisagens rurais em Portugal e está distribuído pelas principais regiões olivícolas nacionais (Trás-os-Montes e Alto Douro, Beira Interior, Ribatejo e Alentejo). No entanto, ainda existem graves problemas

no nosso olival, pois grande parte são olivais envelhecidos e ainda apresentam elevada falta de cuidados culturais, como a má implantação das árvores, falta de fertilização e podas racionais, a ausência de tratamentos fitossanitários aplicados de modo sustentável, a baixa produtividade assim como a falta de apoios para manter estes olivais, que fazem parte da paisagem rural portuguesa e levam ao abandono dos agricultores. Numa perspectiva económica e para o futuro, os novos agricultores tendem a implantar olivais mais modernos com melhores práticas culturais e mais sustentáveis.

Nos últimos 10 anos tem-se assistido a um aumento das plantações de olival a nível nacional, mais por parte de investidores espanhóis do que portugueses, assim como a adesão a compassos de plantação e densidades mais apertadas como acontece sobretudo nos olivais intensivos e super-intensivos, perspectivando cada vez mais o aumento da produção e a maximização dos lucros. Estes novos olivais, são regados, totalmente mecanizados, com tratamentos fitossanitários feitos nos momentos correctos, e usam cultivares bastante produtivas e adaptadas à mecanização, como por exemplo a ‘Arbequina’.

2.3. Adaptação ecológica da oliveira

A oliveira é por excelência a cultura de clima mediterrânico, mas encontra-se distribuída entre as latitudes 30 ° e 40 ° dos Hemisférios Norte e Sul, (Civantos, 2008). Esta espécie está particularmente bem adaptada às condições ambientais extremas do clima subtropical como refere (Lavee, 1996) caracterizado por verões quentes e secos como é o clima mediterrânico.

As temperaturas óptimas para o desenvolvimento vegetativo estão compreendidas entre os 10 °C e os 30 °C. Acima de 35 °C pode haver paragens no desenvolvimento, dado que a oliveira fecha os estomas, como refere (Loussert & Brousse, 1980; citado por Cabral, 2009), para evitar um excesso de evapotranspiração. A oliveira necessita de frio para quebrar o repouso das gemas florais, e assim poder frutificar (Rallo & Martin, 1991). As temperaturas negativas limitam o seu cultivo, pois pode haver danos abaixo dos -5 °C, dependendo das cultivares. Estas temperaturas são frequentes a altitudes superiores a 800 m, o que limita a área de distribuição acima dessa cota (Agustí, 2004). Durante o repouso no Inverno temperaturas entre 0° C e -5 °C provocam pequenas feridas nos rebentos e ramos do ano, provocando a sua morte entre a -5 °C e a -10 °C e ocorre a morte de toda a parte aérea da árvore abaixo dos -10 °C (Sibbett & Osgood, 1994, citado por Navarro & Parra, 2008).

Durante o crescimento e maturação dos frutos temperaturas inferiores a 0 °C danificam estes e diminuem a qualidade do azeite. As temperaturas inferiores a 0 °C provocam também a morte das folhas recém-formadas e temperaturas ligeiramente superiores a 0 °C podem afectar a floração provocando a formação incompleta da flor (Navarro & Parra, 2008).

O sistema radicular desta espécie tem uma forte capacidade de adaptação ao solo. O tipo de sistema radicular que desenvolve depende da origem da planta e das condições do solo. Uma planta de oliveira proveniente de estaca, forma inúmeras raízes adventícias, acabando mais tarde por se comportar como principais. Por outro lado, se a origem da oliveira for a semente, a planta tem inicialmente uma raiz principal nos primeiros anos, sem ocorrer formação de raízes laterais, que apenas surgem mais tarde. A profundidade e expansão do sistema radicular dependem do tipo de solo e da profundidade deste, assim como da porosidade e do teor de água (Rallo, 1999). A oliveira desenvolve-se em solos com constituição e propriedades muito diversas, prosperando melhor em solos com moderada retenção de água, com boa permeabilidade e alguma profundidade efectiva. É uma planta resistente à seca, sensível ao encharcamento prolongado e tolerante à salinidade (Agustí, 2004), sendo uma das fruteiras mais sensíveis a condições anaeróbias do meio (Feio, 1991; Milheiro, 1992). Embora a oliveira se adapte a solos com pH ácido ou alcalino ($4,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$), prefere solos com pH próximos da neutralidade, uma vez que é nessa zona de reacção que se encontram as maiores disponibilidades de nutrientes (Milheiro, 1992).

2.4. Cultivares de oliveira

As cultivares que seguidamente se descrevem, foram escolhidas por serem de maior representatividade em Portugal ('Galega' e 'Cobrançosa') e Espanha ('Arbequina' e 'Picual'), daí o interesse da sua escolha para a contribuição de um maior conhecimento em termos fenológicos, qualidade da flor e do pólen.

2.4.1. 'Arbequina'

Esta cultivar é de origem espanhola – da região da Cataluña - e em Portugal está disseminada pelo Alentejo e Ribatejo.

As árvores desta cultivar tem baixo vigor, folha elíptica, de tamanho médio. As inflorescências são curtas e o número de flores/inflorescências é médio. O fruto possui forma

esférica ligeiramente assimétrica. A resistência do fruto ao desprendimento é média. É uma cultivar muito produtiva e regular, com uma entrada em produção muito precoce. Têm resistência ao frio, tolerante à salinidade e susceptível à clorose férrica. Apresenta alta susceptibilidade à mosca (*Bactrocera oleae*) e ao verticílio (*Verticillium dahliae*); média ao olho de pavão (*Spiloacea oleaginae*) e baixa à gafa (*Gloeosporium olivarum*) (Cordeiro *et al.*, 2009).

2.4.2. ‘Cobrançosa’

Esta cultivar é característica de Trás-os-Montes, onde também é conhecida por: 'Quebrançaosa', 'Salgueira' ou 'Madural Salgueira', constituindo cerca de 24 % das oliveiras aí existentes, numa área de cerca de 15.000 ha (Monteiro, 1999). É uma árvore com pequeno a médio porte, bastante regular e produtiva (Leitão *et al.*, 1986). Apresenta baixa sensibilidade ao olho de pavão e, elevada resistência à gafa e à mosca da azeitona (Dias *et al.*, 2000). O fruto é apenas utilizado para a produção de azeite, apresentando bom rendimento e mediana riqueza em ácido oleico (Leitão *et al.*, 1986). As épocas de floração e maturação do fruto são médias, tal como a sua entrada em produção. É tolerante ao frio e à clorose férrica, sendo no entanto, sensível à seca e à salinidade. É susceptível à tuberculose (*Pseudomonas savastanoi*) (COI, 2000).

2.4.3. ‘Galega’

É uma cultivar tipicamente portuguesa, cuja zona de origem ainda não se encontra definida, representando cerca de 80 % do olival nacional (Barranco, 2008; Leitão *et al.*, 1986).

As árvores desta cultivar apresentam um porte médio a grande e arborescência média; folhas compridas, largas e grandes. As inflorescências são médias e os botões são pequenos. O número de flores por inflorescência é médio a abundante e surgem flores supranumerárias. O fruto, com forma elipsoidal, possui um tamanho médio. Não é uma cultivar muito apropriada para colheita mecânica, pois o fruto apresenta alguma resistência ao desprendimento e a sua queda natural é muito acentuada no final da maturação (Leitão *et al.*, 1986). Possui uma entrada em produção precoce, tal como a maturação. A época de floração é média. É muito tolerante à seca, verifica-se que é sensível à salinidade e ao frio (COI, 2000). É susceptível à fumagina (*Capnodium elaeophilum*), à tuberculose, à mosca, à cochonilha negra (*Saissetia oleae*) e à gafa e resistente ao verticílio (Leitão *et al.*, 1986). A sua azeitona

destina-se essencialmente para a produção de azeite, embora seja também utilizada para conserva (Dias *et al.*, 2000). A azeitona apresenta fraco a médio rendimento em azeite, sendo pobre em ácido linoleico (Leitão *et al.*, 1986).

2.4.4. 'Picual'

É uma cultivar originária da Andaluzia (Espanha) e é também conhecida por outras denominações como 'Martinho', 'Nevadinho' e 'Loprenho' (Barranco, 2008; Tous *et al.*, 1998).

É uma árvore de porte médio e é precoce na entrada em produção, apresentando produtividades elevadas (Barranco, 2008; Tous *et al.*, 1998). É muito sensível ao olho de pavão e ao verticílio e é tolerante à tuberculose (Agustí, 2004). O rendimento em gordura é elevado, mas a qualidade do azeite é médio, com elevados índices de estabilidade e níveis de ácido oleico (Barranco, 2008).

2.5. Escalas fenológicas

Os estados fenológicos do ciclo vegetativo e reprodutivo da oliveira são descritos através de diferentes escalas, cuja correspondência se encontra no Anexo A. A escala mais utilizada é a desenvolvida por Colbrant & Fabré (1972). Esta escala engloba apenas o desenvolvimento floral desde o estado invernal (A) até ao endurecimento do endocarpo, estado (I₁), a ilustração dos estados fenológicos encontra-se no Anexo B. Outra escala mais recente e mais completa é utilizada neste trabalho e é a descrita por Sanz-Cortés *et al.* (2002). Esta é uma adaptação à escala BBCH (*Biologische Bundesanstalt Chemische Industrie*), que é a oficialmente aceite pela EPPO (*European Plant Protection Organization*). É uma escala decimal de 2 dígitos, sendo o primeiro referente ao estado principal de crescimento (ex: “floração”) e o segundo ao estado secundário (ex: “primeiras flores abertas”). A ilustração dos estados fenológicos desta última escala encontra-se no Anexo C.

A fenologia consiste no estudo da ocorrência de eventos biológicos periódicos (estados fenológicos) e da sua relação com o ambiente, em especial com o clima. Os eventos biológicos são referentes a uma determinada etapa do seu desenvolvimento como por exemplo: abrolhamento, floração, maturação e senescência (Lieth, 1974, citado por Osborne *et al.* 2000).

Durante o período Outono – Invernal, de Novembro a Fevereiro, as gemas foliares e o ápice dos rebentos do ano anterior estão completamente fechados e inativos, correspondendo esta fase ao estado 00 da escala da BBCH adaptada para a oliveira. As gemas foliares começam a inchar e a mostrar os primórdios das novas folhas, estado 01. No estado 03, as gemas foliares alargam-se e separam-se da base. O estado 07 corresponde ao aparecimento de pequenas folhas, ainda não completamente separadas, permanecendo os extremos apicais unidos. Quando as pequenas folhas se desenvolvem mais e as suas extremidades se cruzam, atinge-se o estado 09 (Sanz-Cortés *et al.*, 2002., citado por Cabral, E., 2009).

O estado de desenvolvimento primário 1 - desenvolvimento das folhas - tem 3 estados. O estado 11 evidencia a completa separação das primeiras folhas, de coloração verde acinzentada. O estado 15 ocorre quando as folhas estão mais longas, sem atingirem o seu comprimento final. As primeiras folhas ficam verdes na face superior. É no estado 19 que as folhas atingem o tamanho e comprimento típico da cultivar (Sanz-Cortés *et al.*, 2002., citado por Cabral, E., 2009).

Na fase do desenvolvimento dos lançamentos, o primeiro dígito 3 corresponde ao estado de desenvolvimento dos rebentos. No estado 31, os rebentos atingem 10 % do seu comprimento final. No estado 33, 30 %. No estado 37, 70 % (Sanz-Cortés *et al.*, 2002., citado por Cabral, E., 2009).

O estado 5 dá-se quando ocorre a emergência da inflorescência. No estado 50, as gemas florais estão completamente fechadas nas axilas das folhas. A sua ponta é afiada e tem uma cor ocre. No estado 51, as gemas começam a inchar e, no 53, as gemas florais abrem-se e começa o desenvolvimento das flores. No estado 54, dá-se o crescimento das flores. Quando o cacho floral está completamente desenvolvido e as gemas florais começam a abrir, atinge-se o estado 55. Quando a corola fica verde e mais longa que o cálice atinge-se o estado 57. O estado 59 ocorre quando a cor da corola muda de verde para branco.

O estado 6 corresponde à floração. A abertura das primeiras flores corresponde ao estado 60. Atinge-se o estado 61 quando 10 % das flores estão abertas e o estado 65 corresponde à plena floração. No estado 67 começa a queda das pétalas. Atinge-se o estado 68 quando a maioria das pétalas caiu ou estão manchadas. No estado 69, atinge-se o fim da floração e dá-se o vingamento inicial, com a queda dos ovários não fertilizados.

O desenvolvimento dos frutos é identificado pelo primeiro dígito 7. O estado 71 identifica frutos com 10 % do seu tamanho final. O estado 75 identifica frutos com 50 % do seu tamanho final e corresponde ao endurecimento do endocarpo em que o fruto apresenta

resistência ao corte. Quando os frutos atingem 90 % do seu tamanho final alcançam o estado 79 e estão aptos para serem colhidos em verde.

O estado de desenvolvimento 8 define o grau de maturidade do fruto. O estado 80 ocorre quando a cor do fruto passa a verde - claro ou amarelado. O estado 81 define o princípio da coloração do fruto. O aumento da intensidade da coloração do fruto é definido pelo estado 85. Quando se atinge o estado 89, os frutos já têm cor típica da cultivar, mas ainda permanecem túrgidos e podem ser colhidos e usados para extracção de azeite.

O estado de senescência é o 9. O estágio 92 define a sobre maturação dos frutos, que perdem a sua turgidez e começam a cair (Sanz-Cortés *et al.*, 2002., citado por Cabral, E., 2009).

O conhecimento correcto da evolução dos estados fenológicos da cultura, permite desenvolver estratégias para responder às necessidades da oliveira, nomeadamente no que corresponde às necessidades de rega, fertilização, aplicação de fito fármacos, podas, mobilização do solo, etc. Deste modo contribui-se assim para uma agricultura mais sustentável, na medida em que só se aplica à cultura apenas o que esta precisa e quando precisa.

2.6. Ciclo bienal da oliveira

No decurso de vida desta espécie existem duas fases: a juvenil e a adulta. A fase adulta dá-se a partir do momento em que começa a produção de azeitona.

Os processos fisiológicos associados à frutificação, tem a duração de 2 anos consecutivos, sendo o ciclo reprodutivo bienal, como se pode observar na Figura 1. O crescimento vegetativo (folhas e lançamentos) e reprodutivo (flores e frutos) são fenómenos cíclicos que coincidem e participam numa série de fenómenos de competição e inibição dentro da planta, tanto por nutrientes, tanto por foto-assimilados. No primeiro ano deste ciclo formam-se as gemas e ocorre a indução floral até ao repouso vegetativo. No segundo ano, há o desenvolvimento das flores, a floração e o crescimento e desenvolvimento dos frutos que conclui com a sua maturação (Rallo & Cuevas, 2008). No primeiro ano genérico n não há produção mas sim uma elevada indução floral. No segundo ano seguinte $n+1$, a indução floral é muito menor por efeito da presença de frutos. Estes processos determinam o crescimento vegetativo e o nível de floração do ano seguinte. Este aspecto caracteriza a alternância de produção (safra e contra-safra) da oliveira (Rallo & Cuevas, 2008).

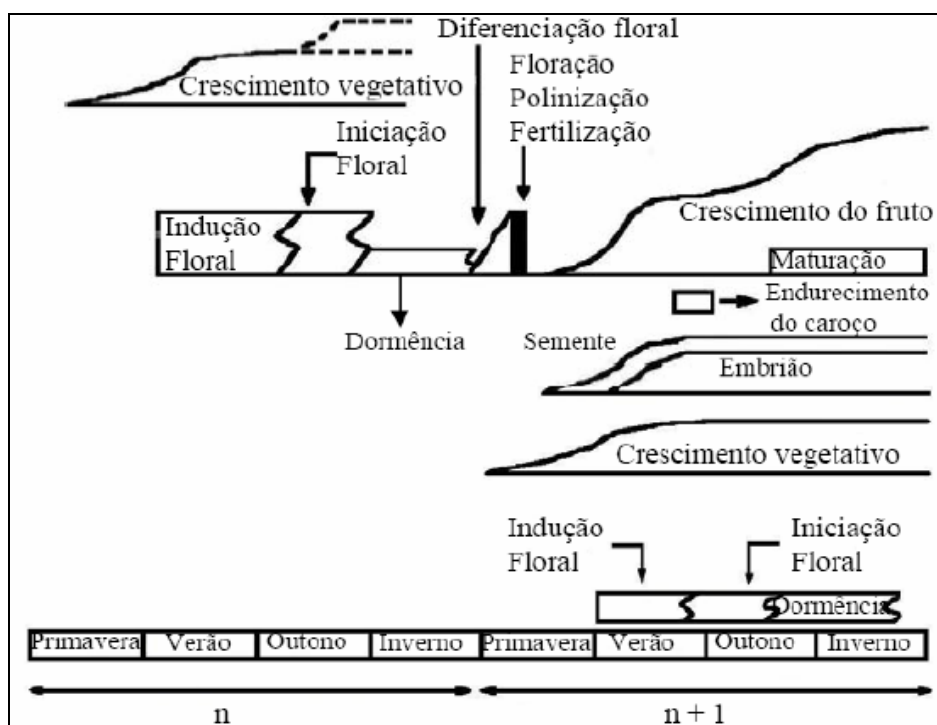


Figura 1. Ciclo anual da oliveira (Silva, 2008, adaptado de L. Rallo, 1994).

2.6.1. Crescimento vegetativo

Nas axilas das folhas dos ramos em crescimento do ano corrente, os botões em crescimento formam-se nas gemas. O destino destas, vegetativas (Figura 2) e/ou florais (Figura 3), depende provavelmente dos estímulos que recebem desde meados de Junho até finais de Outubro (Rallo, L., 1994). O crescimento e desenvolvimento destas, fica completo 6 semanas após o início da sua formação. As gemas permanecem dormentes sem modificar a sua morfologia até ao abrolhamento na Primavera seguinte (Rubio *et al.* 2007, citado por Rallo & Cuevas, 2008). Segundo Rallo (1994), as gemas vegetativas brotam no final de Março um pouco mais tarde que as gemas florais. O crescimento dos lançamentos ocorre segundo 1 ou 2 fluxos ao longo do ano, dependendo da temperatura, disponibilidade hídrica e da radiação solar (Lavee, 1996; Connor & Fereres, 2005). O fluxo mais importante de crescimento de Primavera dura até meados de Julho. Um segundo fluxo pode ocorrer entre Setembro e metade de Outubro. Em anos de safra observa-se nas árvores um fluxo contínuo mas irregular desde Março até ao final de Outubro. Uma vez que o crescimento dos botões é muito afectado pela colheita presente devido ao facto dos frutos fixarem a maior parte dos foto-assimilados da planta, inibindo ou reduzindo o crescimento vegetativo. Este está

determinado fundamentalmente pela fotossíntese e a presença de outras partes alternativas da planta com maior ou menor capacidade competitiva (Rallo, L., 1994).



Figura 2. Gema vegetativa axilar



Figura 3. Gema floral axilar

2.6.2. Desenvolvimento floral

O desenvolvimento floral consiste no processo de alteração fisiológica no meristema apical de uma gema que determina o seu carácter floral (SECH, 1998). A brotação das gemas florais inicia o crescimento e desenvolvimento das inflorescências e das flores. Estes processos evoluem sequencialmente e sem interrupções até à floração. Dois aspectos são de particular interesse nesta fase: (a) a duração do período de brotação - floração e (b) o desenvolvimento dos órgãos florais. A duração do período de brotação - floração varia com uma série de factores como: a cultivar, a região, as condições climáticas, data da colheita anterior, estado fitossanitário, disponibilidade de água e nutrientes e o aumento global da temperatura. Estes são alguns dos factores que podem influenciar a data e a duração deste período.

O desenvolvimento dos órgãos florais ocorre em simultâneo com o período de brotação – floração. Neste começa a manifestar-se uma característica mais evidente na oliveira: a competição por foto-assimilados. Esta afecta o desenvolvimento dos órgãos florais e a sua capacidade frutífera. Durante a floração ocorre a polinização, isto é, a passagem dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma da mesma (autopolinização) ou de outra flor (polinização livre), sendo que na oliveira, existem mecanismos favorecedores de

alogamia (Rallo, L., 1994). Após o crescimento do tubo polínico ocorre a fecundação e inicia-se o crescimento do fruto (Rallo & Cuevas, 2001).

2.6.3. Desenvolvimento dos frutos

Desde a fecundação até à maturação, o fruto atravessa uma série de etapas segundo uma sequência precisa e pré-determinada. O desenvolvimento inicial do fruto resulta ainda que desconhecidos os mecanismos, da interação semente – ovário. O desenvolvimento da semente em particular do endosperma parece determinante para o crescimento do fruto. A destruição da semente neste período leva à abscisão do fruto. Por outro lado quando o embrião alcança um certo tamanho, ocupando a maior parte da semente, a presença da mesma já não é imprescindível para a continuidade da azeitona, ou seja sua destruição não implica a abscisão do jovem fruto.

A divisão e expansão celulares contribuem para o aumento do tamanho do fruto na primeira fase de crescimento. Esta fase é concluída aproximadamente com o final do endurecimento do endocarpo (esclerificação), que sucede cerca das 7 às 9 semanas depois da floração, quando o fruto apresenta resistência ao corte. Após um período durante o qual o crescimento diminui ou cessa, o fruto experimenta um novo incremento de tamanho, dando-se a síntese de ácidos gordos nos vacuolos das células do mesocarpo, o que determina o rendimento em gordura da azeitona. Esta fase termina com a mudança de cor da epiderme, o que determina o começo da maturação. (Rallo, L., 1994).

O tamanho do fruto é uma característica determinada pelo número de células do mesocarpo, tamanho destas e respectivos espaços intercelulares. Numa determinada cultivar, o tamanho do fruto varia consideravelmente entre árvores e entre anos, fundamentalmente em função da produção da árvore e da disponibilidade da água durante o período de crescimento do fruto.

O rendimento em gordura é uma característica determinada pela proporção da polpa na azeitona e pela capacidade das células dessa polpa que tem para sintetizar gordura. O conteúdo em gordura da polpa na matéria seca é fundamentalmente determinado por factores genéticos (Rallo & Cuevas, 2001).

2.7. Estudo da qualidade da flor

Em oliveira, a polinização denomina-se por polinização anemófila, uma vez que ocorre graças à acção do vento, o que não quer dizer que não tenha algum auxílio por parte dos insectos.

A proporção de flores estaminíferas, assim como o número de flores por inflorescência, varia segundo a cultivar e as condições ambientais de ano para ano. Em anos com boa floração, o vingamento de 1-2 % das flores é suficiente para obter uma óptima produção (Lavee, 1996).

A qualidade da flor é afectada por 2 factores principais: os climáticos como a temperatura, e os genéticos. Para Cordeiro & Martins (2002), a influência do clima é tão grande que as suas variações podem provocar modificações anuais nos calendários normais de floração, devido a inter-relações com a fisiologia de cada espécie e cultivar. Cordeiro & Martins (2002) verificaram que, quanto mais elevado for o somatório das temperaturas máximas nos 2 meses anteriores à época de floração, mais precoce será a floração, confirmando assim a importância da temperatura máxima nos 2 meses anteriores à época de floração.

Para Barranco *et al.* (1994), a variabilidade intra-específica é um comportamento que parece estar relacionado com a resposta diferencial das cultivares às variações de temperatura, possivelmente relacionada com a origem dessas cultivares.

Também Ferrara *et al.* (2002), num ensaio de vinte cultivares de oliveira, demonstraram a relação da data de floração com amplitudes as térmicas diárias verificadas entre Fevereiro e Maio. Tendo concluído que as temperaturas anteriores à floração influenciam a época de floração das cultivares.

Hartmann (1953) afirma que a época de floração da oliveira está intimamente relacionada com o número de horas de frio. Quando o Inverno é frio e a Primavera temperada, a floração desenvolve-se de forma óptima (Gil e Velarde, 1992, citado por Martins, 2002). A época de floração é determinada por características genéticas mas também é influenciada por factores climáticos (Barranco *et al.*, 1994).

Badr e Hartmann (1971); citado por Martins (2002), por sua vez citado por Ruivo (2009), verificaram que a temperatura durante a fase de desenvolvimento das inflorescências também tem influência na qualidade da flor. Constataram que, a ocorrência de temperaturas baixas nesta fase origina menor aborto do pistilo, enquanto temperaturas elevadas provocam o desenvolvimento acelerado das inflorescências e conduzem ao aumento do aborto do pistilo.

Na oliveira, temperaturas muito elevadas durante a fase de diferenciação floral diminuem a percentagem de flores normais (Argenson *et al.*, 1999). Segundo Monteiro (1999), a floração da oliveira torna-se abortiva com temperaturas médias de 18 °C (Maio – Junho). Rallo e Cuevas (2001) referem que as temperaturas elevadas nos meses de Março e Abril adiantam a floração, acontecendo o inverso quando as temperaturas nestes meses são baixas.

A percentagem de flores perfeitas e de flores imperfeitas está determinada geneticamente e é específica de cada cultivar (Brooks, 1948;. Riera, 1941, citado por Ruivo 2009), refere que a esterilidade morfológica feminina é característica da cultivar, ou pelo menos influenciada por factores genéticos. Existem cultivares com maior tendência para produzirem flores perfeitas e outras com maior tendência para produzirem flores estaminadas.

Um regime hídrico deficiente durante o período de diferenciação floral e crescimento das inflorescências exerce um efeito negativo na qualidade das flores, aumentando a proporção de flores imperfeitas (Delmas *et al.*, 1989). Hartman & Panetsos (1961) também referem o aumento do número de flores imperfeitas quando, no período de desenvolvimento das inflorescências, ocorre falta de humidade. O estado hídrico e nutritivo em que se encontram os ramos também parece influenciar a qualidade das flores.

Brooks (1948) citado por Martins (2002), por sua vez citado por Ruivo (2009), observou que ramos com maior vigor apresentaram maior proporção de flores perfeitas nas inflorescências do que nos ramos mais débeis.

Para Cuevas & Rallo (1990), citado por Martins (2002), por sua vez citado por Ruivo (2009), o nível de floração das árvores também tem influência na percentagem de flores estaminadas. Estes autores referem que em anos com baixo nível de floração, a qualidade da flor aumenta e como consequência, o vingamento de fruto também aumenta, ou seja, existe um efeito compensatório na oliveira.

2.8. Estudo da qualidade do pólen

O conhecimento da capacidade do pólen para germinar e crescer normalmente, é muito importante quando se pretende a sua utilização para fins de melhoramento ou questões genéticas. Por outro lado, a qualidade do pólen é das características mais importantes para que a polinização seja eficiente e para se escolher uma cultivar para polinizadora.

Existem diferenças na capacidade germinativa do pólen entre cultivares de diferentes espécies, determinadas por factores genéticos, ambientais e sanitários. Fernández-Escobar *et al.* (1981), Pacini *et al.* (1978), citados por Leitão *et al.* (1982), citados por Ruivo (2009), afirmaram que as características do pólen, no que se refere à viabilidade, parecem depender mais da natureza da cultivar que dos factores ambientais. A incompatibilidade na oliveira caracteriza-se pela existência de pólen e óvulos funcionais e, a não formação de zigotos em consequência de um obstáculo fisiológico, que impede a fecundação e que actua no sentido de impedir a autopolinização. Nesta autoincompatibilidade da oliveira existe a incapacidade total ou parcial da planta para formar sementes viáveis quando ocorre a autopolinização. Trata-se assim de um sistema conduzido geneticamente que força a polinização livre (cruzada). Esta incapacidade manifesta-se pela não germinação do pólen sobre o próprio estigma ou então, na detenção do crescimento do tubo polínico antes de lançar os gâmetas masculinos no saco embrionário (Cuevas, 1992., citado por Ruivo, 2009). Apesar de alguns resultados aparentemente contraditórios de trabalhos realizados nas últimas décadas sobre biologia floral, existe consenso em relação à influência da cultivar na resposta à polinização.

Existem cultivares como a ‘Manzanilha de Sevilha’ e a ‘Verdeal’, que se manifestam parcialmente auto-incompatíveis, outras, como a ‘Picual’, a ‘Arbequina’ e a ‘Hojiblanca’, que são auto-incompatíveis (Fernández-Bolaños e Frias, 1969), citado por Ruivo, (2009).

A importância da polinização cruzada também foi estudada por vários autores. Riera (1950) citado por Ruivo (2009), salientou a importância da polinização cruzada no aumento da produção e redução da alternância na produção. Chaux (1959) citado por Martins, (2002), num ensaio em cultivares argentinas durante 5 anos, concluiu que em autopolinização, a produção foi muito reduzida ou mesmo nula. Fernández-Escobar & Rallo (1981) citado por Ruivo (2009), salientaram a existência de extensas plantações monovariais, em Espanha, sem aparentes problemas de produção e quando promoveram a polinização cruzada nestes olivais, não obtiveram aumentos significativos de produção.

Também mais tarde Fernández-Escobar & Gómez-Valledor (1985) citado por Ruivo (2009), num ensaio realizado em Espanha, concluíram que a polinização cruzada melhorou a qualidade da colheita e reduziu o número de frutos partenocarpicos. A partenocarpia é um fenómeno que também ocorre na oliveira, trata-se de um tipo de esterilidade fisiológica que ocorre devido a factores internos da fecundação e caracteriza-se pela formação de frutos partenocarpicos, frutos sem embrião.

Diversos procedimentos experimentais têm sido utilizados para avaliação da viabilidade do pólen, entre estes os métodos que têm sido usados são: Teste de actividade

enzimática; teste de ressonância magnética nuclear (NMR); teste de fluorescência (FCR); teste de coloração do conteúdo da célula vegetativa e teste de germinação “*in vitro*”.

O primeiro teste, que hoje em dia é pouco utilizado, destina-se a avaliar a actividade de determinadas enzimas da célula vegetativa (Barroso, 1990).

No segundo teste determinam-se os níveis de água livre quimicamente ligada nas células dos grãos de pólen, com base na correlação que existe entre esta última e a viabilidade do pólen. Este teste caracteriza-se por ser o único que permite avaliar a qualidade do pólen sem o destruir (Knox *et al.*, 1986).

O terceiro teste permite avaliar de forma indirecta a viabilidade do pólen. Este é colocado numa gota de solução de diacetato de fluoresceína e acetona, previamente misturada com uma solução de sacarose. Assim obtém-se uma pressão osmótica idêntica à de um grão de pólen. Se o grão for viável, a esterase liberta a fluoresceína do acetato de fluoresceína não fluorescente, que é retida no citoplasma, tornando-se fluorescente (Heslop-Harrison, 1970).

Nos testes de coloração do conteúdo da célula vegetativa podem-se utilizar diversos corantes, entre os quais: azul de anilina, azul de toluidina, azul carmim, carmim acético, verde malaquite, entre outros. O objectivo deste teste é de tornar a exina, o menos corada possível, afim de se observar bem a coloração do conteúdo celular. Leitão *et al.*, (1982) referem vários autores que estudaram a viabilidade do pólen de oliveira, utilizando diferentes corantes como o lactofenol – azul de anilina, o lactofenol – azul de algodão e o carmim acético. No entanto, nos seus trabalhos, Leitão *et al.* (1982) realizaram a técnica de coloração descrita por Alexander (1969), que utiliza o corante verde malaquite, obtendo valores de viabilidade que oscilam entre 59,4 % e 96,81 %.

Os testes de germinação “*in vitro*” são os métodos mais utilizados para determinar a viabilidade do pólen. Keulemans (1984) refere que esta técnica não é um bom critério para a avaliação de uma cultivar como polinizadora. Também Almeida (1940) afirma que a percentagem de pólen germinado num meio artificial não é uma indicação segura do número de flores que vingaram se com ele fossem polinizadas. No entanto, e de acordo com Barroso, é dos testes que melhor se correlaciona com a germinação “*in vivo*”. É também um método que permite estudar as condições do meio mais favoráveis para a germinação do pólen. Segundo Lee (1980), citado por Barranco (1990), tendo em atenção a relação existente entre a percentagem de germinação “*in vitro*” e o crescimento do tubo polínico através do pistilo, afirmou que esta parece ser uma boa técnica para estudar a viabilidade do pólen, associada aos factores de crescimento do tubo polínico. Diversos são os factores que influem a

germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico “*in vitro*”, por exemplo o surgimento de bactérias no meio.

De acordo com Heslop – Harrison *et al.* (1984), nenhum dos referidos testes consegue determinar com exactidão a capacidade que o grão de pólen possui para transportar o gâmeta masculino até ao saco embrionário. Apenas através da observação da germinação e crescimento do tubo polínico “*in vivo*”, se pode observar com exactidão a viabilidade do pólen.

De acordo com Polito Luza (1988), o facto de o pólen não germinar pode ser devido essencialmente a duas causas: (1) - Inviabilidade do grão de pólen, devido a razões de ordem ambiental ou genética; (2) - Devido à inexistência das condições óptimas para a sua germinação. Neste tipo de teste há que tentar eliminar o mais possível a segunda causa, tornando-se por isso necessário determinar as condições óptimas para a germinação do pólen. Para além da qualidade intrínseca do próprio pólen, a capacidade de germinação é também influenciada pelas condições ambientais do processo de germinação.

Segundo Rallo (1994), a temperatura é um dos factores ambientais que mais influência tem sobre a germinação do pólen. Nos trabalhos de Porlingis e Sfakiotakis (1968); Griggs *et al.* (1975) e Fernández-Escobar *et al.* (1981), aconselham os 25 °C como temperatura óptima de incubação do pólen de oliveira.

O pH do meio germinativo é outro factor importante na germinação “*in vitro*” do pólen (Fernández-Escobar *et al.*, 1981). Riera (1950b), conseguiu obter bons resultados de germinação quando acidificou o meio com ácido cítrico, para obter valores de pH entre 4 e 4,5.

Stanley e Linskens (1974), referem que a densidade de grãos de pólen no meio germinativo condiciona a germinação “*in vitro*” em diversas espécies vegetais. Para a oliveira, Fernández-Escobar *et al.* (1981), consideram que o tamanho da população de pólen não afecta a germinação, ainda que recomendem uma densidade de 100 a 200 grãos por 0,01 ml de meio germinativo.

2.9. Simulação das datas de ocorrência da floração na oliveira.

A modelação dos estados fenológicos permite prever as suas ocorrências, de acordo com factores ambientais. A previsão dos estados fenológicos da oliveira é importante pois

proporciona a possibilidade de: antever o comportamento das cultivares em novos ambientes; monitorizar o impacto de pragas; projectar possíveis produções; planear a rega, a aplicação de fito fármacos, a poda e a colheita da azeitona; prever a concentração de pólen na atmosfera (prevenindo alergias atempadamente). Os estudos de fenologia da oliveira têm-se focado nas seguintes fases: abrolhamento (Orlandi *et al.*, 2004), floração (Alcalá & Barranco, 1992; De Melo-Abreu *et al.*, 2004) e maturação dos frutos (Barranco *et al.*, 1998). Para avaliar correctamente o efeito das variações ambientais, são necessárias séries longas de observações fenológicas de um mesmo local acompanhadas por dados meteorológicos.

Na criação de modelos de previsão da floração podem ser utilizadas datas procedentes da observação dos estados fenológicos ou datas referentes à medição da concentração de pólen na atmosfera (Galán *et al.*, 2001, citado por De Melo-Abreu *et al.*, 2004). Estes modelos são baseados na temperatura do ar, sendo calibrados para determinado local. De Melo-Abreu *et al.* (2004) desenvolveram um modelo de duas fases que permite prever as datas de floração. A primeira fase é uma adaptação ao modelo de Utah (Richardson *et al.*, 1974) e permite contabilizar os requisitos de frio da oliveira em unidades de frio (U). A segunda fase do modelo é uma aproximação à equação do tempo térmico (TT) (Monteith, 1977), correspondendo à acumulação de calor necessária ao desenvolvimento floral até à plena floração (fase de forçagem).

2.9.1. Modelação das necessidades de frio

No modelo de Utah (Richardson *et al.*, 1974) uma unidade de frio equivale a uma hora de exposição à temperatura ideal para a quebra do repouso. A exposição a temperaturas superiores ou inferiores a estas unidades de frio são inferiores a um, podendo até ser negativas. Este modelo consiste na acumulação das unidades de frio até satisfazer os requisitos para a quebra do repouso invernal (dormência) das fruteiras caducifólias (Moreno, 2000). Para a oliveira as temperaturas entre 0 °C e 21,1 °C limitam as necessidades de frio segundo Denney *et al.*, (1985); citado por Maia, F., (2011) e a acumulação é máxima para a temperatura igual a 7,2 °C (Rallo & Martin, 1991). De Melo-Abreu *et al.* (2004), apresentam um modelo, que é uma simplificação do modelo do Utah, e que por ter menor número de parâmetros permite ser ajustado a base de dados mais pequenas. Utilizando uma extensa base de dados, os parâmetros deste modelo foram calculados, sendo o limite máximo da acumulação de frio igual a 20,7 °C e a temperatura equivalente a uma unidade de frio igual a 7,3 °C. A unidade de frio é calculada de acordo com a equação (1).

Equação (1):

$$U = \begin{cases} 0, & T_h \leq 0 \\ \frac{T_h}{T_0}, & 0 < T_h \leq T_0 \\ 1 - (T_h - T_0) \frac{1-a}{T_x - T_0}, & T_0 < T_h \leq T_x \\ a, & T_h > T_x \end{cases}$$

Nesta equação T_h corresponde à temperatura horária do ar (°C), T_0 à temperatura onde U é máxima (°C), T_x (°C) é a temperatura a partir da qual U é constante e é igual a (a). Na Figura 4 está representado graficamente este modelo cujo vértice corresponde a uma unidade de frio.

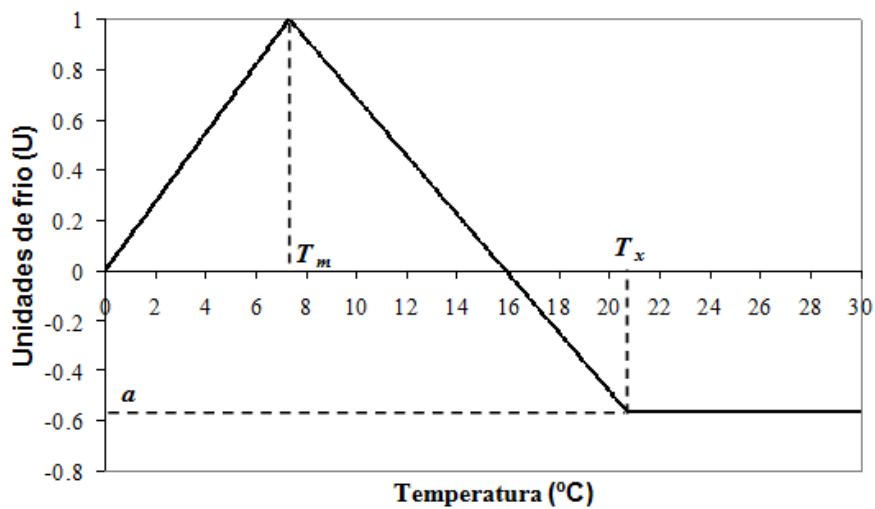


Figura 4. Representação gráfica da equação para a determinação das unidades de frio (De Melo-Abreu, *et al.*, 2004).

2.9.2. Modelação da fase de forçagem

Na fase de forçagem, faz-se o cálculo do tempo térmico, consubstanciado pelo somatório de temperaturas médias diárias acima de uma temperatura base (Monteith, 1977). Experiências sobre a cultivar de ‘Maçanilha’ demonstraram que o abrolhamento não ocorre a temperaturas entre 5 °C e 8 °C, e que ocorre a 9,2 °C (Torreño, 1993, citado por De Melo-Abreu *et al.*, 2004). Segundo o trabalho de De Melo-Abreu *et al.* (2004) a temperatura base da fase de forçagem que melhor se ajusta à oliveira é de 9,1 °C. Na fase de forçagem, a aplicação, segue a equação (2) do tempo térmico (Monteith, 1977):

Equação (2):

$$TT \approx \sum_{i=1}^n (T_i - T_b) \Delta t$$

Assim acumulam-se as temperaturas médias diárias (T_i) acima da temperatura base (T_b).

2.9.3. Impacto das alterações climáticas

A cultura do olival sendo das culturas mais importantes da bacia mediterrânica também poderá ser influenciada pelo impacto das alterações climáticas. As regiões da bacia mediterrânica em comparação com o resto da Europa são susceptíveis de ter maior aumento da temperatura e concentração de chuvas no Outono e Inverno, e menor precipitação total anual. Em Portugal, uma vez que os olivais são principalmente do tipo tradicional, estas alterações podem comprometer a expansão da olivicultura e a sua intensificação, devido a alterações fisiológicas adversas nas árvores e aumento da incidência de pragas e doenças. (De Melo-Abreu *et al.*, 2011)

Com o aumento global da temperatura a floração ocorre mais cedo e, algumas cultivares não satisfazem os seus requisitos de frio, o que poderá dar origem a perdas de produção (De Melo-Abreu *et al.*, 2004). Utilizando modelos, é possível simular o crescimento e produção de culturas e a rotação destas, dispersão de pragas e de doenças, sistemas de manejo de gado, e ver o impacto de vários cenários de alterações climáticas sem e com medidas de adaptação (De Melo-Abreu *et al.*, 2004). Deste modo, tais previsões procedem à incrementação de uma agricultura mais sustentável na cultura do olival, proporcionando mais-valias no que diz respeito à realidade dos dias de hoje e num futuro próximo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, solo e clima do campo experimental

O campo experimental onde foram realizados todos os estudos inerentes a este trabalho, é constituído por duas parcelas de olival e situa-se em Elvas na Herdade do Reguengo – Instituto Nacional de Recursos Biológicos – Instituto Nacional de Investigação Agrária (INRB/INIA) como se pode observar na Figura 5. Está localizado nas coordenadas 38°54'11"N e 7°08'26"O.



Figura 5. Instituto Nacional Investigação Agrária – Departamento de Olivicultura (1 - Campo p s – mãe; 2 - Campo da várzea).

Fonte: www.googleearth.com

De acordo com a carta de solos de Portugal número 37-A, o olival localizado na parcela designada por campo p s – mãe (1), encontra-se instalado numa mancha mista de solos Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos de Calcários Cristalinos associados a outras Rochas Cristalofilicas Básicas (Vcv) e de solos Calcários Vermelhos associados a dioritos ou gabros ou rochas cristalofilicas básicas (Vc') com cerca de 3 % de declive. São solos

argiluvitados pouco insaturados que se caracterizam por apresentarem um perfil ABC, que pode ir a 0,5 m de profundidade, com pH 6-7. O grau de saturação do horizonte B é superior a 35 % e aumenta, ou pelo menos não diminui com a profundidade e nos horizontes subjacentes. Estes solos são formados a partir de rochas calcárias e apresentam cores avermelhadas ou amareladas nos horizontes A ou B ou em ambos, quando situados em climas com características mediterrâneas. Trata-se de um solo em que o horizonte A, apresenta textura mediana, franca, por vezes franco – argilosa, estrutura grumosa ou grumosa fina – moderada e é friável (Cardoso, 1965). Apresenta alguns afloramentos rochosos na parcela.

O olival localizado na parcela da várzea (2), está instalado numa mancha de Aluviosolos (A) e solos de baixa (Coluviosolos), sem declive significativo e apresentando à plantação um pH de 6-7. Regra geral estes solos apresentam um pH entre 5,5 e 5,8, com uma profundidade até 0,75 m e textura mediana. São solos incipientes em que os processos de formação de solo não actuaram ainda tempo suficiente para provocar quaisquer diferenciações, a não ser, em muitos casos, uma certa acumulação de matéria orgânica à superfície, a qual nunca é muito grande porque, dado o bom arejamento dessa camada superior, a mineralização se processa rapidamente. Embora, estes solos apresentem muitas vezes considerável variação morfológica com a profundidade, especialmente no que diz respeito à textura, não possuem verdadeiros horizontes genéticos. Estes solos têm, em regra, uma toalha freática mais ou menos profunda, sujeita a oscilações acentuadas no decurso do ano, mas não mostram no perfil qualquer efeito acentuado da água estagnada, porem, geralmente humedecidos e influenciados fortemente na sua economia de água (Cardoso, 1965).

Pela classificação de Köppen, Elvas é abrangida por um clima Mediterrânico Mesotérmico húmido de verão quente (Csa), sendo o Inverno chuvoso com temperaturas moderadas e o Verão quente e seco (Miranda, 2001). Considerando o período normal de 1971-2000, a temperatura média anual é 16,3 °C e varia entre 8,6 °C do mês de Janeiro e 25,1 °C do mês de Julho. A precipitação média anual é de 535,4 mm. A ocorrência de chuvas está concentrada nos meses de Inverno e Primavera (cerca de 70 % do total) e o Verão é uma estação seca, como se pode verificar na Figura 6, que corresponde ao gráfico termopluviométrico com dados de 30 anos (1971-2000) da pluviosidade e da temperatura para Elvas.

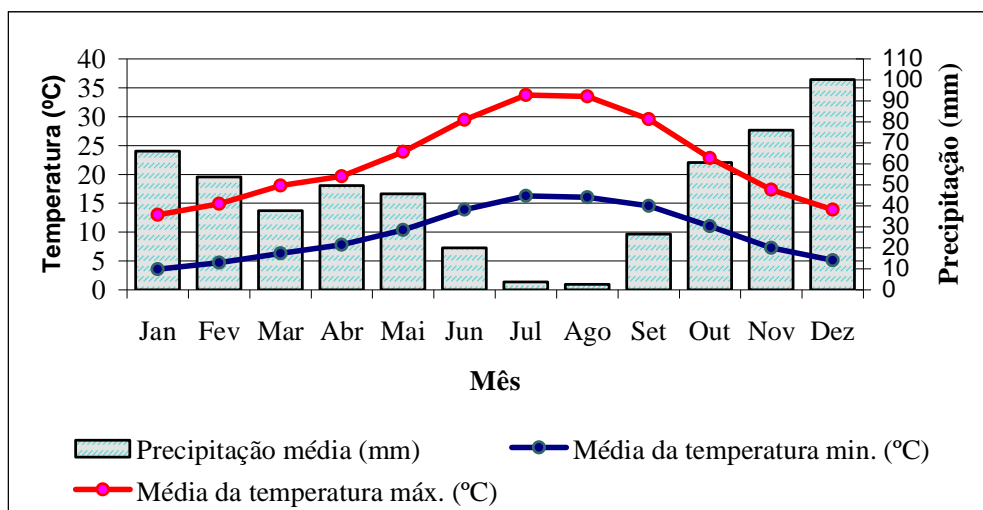


Figura 6. Gráfico termopluiométrico de 30 anos (1971-2000) da pluviosidade e das temperaturas mínimas e máximas (Estação meteorológica da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas).

Como os trabalhos de campo finalizaram em meados de Junho do ano de 2011, aquando do endurecimento do endocarpo, correspondendo ao estado fenológico (71), apenas se apresentam os dados da temperatura e da precipitação de Janeiro a Julho. Na Figura 7 está representado um gráfico Termo-pluiométrico com dados medidos na Herdade do Reguengo, desde de Janeiro a Julho de 2011.

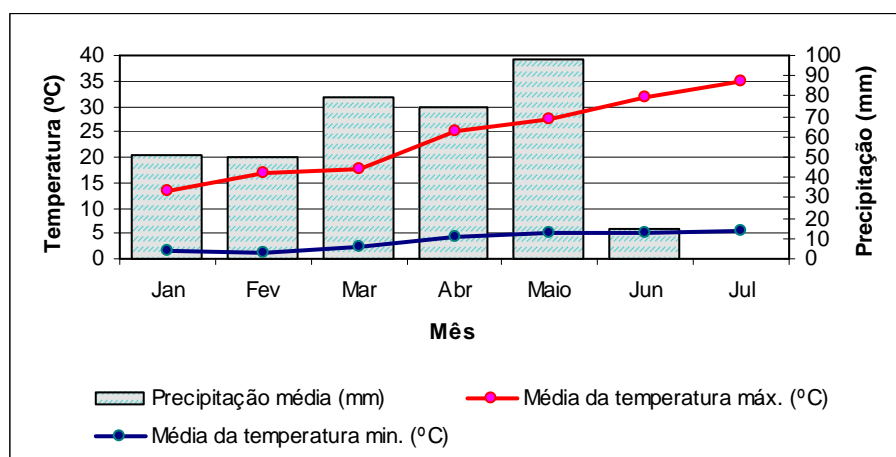


Figura 7. Gráfico termopluiométrico dos sete primeiros meses do ano de 2011 (Estação meteorológica da Estação Nacional de Melhoramento de Plantas).

Como se pode verificar na Figura 7, os valores da temperatura máxima foram superiores à evolução normal (mais 2,01 °C de Janeiro a Julho), mas as temperaturas mínimas foram mais baixas que os valores normais (menos 0,12 °C no período de Janeiro a Julho). Também a

precipitação registou valores muito superiores aos normais nos meses de Março, Abril e Maio, sendo inferior ao esperado para o mês de Janeiro e dentro da média para os meses de Fevereiro e Junho.

3.2. Estudo da observação dos estados fenológicos, qualidade da flor e qualidade do pólen

3.2.1. Material vegetal

Foram realizadas observações da evolução dos estados fenológicos e foi feito o estudo da qualidade da flor e do pólen nas cultivares ‘Arbequina’, ‘Cobrançosa’, ‘Galega’ e ‘Picual’ na parcela do olival pés – mãe (1). Este olival foi instalado no ano de 1982, com árvores provenientes de selecção monoclonal, constituído por vinte e uma cultivares das quais cerca de 76 % são portuguesas e as restantes 24 % são espanholas. Encontra-se em regime de regadio com um compasso de plantação de 2x5 m, considerando-se assim um olival intensivo, tendo uma orientação das linhas ENE-OSO.

As observações da evolução dos estados fenológicos também foram realizadas na parcela do olival da várzea (2), para efeitos comparativos das datas de floração no mesmo local, em sítios diferentes, excepto para a cultivar ‘Picual’, inexistente nesse campo. Este olival foi instalado no ano de 2004, é constituído por 9 cultivares entre as quais cerca de 78 % são portuguesas e 22 % são espanholas. É um olival de regadio com um compasso de plantação de 1,65x3,75 m, considerando-se assim um olival super intensivo e está orientado de SSE-NNO.

3.2.2. Observação dos estados fenológicos

Foram marcadas aleatoriamente 3 árvores de cada cultivar. Para a observação dos estados fenológicos utilizou-se a escala da BBCH proposta por Sanz – Cortéz *et al.* (2002). As observações foram realizadas em redor das árvores e à altura do observador. Os registos foram efectuados segundo o método de Fleckinger (1954) citado por Fernández- Escobar & Rallo (1981). Neste método é utilizado um triângulo, como se visualiza na Figura 8, onde são registados os estados de desenvolvimento florais no exterior e vegetativos no interior. No

vértice inferior esquerdo o estado fenológico mais atrasado, no vértice inferior direito, o estado mais adiantado e no superior o estado dominante em toda a árvore. As observações foram realizadas semanalmente até ao estado fenológico (57) e a partir deste, 3 vezes por semana até ao início do estado (71) (endurecimento do endocarpo). O protocolo encontra-se mais pormenorizado no final do trabalho no Anexo D.

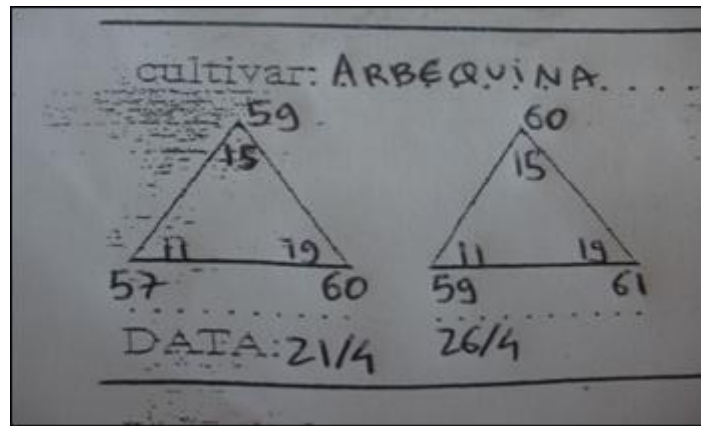


Figura 8. Registo dos estados fenológicos segundo o método de Fleckinger (1954).

O registo das observações da evolução dos estados fenológicos do desenvolvimento floral, vegetativo e sua correspondência, encontram-se nos Quadros E1, E2 e E3 do Anexo E. Os períodos relativos à floração, da média das 3 árvores de cada cultivar, foram determinados através do método de Barranco *et al.* (1994) adaptado à escala BBCH proposta por Sanz – Cortés *et al.* (2002), como se pode verificar no Quadro 1, considerando que:

- **Início da floração (IF)** – Corresponde à data da primeira anotação do estado fenológico (60) no vértice inferior direito;
- **Início da plena floração (IPF)** – Corresponde à data da primeira anotação do estado fenológico (60) no vértice superior;
- **Final da plena floração (FPF)** – A última data de anotação do estado fenológico (65) no vértice superior;
- **Final da floração (FF)** – data da primeira anotação do estado fenológico (68) no vértice superior.

Quadro 1. Reconversão da escala de classificação da floração de Colbrant & Fabré (1972) com a escala BBCH proposta por Sanz-Cortés *et al.*, (2002).

Colbrant Fabr� (1972)	Sans- Cortés <i>et al.</i> (2002)
F	60
	61
F1	65
G	68



Figura 9. Estados fenológicos correspondentes ao período de flora o. Estado (60) - canto superior esquerdo, Estado (61) - canto superior direito, Estado (65) - canto inferior esquerdo, Estado (68) - canto inferior direito.

Foi também determinada a data média da plena flora o (MPF) através da média entre as datas de início e final desta, e a dura o da flora o (D) que corresponde ao período de tempo entre a data de inicio e fim da flora o. Na Figura 9 podemos verificar os estados fenológicos que correspondem ao período de flora o.

3.2.3. Observação da qualidade da flor

A qualidade da flor foi observada na parcela localizada no olival pés – mãe (1) nas cultivares ‘Arbequina’, ‘Cobrançosa’, ‘Galega’ e ‘Picual’. Foram marcados 3 ramos em cada uma das 3 árvores de cada cultivar no estado fenológico dominante (59). Seguidamente, contou-se o número de inflorescências inicial em cada ramo e, posteriormente ensacaram-se com sacos de papel cristal ceroso de acordo com o procedimento proposto por Griggs *et al.* (1975) (Figura 10).

Após a queda das pétalas, correspondente ao estado dominante (68), procedeu-se à recolha e transporte dos sacos para o laboratório. Paralelamente procedeu-se ao estudo do vingamento em auto polinização controlada. No laboratório procedeu-se à contagem: do número total de corolas, do número total de cálices com ovário, do número total de frutos e do número total de botões por abrir, como se pode observar na Figura 11. O protocolo encontra-se mais pormenorizado no Anexo F.



Figura 10. Saco de papel cristal ceroso.



Figura 11. Observação de parâmetros da qualidade da flor.

3.2.4. Observação da qualidade do pólen.

A capacidade de germinação do pólen é uma característica de cada espécie existindo também grandes diferenças entre as cultivares da mesma espécie. Vários métodos têm sido propostos para determinar a viabilidade do pólen. Apesar disso, os resultados são apenas indicativos, pois nenhum deles permite conhecer de forma exacta essa capacidade.

O procedimento experimental utilizado para o pólen foi o mesmo do recolhido para observação da qualidade da flor e nas mesmas árvores, mas em ramos diferentes.

Após a recolha e transporte para o laboratório, procedeu-se à limpeza e separação do pólen dos restantes órgãos florais, eliminando também folhas e ramos que se encontravam nos sacos para o estudo da qualidade do pólen. O pólen foi transferido para tubos de ensaio, com papel vegetal formando um cone para canalizar o pólen para o tubo (Figura 12). Os tubos foram devidamente identificados e conservados a -25 °C (Figura 13).

Neste trabalho, no procedimento experimental determinou-se a viabilidade do pólen mediante 2 testes de coloração com azul de anilina (Stanley e Linskens, 1974) e azul de toluidina e, também se fizeram testes de germinação “*in vitro*” (Fernández-Escobar *et al.*, 1981) para avaliar a capacidade germinativa do pólen das 4 cultivares em estudo. Estes testes permitiram visualizar directamente os grãos de pólen viáveis, sendo que os que se apresentam fluorescentes são viáveis e os que não tem fluorescência não são viáveis. Os protocolos encontram-se em pormenor no Anexo G.

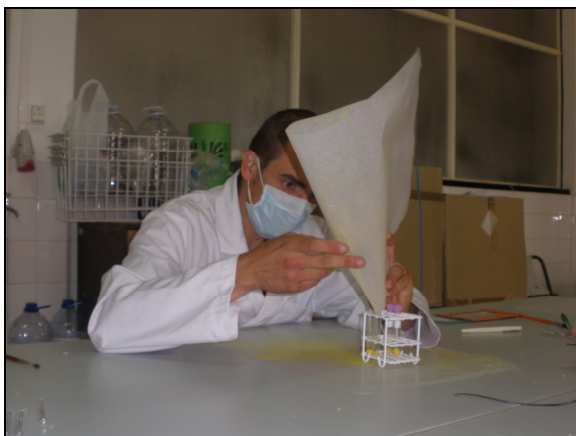


Figura 12. Colocação do pólen em tubos de ensaio



Figura 13. Conservação do Pólen

3.3. Ferramentas de simulação utilizadas para as datas de floração

3.3.1. Modelo de simulação FlowerCalc©

O modelo usado está programado para correr em duas fases. Na primeira fase acumula unidades de frio (U) desde o dia um de Outubro do ano anterior até perfazer o total de unidades de frio (TU) necessárias para a quebra da dormência, sendo assim determinada a data desta ocorrência. Na segunda fase inicia a “fase de forçagem” (TT) até acumular as temperaturas necessárias para que ocorra a floração (em °C dia) determinando assim a data média da plena floração. Esta aplicação denominada FlowerCalc©, desenvolvida por De Melo-Abreu, permite simular a data da quebra de dormência e a data média da plena floração. Os parâmetros para as 4 cultivares em estudo já foram calculados anteriormente (De Melo-Abreu *et al.* 2004).

Este programa utiliza as equações (Eq.1 e Eq.2) referidas na página 22, para efectuar estes cálculos. Para o modelo correr foram inseridas na folha inicial (StartHere) as coordenadas, neste caso da Herdade do Reguengo em Elvas e também os parâmetros para a oliveira calculados no trabalho de (De Melo-Abreu *et al.* 2004). Os parâmetros são: $T_0 = 7,3$ °C, $T_x = 20,7$ °C, $a = -0,56$ U e $T_b = 9,1$ °C, que entram nas equações acima referidas, e as acumulações de TU e TT correspondentes a cada cultivar, que também foram inseridas na folha inicial do programa que está representada na Figura 14.

Latitude	38,54 °	Long. meridiano padrão	0 °
Tipo de dados	1		
Longitude	-7,08 °		
Nº de anos de dados	1		
DOY(início das simulações)	274		
Sc Temp. Max:	0 °C		
Sc Temp. Min:	0		
Parâmetros do modelo			
Temperatura base	9,1	TCU (unidades de frio acumuladas)	339 CU
Ti	0	TT (tempo térmico)	490 °C d
To	7,3		
Tx	20,7		
a	-0,56		

Figura 14. Folha inicial (StartHere) do modelo FlowerCalc©.

Para a ‘Arbequina’ e para a ‘Picual’ os valores foram extraídos do trabalho de De Melo-Abreu *et al.* (2004) através dos parâmetros anteriormente indicados. Para as cultivares ‘Cobrançosa’ e ‘Galega’ os valores foram extraídos no trabalho de Maia, (2010), sendo que as simulações foram realizadas separadamente para cada uma.

Também foram inseridas as temperaturas mínimas e máximas diárias de acordo com o ano hidrológico, desde o dia um de Outubro do ano anterior (2010) até ao dia 30 de Setembro do ano corrente (2011) na folha (DlyTemp) do modelo. Estas temperaturas para o cálculo de U são convertidas pelo modelo em temperaturas horárias do ar através do modelo desenvolvido por De Wit *et al.* (1978). Depois de introduzidos todos os dados inicia-se a simulação das datas através da sub-rotina Simulate da folha inicial do modelo.

3.3.2. Corroboração do modelo

A análise do ajustamento do modelo às datas de floração das diferentes cultivares em estudo foi realizada através da raiz do erro quadrático médio (RMSE) e da eficiência de modelação (EM). Os cálculos destes estimadores foram realizados utilizando os valores das datas médias da plena floração, em dias do ano (DOY), relativas a 9 anos de observações, estes dados podem ser observados no Quadro I1 no Anexo I. Com os dados das datas médias de plena floração do corrente ano (2011), reafirmou-se ainda mais o modelo. O RMSE é calculado segundo a Equação (3) que permite verificar a diferença de dias entre as datas médias de plena floração estimadas pelo modelo (x_1) e as datas observadas (x_2) para cada cultivar.

Equação (3):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{n}}$$

A eficiência de modelação é um índice relativo de medição da capacidade do modelo para descrever o sistema real, esta eficiência é calculada segundo a equação (4) seguinte:

Equação (4):

$$EM = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1,i} - x_{2,i})^2}{\sum_{i=1}^n (x_{2,i} - \bar{x}_2)^2}$$

Se o índice for igual a um o ajuste do modelo aos dados observados é perfeito e o valor zero significa que a capacidade do modelo para descrever o sistema real é semelhante à utilização da média dos valores observados. Valores negativos significam um modelo com reduzido poder da descrição da realidade (Janssen & Heuberger, 1995; Vanclay, 1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Curso temporal dos estados fenológicos no ano 2011 em Elvas

As observações iniciaram-se no dia 17 de Fevereiro, em que a maioria das cultivares se encontravam no estado 51 em termos de desenvolvimento floral, excepto a ‘Arbequina’ que se encontrava no estado 50. Em termos de desenvolvimento vegetativo, as observações iniciaram-se no dia 24 de Fevereiro, em que a ‘Arbequina’ e ‘Picual’ se encontravam no estado 01, enquanto que a ‘Cobrançosa’ e a ‘Galega’, se encontravam no estado 03. A cultivar ‘Arbequina’ atingiu o estado do desenvolvimento da gema floral 51 e o estado do desenvolvimento da gema vegetativa 03 cerca de 3 semanas após as outras cultivares. No entanto, a partir dessa data o desenvolvimento vegetativo foi semelhante em todas as cultivares. No entanto a partir do dia 7 de Abril a ‘Arbequina’ teve um desenvolvimento floral muito mais rápido que as restantes cultivares.

4.2. Épocas de floração das cultivares em estudo

Como se pode observar no Quadro 2, relativamente às observações da época de floração das cultivares localizadas na parcela do olival pés - mãe (1), as cultivares em estudo iniciaram a floração segundo a seguinte ordem: ‘Arbequina’ (21 de Abril), ‘Galega’ e ‘Picual’ (28 de Abril) em simultâneo e por fim a ‘Cobrançosa’ (2 de Maio).

Quadro 2. Épocas de floração das cultivares (média de três árvores) em estudo na parcela do olival pés – mãe na região de Elvas no ano de 2011.

Região	Cultivar	Abril									Maio														
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Elvas	‘Arbequina’	■				■		■	■			■													
	‘Cobrançosa’	■										■		■	■		■								
	‘Galega’	■							■		■	■		■											
	‘Picual’	■								■		■	■		■										

Legenda:

■	Período de Floração
■	Período de Plena Floração
■	Data média de plena floração

A duração do período de plena floração foi de 7 dias para a ‘Arbequina’, 6 dias para a ‘Cobrançosa’ e ‘Picual’ e, de 5 dias para a ‘Galega’. A data MPF para a ‘Arbequina’ ocorreu no dia 29 de Abril, seguido da ‘Galega’ no dia 4 de Maio e, coincidente para a ‘Cobrançosa’ e ‘Picual’ no dia 7 de Maio. A duração do período de floração para a ‘Arbequina’ foi de 19 dias, para a ‘Cobrançosa’ foi de 12 dias, para a ‘Galega’ foi de 14 dias e para a ‘Picual’ foi de 16 dias. Os resultados das datas das observações registadas na parcela do olival pés – mãe, estão expressas no Quadro 3.

Quadro 3. Épocas de floração das cultivares (média de três árvores) em estudo na parcela do olival da várzea na região de Elvas no ano de 2011.

Região	Cultivar	Abril			Maio																	
		28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Elvas	'Arbequina'	■			■			■	■						■							
	'Cobrançosa'				■		■			■	■			■								
	'Galega'										■			■	■	■	■	■				

Comparando os resultados das datas das observações registadas nos dois campos, verificou-se que as datas de início de floração são mais tardias para as cultivares ‘Arbequina’ e ‘Galega’, enquanto que para a ‘Cobrançosa’ a data de início da floração, assim como o seu período coincidem nos dois locais. Esta diferença das datas de início da floração deve-se ao facto de o olival da várzea estar localizado numa zona mais baixa e mais húmida uma vez que passa uma ribeira ao lado e, também a exposição solar é diferente assim como a orientação dos olivais. As cultivares em estudo iniciaram a floração segundo a ordem seguinte: ‘Arbequina’ (28 de Abril), ‘Cobrançosa’ (2 de Maio) e ‘Galega’ (9 de Maio). A duração do período de plena floração foi de 8 dias para a ‘Arbequina’, 6 dias para a ‘Cobrançosa’ e de 3 dias para a ‘Galega’. A data MPF para a ‘Arbequina’ ocorreu no dia 5 de Maio, para a ‘Cobrançosa’ no dia 6 de Maio e para a ‘Galega’ no dia 12 de Maio. No Quadro 4, pode-se observar a média dos 9 anos de observações relativas à época de floração das cultivares em análise.

Quadro 4. Épocas de floração das cultivares (média de três árvores) em estudo na parcela do olival pés-mãe na região de Elvas para os nove anos de observações (1998-2002, 2005-2007 e 2010).

Região	Cultivar	Maio																				
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Elvas	'Arbequina'	Yellow							Orange		Red	Orange			Yellow				White			
	'Cobrançosa'	White							Yellow				Orange			Red	Orange		Yellow			
	'Galega'	White						Yellow					Orange			Red	Orange		Yellow			
	'Picual'	White				Yellow								Orange		Red	Orange		Yellow			

Analisando o Quadro 4, verifica-se que a floração em Elvas, ocorre durante o mês de Maio. Comparando com os resultados das observações do ano de 2011, observou-se que o início da floração, foi de 13 dias mais precoces para a 'Arbequina', 9 dias para 'Cobrançosa' e 'Picual' e de 11 dias para a 'Galega'. Com esta análise podemos depreender que no ano de 2011 o início da floração foi excepcionalmente mais precoce relativamente à média dos 9 anos de observações usados no trabalho. Se esta tendência se mantiver, tenderá no futuro a floração a iniciar-se em meados de Abril, considerando a influência das alterações climáticas e uma vez que se tem vindo a verificar ao longo das décadas, um gradual aumento da temperatura média global. Nos Quadros do Anexo H, estão representados os períodos de floração das quatro cultivares em estudo para os 10 anos de observações em DOY, sendo a contagem feita a partir de dia 1 de Outubro – início do ano hidrológico.

4.3. Qualidade da flor

O conhecimento da qualidade da flor é muito importante, uma vez que as flores perfeitas são as únicas que originam frutos. O conhecimento da proporção de flores perfeitas relativamente ao total de flores, e independentemente do número de inflorescências, é de igual modo importante para a caracterização da resposta das cultivares, em diferentes regiões onde se encontram e à variabilidade do meio ambiente que as rodeiam.

Em laboratório, após a recolha dos sacos, procedeu-se à identificação e contagem em cada saco do número total de corolas, de cálices com ovário, de frutos e de botões florais por abrir. Procedeu-se também à contabilização de flores perfeitas, imperfeitas e do número médio de flores/inflorescência, como se apresenta no Quadro 5.

Quadro 5. Observação dos parâmetros da qualidade da flor em (%) das quatro cultivares analisadas.

Cultivar		'Arbequina'			'Cobrançosa'			'Galega'			'Picual'		
Árvores		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Designação		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nº inicial de infloresc.		41,0	35,0	46,0	59,0	39,0	54,0	51,0	35,0	53,0	34,0	29,0	38,0
Nº Total de corolas		949,0	439,0		714,0	289,0	484,0	455,0	415,0	748,0	466,0	229,0	304,0
Cálices com ovário		55,0	151,0		70,0	20,0	133,0	141,0	4,0	86,0	32,0	31,0	35,0
Nº Total de frutos		14,0	13,0		32,0	4,0	21,0	14,0	2,0	12,0	0,0	4,0	0,0
Nº botões por abrir		8,0	0,0		15,0	6,0	5,0	22,0	4,0	26,0	7,0	9,0	2,0
Nº Total de flores/inflorescência		18,8	12,5		12,4	7,6	9,1	11,6	12,0	16,8	13,9	8,2	8,1
média		15,7			9,7			13,5			10,1		
Qualidade da flor (%)	fl.perfeitas	7,3	37,4		14,3	8,3	31,8	34,1	1,4	13,1	6,9	15,3	11,5
	média	22,4			18,1			16,2			11,2		
	fl.imperfeitas	92,7	62,6		85,7	91,7	68,2	65,9	98,6	86,9	91,6	84,7	88,5
	média	77,7			81,9			83,8			88,3		

Legenda:

	Amostra extraviada
--	--------------------

As cultivares 'Arbequina' e 'Cobrançosa' foram as que apresentaram o maior e menor número de flores por inflorescência, respectivamente, embora tivesse havido um extravio de uma das amostras de 'Arbequina'. A qualidade da flor expressa em termos médios percentuais de flores perfeitas que vingaram em auto polinização controlada no estado 71 foi para a 'Arbequina' de 22,4 %, das quais vingaram em média 13,5 frutos (11,58 %), sendo que os restantes 77,6 %, se considera que correspondem a flores imperfeitas. Para a 'Cobrançosa' a média de flores perfeitas foi de 18,1 %, das quais vingaram em média 19 frutos (20,35 %), os restantes 81,9 % correspondem a flores imperfeitas. Para a 'Galega' a média de flores perfeitas foi de 16,2% das quais vingaram em média 9,33 frutos (10,80 %), os restantes 83,8 % correspondem a flores imperfeitas. Para a 'Picual' a média de flores perfeitas foi de 11,2 % das quais vingaram em média 1,33 frutos (3,91 %), os restantes 88,4 % correspondem a fores imperfeitas.

A qualidade da flor em auto polinização controlada foi muito reduzida para o ano de 2011. A 'Cobrançosa' foi de entre as 4 cultivares aquela que apresentou maior número médio de frutos vingados, seguida da 'Arbequina', da 'Galega' e finalmente da 'Picual'. Note-se que na 'Arbequina' houve extravio de uma das amostras, influenciando a média de todos os parâmetros contabilizados.

No Quadro 6 está representado o Vingamento inicial contabilizado no estado fenológico (71) e o Vingamento final no estado fenológico (75), assim como o número médio de frutos/inflorescência em ambos os estados em polinização livre reportado às 100 inflorescências.

Quadro 6. Contabilização da taxa de vingamento inicial (estado 71) e vingamento final (estado 75) e o número médio de frutos por inflorescência reportado às 100 inflorescências.

Cultivar	Taxa de vingamento inicial	Nº médio de frutos/inf	Taxa de vingamento final (%)	Nº médio de frutos/inf
'Arbequina'	56	1,48	40	1,30
'Cobrançosa'	54	1,23	31	1,19
'Galega'	73	2,26	54	1,38
'Picual'	33	1,40	23	1,21

Pelo procedimento utilizado, de contagem dos frutos no vingamento inicial, correspondente ao estado (71) e no vingamento final, correspondente ao estado (75), em que contagem foi feita em inflorescências com pelo menos um fruto, o vingamento reflecte apenas as condições de polinização/fecundação, não estando desta forma incluída, a competição entre frutos.

O vingamento inicial foi contabilizado no dia 25 de Maio, num estado em que o fruto apresentava o tamanho de um grão de pimenta, correspondente ao estado (71). O Vingamento final foi contabilizado no dia 30 de Junho, num momento do ciclo biológico em que o fruto já apresentava resistência ao corte, ou seja, fase do endurecimento do endocarpo que corresponde ao estado fenológico (75).

A cultivar que apresentou maior taxa de vingamento inicial em polinização livre, foi a cultivar 'Galega' com 73 % de frutos vingados, seguida da 'Arbequina' com 56 %, da 'Cobrançosa' com 54 % e por fim a cultivar 'Picual' com 33 %.

Em relação ao número médio de frutos por inflorescência vingados, a que apresentou maior número foi a 'Galega', seguida da 'Arbequina', da 'Picual' e da 'Cobrançosa'. A cultivar 'Galega' manteve a maior taxa, no vingamento final (75) com 54 % de frutos vingados, seguida da 'Arbequina' com 40 %, a 'Cobrançosa' com 31 % e a cultivar 'Picual' com 23 %.

Desde o vingamento inicial até ao vingamento final, a cultivar que apresentou menor perda frutos por inflorescência foi a ‘Cobrançosa’, seguida da ‘Arbequina’, da ‘Picual’ e da ‘Galega’.

4.4. Qualidade do Pólen

4.4.1. Testes de coloração

Nos testes de coloração, efectuou-se uma análise de variância dos resultados obtidos em cada corante. Para o azul de anilina a análise de variância da viabilidade do pólen das 4 cultivares em estudo está expressa no Quadro 7 e para o azul de toluidina está expresso no Quadro 8.

Quadro 7. Análise de variância entre as cultivares em estudo da viabilidade dos grãos de pólen com o corante azul de anilina.

Fonte variação	g.l.	Q.M.
Cultivares	3	338,074 ***
Erro	32	8,118
Total	35	

Nível de significância: *** - altamente significativo ($p \leq 0,001$); g.l.- graus de liberdade; Q.M.- Quadrados médios.

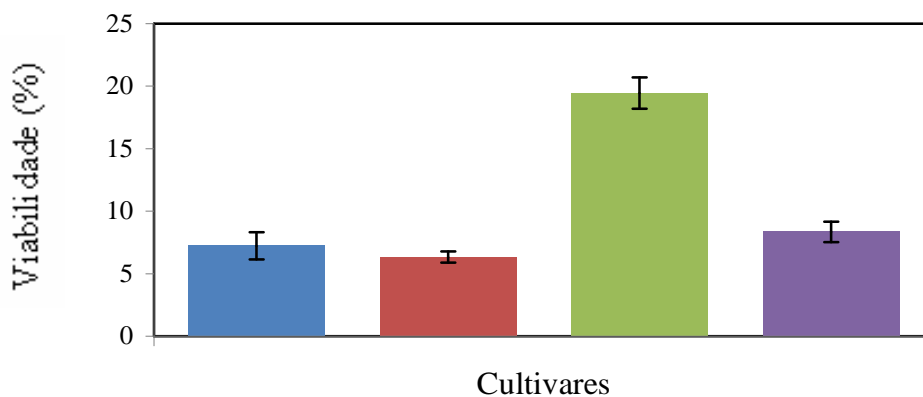
Quadro 8. Análise de variância entre as cultivares em estudo da viabilidade dos grãos de pólen com o corante azul de toluidina.

Fonte variação	g.l.	Q.M
Cultivares	3	82,741 *
Erro	32	20,708
Total	35	

Nível de significância: * - significativo ($p \leq 0,05$); g.l.- graus de liberdade; Q.M.- Quadrados médios.

A percentagem de grãos de pólen viáveis determinados pelos 2 corantes utilizados nos testes de coloração, para as 4 cultivares em análise, encontra-se nas Figuras 15 e 16. A

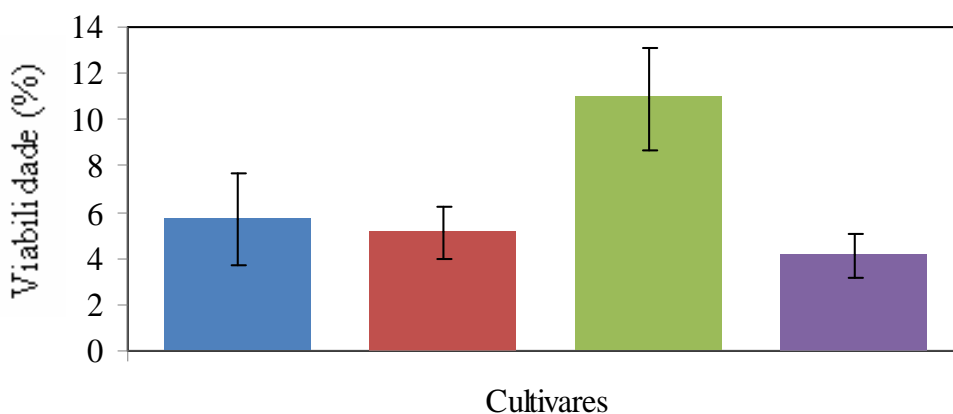
cultivar que apresentou maior percentagem de grãos de pólen viáveis em ambos os testes de coloração foi a cultivar ‘Galega’.



Legenda: ■ 'Arbequina' ■ 'Cobrançosa' ■ 'Galega' ■ 'Picual'

Figura 15. Percentagem dos grãos de pólen viáveis entre as cultivares em estudo utilizando o corante de azul de anilina. Valores médios \pm erro padrão (N.º de repetições por árvore = 3).

Nos testes de coloração em que se utilizou o azul e anilina, a percentagem de viabilidade verificada varia entre 6,3 % e 19,4 %, sendo que a cultivar ‘Galega’ foi a que apresentou melhores resultados obtidos com cerca de 19,4 % de grãos de pólen viáveis, seguida da cultivar ‘Picual’ com 8,3 % da ‘Arbequina’ com 7,2 % e por fim da ‘Cobrançosa’ com 6,3 %.



Legenda: ■ 'Arbequina' ■ 'Cobrançosa' ■ 'Galega' ■ 'Picual'

Figura 16. Percentagem dos grãos de pólen viáveis entre as cultivares em estudo utilizando o corante de azul de toluidina. Valores médios \pm erro padrão (N.º de repetições por árvore = 3).

Nos testes com o azul de toluidina, a percentagem de viabilidade verificada varia entre 4,1 % e 10,9 %, sendo que a cultivar ‘Galega’ mais uma vez apresentou os melhores resultados obtidos com cerca de 10,9 % de grãos de pólen viáveis, seguida da cultivar ‘Arbequina’ com 5,7 %, da ‘Cobrançosa’ com 5,1 % e por fim da ‘Picual’ com 4,1 %. Analisando os resultados obtidos, verifica-se que entre os 2 corantes utilizados, o azul de anilina apresenta resultados superiores aos dos testes com o azul de toluidina, mas com a mesma tendência geral. A viabilidade observada em ambos os testes para as 4 cultivares estudadas variou num intervalo de 4,1 % a 19,4 %, ou seja, verificou-se uma percentagem muito reduzida na viabilidade do pólen recolhido no ano de 2011.

Os testes de coloração tem como objectivo de deixar a exina o menos corada possível, para se observar bem a coloração do conteúdo celular. A aparência ao microscópio é igual para os 2 corantes utilizados como se pode observar na Figura 17. Estes testes são normalmente pouco rigorosos, mas têm a vantagem de serem expeditos, de forma a avaliar directamente a viabilidade do pólen.

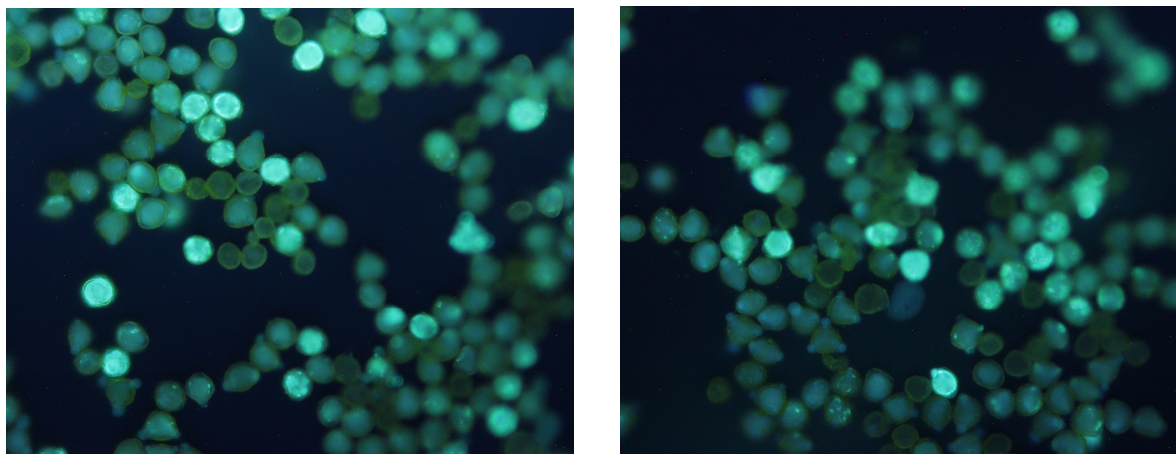


Figura 17. Teste de coloração dos grãos de pólen da oliveira com azul de anilina (à esquerda) e azul de toluidina (à direita), apresentando os grãos viáveis uma coloração mais brilhante fluorescente (ampliação 10*20).

O intervalo de viabilidade do pólen obtido neste trabalho experimental, é bastante reduzido em relação ao obtido por Pacini *et al.* (1978). Em testes de coloração com 48 cultivares de oliveira, obtiveram variações de viabilidade entre 28 % e 98 %, em que 50 % das 48 cultivares apresentavam valores superiores a 90 % de viabilidade. Também Leitão *et al.* (1982) trabalhando fundamentalmente com cultivares portuguesas de oliveira e o corante verde malaquite, obtiveram valores de viabilidade do pólen que variam entre 72,49 % e 95,78 %, portanto muito longe dos valores obtidos neste trabalho.

4.4.2. Testes de germinação “*in vitro*”

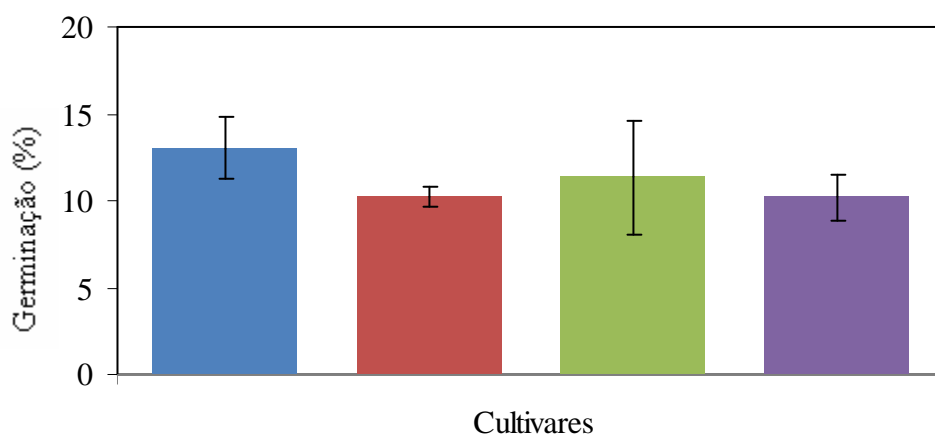
Para o estudo de germinação “*in vitro*” efectuou-se uma análise de variância, utilizando valores transformados em raiz quadrada das percentagens dos resultados obtidos ao fim de 24 horas de incubação, tempo este utilizado neste trabalho. A separação das médias significativamente diferentes foi feita para o teste de Tukey para 95 %, com a ajuda do programa informático de estatística Statistix-SXW para Windows. Utilizando os valores médios e respectivos erros padrão, elaborou-se um gráfico, com o auxílio do programa Excel, do Microsoft Office 2003.

Os resultados da análise de variância da germinação “*in vitro*” dos grãos de pólen ao fim das 24 horas de incubação estão apresentados no Quadro 9 e também graficamente na Figura. 18. Analisando os resultados, constata-se que não houve diferenças significativas na germinação entre as cultivares estudadas.

Quadro 9. Análise de variância da germinação “*in vitro*” dos grãos de pólen das quatro cultivares em estudo.

Fonte variação	g.l	Q.M
Cultivares	3	15,509 n.s.
Erro	32	36,282
Total	35	

Nível de significância: n.s.- não significativo; g.l.- graus de liberdade; Q.M.- Quadrados médios.



Legenda: ■ 'Arbequina' ■ 'Cobrançosa' ■ 'Galega' ■ 'Picual'

Figura 18. Percentagem de germinação “*in vitro*” dos grãos de pólen das cultivares em estudo. Valores médios \pm erro padrão (N.º de repetições por árvore = 3).

Ao fim de 24 horas de incubação a uma temperatura de 25 °C e com um pH de 4,18, a percentagem de germinação foi: para a ‘Arbequina’ 13 %, para a ‘Cobrançosa’ 10,2 %, para a ‘Galega’ 11,3 % e para a ‘Picual’ também de 10,2 %, como se pode observar na Figura 18.

Estes resultados apresentam uma baixa percentagem de germinação, possivelmente devido ao período alargado de floração, uma vez que o pólen poderá ter perdido a viabilidade durante o tempo que esteve nos ramos ensacados. Também outro factor se poderá dever à elevada presença de fungos nos meios germinativos. Fernández-Escobar *et al.* (1981) verificaram algo semelhante a partir de um período de incubação superior a 10 horas, a percentagem de germinação decrescia. Concluíram que o decréscimo era devido à presença de fungos no meio, que provocavam a ruptura dos tubos polínicos. Uma modificação do meio germinativo, através da utilização de um antibiótico (p.e. tetraciclina) minimizara este efeito. Neste ensaio, na composição do meio germinativo, não foi utilizado qualquer tipo de antibiótico. Talvez daí a baixa taxa de germinação que se obteve.

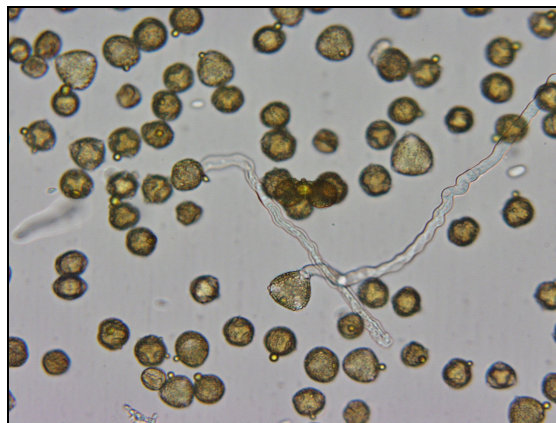


Figura 19. Aspecto da germinação “*in vitro*” dos grãos de pólen de oliveira ao fim de 24 horas de incubação. (ampliação 10*20).

A contagem dos grãos germinados foi feita com luz branca como se pode observar na Figura. 19. De acordo com Pacini *et al.* (1977; 1978) referidos por Fernández-Escobar (1979), a observação de algumas anomalias, muitas vezes associadas a irregularidades durante a meiose /relacionadas com a origem aloploide da oliveira e a presença de partículas virais no pólen de oliveira, podem ser uma das razões da sua baixa germinação. Fernández-Escobar *et al.* (1981) constataram também que a presença de bactérias no meio de cultura, provocava um decréscimo da percentagem de germinação dos grãos de pólen. De facto, em praticamente todas as observações que se fizeram, verificou-se a presença de um número elevado de bactérias, mas também é verdade que não foi utilizado no meio qualquer tipo de antibiótico.

4.5. Modelação das datas de floração

4.5.1. Calibração e validação do modelo

Para correr o modelo e simular as datas de MPF estimadas, foram utilizados os parâmetros específicos determinados no trabalho de De Melo-Abreu *et al.*, (2004) assim como os valores de TU e TT calculados. Para a ‘Arbequina’ (TU = 339, TT = 490) e para a ‘Picual’ (TU = 469, TT = 495). Para as cultivares ‘Cobrançosa’ (TU = 743, TT = 479,1) e ‘Galega’ (TU = 759,1, TT = 473) os valores foram determinados no trabalho de Maia, (2010) também através dos mesmos parâmetros, sendo que as simulações foram realizadas separadamente para cada uma.

Todos os parâmetros do modelo de cálculo do total de unidades de frio e do tempo térmico, TU e TT foram obtidos por calibração, através dum algoritmo de optimização nestes trabalhos. No caso dos TU e TT para as cultivares ‘Cobrançosa’ e ‘Galega’, utilizaram-se valores das datas de MPF referentes a 9 anos de observações de estados fenológicos e com temperaturas mínimas e máximas diárias de Elvas para esses anos.

Analisando os valores de TU e TT pode-se dizer que as cultivares portuguesas apresentam maior necessidade de TU e menor necessidade de TT relativamente às cultivares espanholas. Os dados de TU e TT referentes às cultivares portuguesas podem não corresponder à melhor aproximação da realidade, uma vez que a quantidade de dados é reduzida, havendo a necessidade de obter dados de mais anos de observações.

Os dados referentes às cultivares espanholas são de maior confiança uma vez que foram calculados a partir de um maior número de observações e para 4 localidades distintas. Na Figura 20 está representada a validação do modelo em gráfico de dispersão das datas MPF observadas e previstas pelo modelo dos 10 anos de observações das cultivares em estudo na região de Elvas.

Ao analisar o gráfico pode-se fazer uma leitura do desvio entre as datas observadas no campo e as previstas pelo modelo, os pontos situados mais a baixo na recta, com cores diferentes correspondentes a cada cultivar, representam dados do ano 2011, que em comparação com outros anos de observações e simulações, a distancia a que estão da recta é mais reduzida. Deste modo podemos depreender que isolando o ano de 2011 dos outros anos, este apresente um erro quadrático médio significativamente inferior.

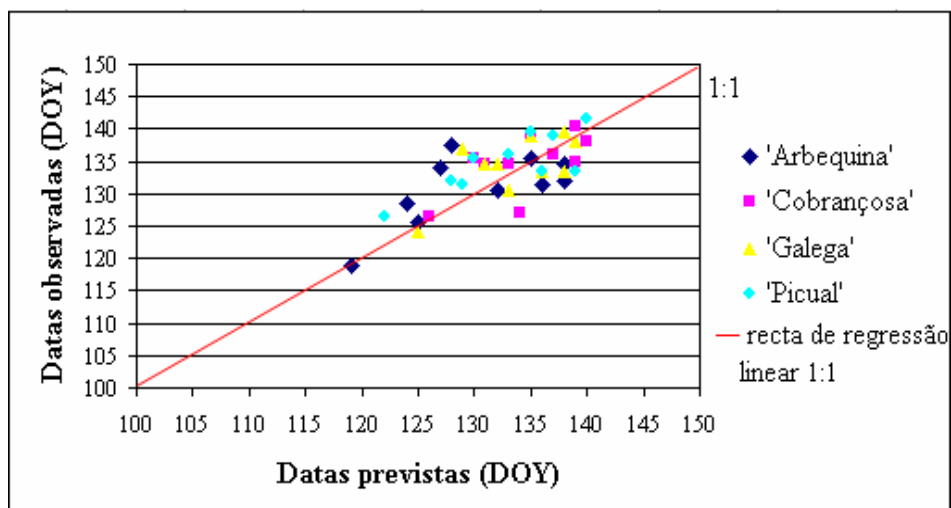


Figura 20. Gráfico de dispersão dos valores das datas MPF observadas / datas MPF previstas pelo modelo dos 10 anos de observações das cultivares em estudo na região de Elvas.

A diferença de dias entre as datas MPF observadas e estimadas pelo modelo é dada pela raiz do erro quadrático médio (RMSE) e encontra-se no Quadro I1 do Anexo I para os 10 anos de observações (1998-2002, 2005-2007, 2010 e 2011) das cultivares em estudo. Para a ‘Arbequina’ o desvio entre as datas observadas e previstas é de aproximadamente 5 dias e para as restantes cultivares é de aproximadamente 4 dias.

A eficiência de modelação (EM) aproxima-se de zero ($EM = 0,31$), o que significa que a capacidade do modelo para descrever o sistema real ainda é semelhante à utilização da média dos valores observados. Destes valores obtidos podemos deduzir o ajuste do modelo não é perfeito, embora haja uma margem de erro reduzida entre as datas MPF observadas e as previstas. Numa apreciação geral das datas de MPF, observadas e previstas pelo modelo, para os 10 anos de observações das 4 cultivares em estudo, da cultivar que apresenta maior erro para a que apresenta menor erro temos: a ‘Arbequina’ com 4,80 dias; a ‘Picual’ com 3,80 dias; a ‘Galega’ com 3,68 dias e por fim a que apresenta menor erro, temos a ‘Cobrançosa’ com 3,65 dias. Em relação ao ano de 2010 e para 9 anos de observações, segundo o trabalho de Maia (2010), a raiz do erro quadrático médio diminuiu em todas as cultivares excepto para a ‘Picual’.

4.5.2. Simulação das datas de floração

No Quadro 10 estão representadas as datas em dias do ano (DOY) da quebra de dormência e da MPF previstas pelo modelo para cada cultivar na região de Elvas no ano de 2011.

Quadro 10. Datas da quebra de dormência e da MPF previstas pelo modelo em DOY das quatro cultivares em estudo na região de Elvas no ano de 2011.

Cultivar	Dia previsto da quebra de dormência (TU) em DOY	Dia previsto da MPF (TT) em DOY
'Arbequina'	347	119
'Cobrançosa'	16	126
'Galega'	17	125
'Picual'	358	122

A leitura que se faz do Quadro 10, com as datas previstas pelo modelo da quebra de dormência e da MPF em dias do ano (DOY) é a seguinte: para a 'Arbequina', a data em que quebrou a dormência foi no dia 13 de Dezembro e atingiu a data MPF no dia 29 de Abril; a 'Cobrançosa' quebrou a dormência no dia 16 de Janeiro e atingiu a data MPF no dia 6 de Maio; a 'Galega' quebrou a dormência no dia 17 de Janeiro e atingiu a data MPF no dia 5 de Maio e a 'Picual' quebrou a dormência no dia 24 de Dezembro e atingiu a data MPF no dia 2 de Maio. Podemos deduzir através dos valores calculados pelo modelo que as cultivares portuguesas apresentam maior necessidade de frio e menor necessidade de calor face às cultivares espanholas. Nesta perspectiva e à luz da influência das alterações climáticas, uma vez que a temperatura média global tende a aumentar, interessam-nos cultivares que apresentem menores necessidades de frio. Assim nesta perspectiva as cultivares espanholas ('Arbequina' e 'Picual') usadas neste trabalho, têm maior potencial de adaptação às alterações decorrentes da subida média global de temperatura que as cultivares portuguesas ('Galega' e 'Cobrançosa') estudadas.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho pretendeu-se complementar a caracterização da fenologia de 4 cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.) de grande difusão em Portugal e Espanha, mais concretamente as cultivares ‘Galega’ e ‘Cobrançosa’ e, ‘Arbequina’ e ‘Picual’ respectivamente. Também se caracterizou a qualidade da flor e do pólen e se determinou ainda o vingamento em auto – polinização e em polinização livre.

Do presente estudo tiram-se as seguintes conclusões:

- No ano de 2011 as cultivares estudadas evoluíram de forma semelhante, entre o estado invernal / o início vegetativo (50-51) até ao endurecimento do endocarpo (71), excepto a ‘Arbequina’ que teve um crescimento vegetativo mais lento até ao estado (54). No entanto, a partir daí teve um crescimento e desenvolvimento floral mais rápido, tendo sido a primeira a entrar em floração, bem como a atingir o endurecimento do endocarpo.
- O início da plena floração das 4 cultivares seguiu a seguinte ordem: ‘Arbequina’, ‘Galega’, ‘Cobrançosa’ e ‘Picual’ em simultâneo.
- Quanto à qualidade da flor, obtiveram-se melhores resultados em polinização livre, com um intervalo de frutos vingados entre cerca de 23 % e 40 %, enquanto que em auto-polinização se obtiveram valores com um intervalo entre cerca de 3,91 % e 20,35 %, tendo sido a ‘Galega’ a apresentar melhores resultados em polinização livre e a ‘Cobrançosa’ em auto-polinização.
- A cultivar ‘Galega’ apresentou a maior taxa de vingamento, seguida da ‘Arbequina’, da ‘Cobrançosa’ e da ‘Picual’. No entanto, o mínimo médio de frutos por inflorescência foi de apenas 1,38 para a ‘Galega’, 1,30 para a ‘Arbequina’, 1,21 para a ‘Picual’ e 1,19 para a ‘Cobrançosa’.
- Em polinização livre, desde o vingamento inicial até ao vingamento final, a cultivar que apresentou menor perda frutos por inflorescência foi a ‘Cobrançosa’, seguida da ‘Arbequina’, da ‘Picual’ e, por fim, a ‘Galega’.
- Quanto à qualidade do pólen, este apresentou valores de viabilidade e germinação “*in vitro*” muito baixos quando comparados com trabalhos de outros autores. O factor período de floração, deve estar entre as maiores causas deste insucesso, uma vez que o período de floração foi longo e o pólen permaneceu nos ramos ensacados alguns dias,

podendo ter perdido grande parte da viabilidade. Também o facto de não se ter usado qualquer tipo de antibiótico, pode ter sido uma das causas. Outra das causas possíveis pode ter sido o facto de o pólen ter vindo para o laboratório já com indícios virais.

- Relativamente ao modelo FlowerCalc©, concluiu-se que é adequado para efectuar previsões para a oliveira, mas que a sua eficiência é baixa. Embora a raiz do erro quadrático médio seja reduzida (cerca de 5 dias para a ‘Arbequina’ e cerca de 4 dias para as restantes cultivares), pelo que se verifica que há necessidade de realizar estudos das datas MPF com mais anos de observações para melhor calibrar o modelo.
- Segundo as simulações efectuadas, verificou-se que as cultivares espanholas estudadas necessitam de menos horas de frio (TU) para quebrar a dormência, em relação às cultivares portuguesas deste estudo. Assim numa perspectiva de aumento gradual da temperatura média global, tudo indica que as cultivares (‘Arbequina’ e ‘Picual’) têm menores exigências em frio do que as cultivares (‘Galega’ e ‘Cobrançosa’).
- Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de repetir estes estudos (datas de floração, qualidade da flor e do pólen) para obter séries de dados mais longas, para a localidade de Elvas que permitam confirmar as conclusões obtidas neste trabalho e calibrar o modelo FlowerCalc© para a oliveira.
- Segundo as simulações efectuadas, verificou-se que as cultivares espanholas estudadas necessitam de menos horas de frio (TU) para quebrar a dormência, em relação às cultivares portuguesas deste estudo, ou seja, numa perspectiva das alterações climáticas em que a temperatura tenda a aumentar, as cultivares com menores exigências em frio.

6. BIBLIOGRAFIA

Agustí, M. (2004). *Fruticultura*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp.493.

Ahrens, C.D. (2001). *Essentials of Meteorology. An Invitation to the Atmosphere*. Third Edition. Brooks/Cole, Pacific Grove, USA. pp.477.

Alcalá, A. R., e Barranco, D. (1992). *Prediction of Flowering Time in Olive For the Córdoba Olive Collection*. HortScience 27(11):1205-1207.

Almeida, F. J., (1940). *Safra e Contra-Safra na Oliveira*. Série Investigação, nº 7, [S.I]: Ministério da Agricultura, DGSA, Lisboa.

Argenson, C., Régis, S., Jourdain, J. M. e Vaysse, P. (1999). *L'Olivier*. Centre Techniques Interprofessionnel des fruits et legumes, Paris. pp.204.

Badr, S. A., e Hartmann, H. T. (1971). *Effect of Diurnally Fluctuating vs. Constant Temperatures on Flower Induction and Sex Expression in the Olive (Olea europaea)*. Physiol.Plant **24**:40-45.

Barranco, D., Milona, G. e Rallo, L. (1994). *Épocas de floración de cultivares de olivo en Cordoba*. Invest. Agraria: Prod. y Protec. Veg., 9 (2): 213-220.

Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (1997). “Frutificación y producción”. In: Rallo, L. *El cultivo del olivo*. Junta de Andalucía e Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 2ª edição, (5): 122-131.

Barranco, D., de Toro, C. & Rallo, L. (1998). *Epocas de maduración de cultivares de olivo en Cordoba*. Invest. Agraria: Prod. y Prot. Veg., **13**: 359-368.

Barranco, D. (2008) “Variedades y patrones”. In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R. & Rallo, L. *El cultivo del Olivo*. Junta de Andalucía e Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 6ª edição, pp. 63-92.

Barros Maia, F. (2010). *Contribuição para o estudo da fenologia de quatro variedades de oliveira (Olea europaea L.): 'Arbequina', 'Cobrançosa', 'Galega Vulgar' e 'Picual'*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Barroso, J. M. M. (1990). *Estudo da Biologia Floral numa População Regional de Ameixeiros «Rainha-cláudia» (Prunus domestica L.)*. Dissertação de Doutoramento em Ciências Agrárias, Universidade de Évora, Évora.

Bartolini, G. & Petruccelli, R. (2002). *Classification, origin, diffusion and history of the olive*. FAO, Roma, 1ª edição, 74 pp.

Cabral, E. (2009). *Estudos preliminares de polinização em Oliveira (Olea europaea L.) cv. Galega Vulgar*. Dissertação de Mestrado de Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Cardoso, J. V. J. C. (1965). *Os Solos de Portugal, sua classificação, Caracterização e Génese: I- A sul do Rio Tejo*. Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa.

Casa do Azeite (2010a). “O sector”. Acedido em 04/02/11, URL: <http://www.casadoazeite.pt> .

Casa do Azeite (2010b). “Consumo”. Acedido em 04/02/11, URL:<http://www.casadoazeite.pt>.

Casa do Azeite (2010c). “História e Estórias”. Acedido em 04/02/11, URL: <http://www.casadoazeite.pt>.

Casa do Azeite (2010d). “Produção”. Acedido em 04/02/11, URL: <http://www.casadoazeite.pt>

Chaux, C. (1959). *Conclusion d'une Étude sur L'Autopollinisation et L'Interpollinisation des Variétés d'Olive Algériennes*. Informations Oleícolas Internationales Nouvelle., **5** :61-67.

COI, (2000). “*Catálogo Mundial de Cultivares de Olivo*”. Madrid. COI.

Colbrant, P., Fabré, P. (1972). *States Repères de l'Olivier*. Marseille, Document Service de la Protection des Végétaux de Marseille.

Connor, D. & Fereres, E. (2005). *The physiology of adaptation and yield expression in Olive*. *Horticultural Reviews*, **31**: 155-229.

Cordeiro, A. M., Martins, P. (2002). *Épocas de Floração de Variedades de Oliveira na Região de Elvas*. *Melhoramento*, **38**:205-214.

Cordeiro, A.M., Calado, M.L., Morais, N., Miranda, A. E Carvalho, M.T. (2009), *Vida Rural* 56(1746):15-17.

Civantos, L. (2008). “La olivicultura en el Mundo y en España”. In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R. & Rallos, L. *El cultivo del olivo*. Junta de Andalucía e Ed . Mundi-Prensa, Madrid, 6ª edição, pp. 17-36.

Cuevas, J. (1992). *Incompatibilidad Pólen-Pistilo, Processos Gaméticos y Frutificación de Cultivares de Olivo (Olea europaea L.)*. Córdoba. Dissertação de Doutoramento em Ciências Biológicas. Facultad de Ciencias, Sec. Biológicas. Universidade de Córdoba, Córdoba.

De Melo-Abreu, J., Barranco, D., Cordeiro, A., Tous, J., Rogado, B. & Villalobos, F. (2004). *Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time*. *Agricultural and Forest Metereology*, **125**: 117-127.

De Melo-Abreu, J., Cordeiro, A., Rogado, B., Cabrinha, V. & Ramos, A. (2009). *Estudo preliminar dos efeitos do aquecimento global sobre a floração da oliveira em Portugal*. *Actas do V simpósio Nacional de Olivicultura*, pp.7.

De Melo e Abreu, JP, Paço, T.A., Ribeiro, A.C., Barba, N.G., Cordeiro, A.M., Neves, A., Abreu, I., Neves, Oliveira, H, Oliveira, C., Mexia, A. (2011). *Impactos das Alterações Ambientais Previstas na Agricultura Portuguesa*, pp. 3-6. In: A. Varennes & L.S. Pereira (eds) 2011. *Engenharia dos Biosistemas. Cem Temas de Investigação no Centenário do ISA*. Edições Colibri e CEER, Lisboa.

Denney, J., McEachern, G. & Griffiths, J. (1985). *Modeling the thermal adaptability of the olive (Olea europaea L.)*. In: Texas. Agric. Meteorol., **35**: 309-327.

Dias, J., Jordão, P., Marcelo, M., Calouro, F., Antunes, A., Cordeiro, A., Santos, L. & Morais, N. (2000). *Protecção Integrada da Oliveira – Fertilização e outras práticas culturais*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção-Geral de Protecção das Culturas, Lisboa, pp. 47.

Delmas, J. M., Dossier, M. e Villemur, P. (1989). *Pollinisation de L'Olivier*. L'Arboriculture Fruitière 5(417) :43-51.

De Wit, C., Goudriaan, J. & Van Laar, H. (1978). *Simulation of Assimilation, Respiration and Transpiration of Crops*. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

FAOSTAT. (2010). "Production - Crops". Acedido em 06/02/11, URL: <http://www.faostat.fao.org/>.

Feio, M. (1991). *Clima e Agricultura: exigências das principais culturas e potencialidades agrícolas do nosso clima*. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, Direcção- Geral de Planeamento e Agricultura, Lisboa.

Fernández-Bolaños, P., e Frias, L. (1969). *Autofertilidad y Autoesterilidad del Olivo*. Agricultura **443**:150-161.

Fernández-Escobar, R. (1979). *Factores que afectan a la Polinización y Cuajado de Frutos en Olivo (Olea europaea L.)*, [SL.]. Fundación Juan March.

Fernández-Escobar, R. & Rallo, L. (1981). *Influencia de la polinización cruzada en el cuajado de frutos de cultivares de Olivo (Olea europaea L.)*. ITEA ,**45**:51-58.

Fernández-Escobar, R., e Gómez-Valledor, G. (1985). *Cross-pollination in Gordal Sevillana” olives*. HortScience, 20(2):191-192.

Ferrara, E., Papa, G., e Sorrenti, M. 2002. *Riceche su 20 cultivar di olivo in Puglia: aspetti fenologici*. In: *Convengo Internazionale di Olivicultura*, Spoleto.

Folland, C.K., Karl, T.R., Christy, J.R., Clarke, R.A., Gruza, G.V., Jouzel, J., Mann, M.E., Oerlemans, J., Salinger, M.J. e Wang, S.-W. (2001). 2. *Observed Climate Variability and Change*. In *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J.T

Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell e C.A.(s.d). Johnson. Cambridge University Press, Cambridge, (ed(s).),. pp. 99-181, UK e *New York, USA*.

Garcia-Mozo, H., Mestre, A. & Galán, C. (2010). *Phenological trends in southern Spain: A response to climate change*. *Agricultural and Forest Meteorology*, **150**: 575-580.

Gil, F.; VELARDE, Albert. (1992). *La Ecologia del Árbol Frutal*, Tratado de Arboricultura Frutal. 3ª Ed. Ver. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ediciones Mundi-Prensa, Vol. 2.

Gouveia, J. (2002). “A oliveira e o azeite na História”. In: Gouveia, J., Saldanha, J., Martins, A., Modesto, M. & Sobral, V. *O azeite em Portugal*. Ed. Inapa, Lisboa, 1ª edição, pp. 15-23.

Griggs, W. H., Hartmann, H. T., Bradely, M. V., Iwakiri, B. T., Whisler, J. E. (1975). *Olive Pollination in California*. Calif. Agricultural Experimental Station Bulletin. 869.

Hartmann, H. T. (1953). *Time of Floral Differentiation of the Olive in California*. *The Botanical Gazette*. 112(3) pp.322-326.

Hartmann, H. R., e Panetsos, C. (1961). *Effet de la Déficience de L'Humidité du Sol Pendant la Floraison et la Frutification de l'olivier*. *Informations Oléicoles Internationales* **6**:45-55.

Heslop-Harrison, J., Heslop-Harrison, Y. (1970). *Evaluation of Pollen Viability by Enzymatically Induced Fluorescence, Intracellular Hydrolysis of Fluorescein Diacetate*. *Stain Technology*, 45 (3) pp.115-120.

Heslop-Harrison, J., Heslop-Harrison, Y., Shivana, K. R. (1984). *The Evaluation of Pollen Quality and a Further Appraisal of the Fluorochromatic (FCR) Test Procedure*. *Theor. Appl. Genet.* 67 pp. 367-375.

INE (2010). *Estatísticas Agrícolas 2009*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 1ª edição, pp. 125.

INE (2011). Instituto Nacional de Estatística. *Recenseamento Agrícola*. Acedido em 16/09/11, URL: <http://www.ine.pt>.

IPCC (2001). *Summary for Policymakers. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell e C.A. Johnson (ed(s).) Cambridge University Press, Cambridge, UK e New York, USA, pp.1-20.

Janssen, P. & Heuberger, P. (1995). *Calibration of process oriented models*. *Ecol. Model.*, **83**: 55-66.

Keulemans, J. (1984). *The Effect of Temperature on Pollen Tube Growth and Fruit Set on Plum Trees*. *Acta Horticulture*. 149 pp. 95-101.

Knox, R. B., Williams, E. G., Dumas, C. (1986). *Pollen, Pistil and Reproductive Function in Crop Plants*. *Plant Breeding Reviews*, pp. 9-97.

Lavee, S. (1986). *Olive*. In: *Handbook of Fruit Set and Development*. Boca Raton: CRC Press Inc.: 267-276.

Lavee, S. (1996). “Biología y fisiología del olivo”. In: COI (Conselho Oleícola Internacional). *Enciclopédia mundial del olivo*. COI, Madrid, 1ª edição, pp. 60-110.

Leitão, F. A., Potes, M. F., Calado, M.L., Almeida, F.J. (1982). *A viabilidade do Pólen de Vinte Cultivares de Olea europaea L. Agronomia Lusit.* 41(3-4): 259-267.

Leitão, F. A., Potes, M. F., Calado, M. L., Almeida, F.J. (1986). *Descrição de 22 Cultivares de Oliveira Cultivadas em Portugal.* Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, Direcção - Geral de Planeamento e Agricultura, Lisboa, pp.111.

Loussert, R. & Brousse, G. (1980). *El olivo.* Ed. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 533.

Martins, P.S. (2002). *Aspectos de biologia floral de cinco cultivares de oliveira em três regiões olivícolas de Portugal.* Relatório de estágio em Engenharia Agronómica. Universidade de Évora. Évora.

Milheiro, A. V. (1992). *A cultura da oliveira em Portugal.* Gazeta das Aldeias, 97 (2990):31-35.

Miranda, P. (2001). *Meteorología e Ambiente.* Universidade Aberta, Lisboa, pp. 321.

Monteiro, A. M. (1999). *A oliveira.* Mirandela: João Azevedo Editor , pp. 155.

Monteith, J. (1977). *Climate and the efficiency of crop production in Britain.* Phil. Trans. R. Soc., **281**: 277-294.

Moreno, P. (2000). *Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas.* Volumen I: El Medio Ecológico para la Higuera, el Alcaparro y el Nopal. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 1ª edição, pp.382.

Navarro, C. & Parra, A. (2008) “Plantación”. In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R. & Rallo, L. *El cultivo del olivo.* Junta de Andalucía e Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 6ª edição, pp. 189-238.

Orlandi, F., Fornaciari, M. & Romano, B. (2002). *The use of phenological data to calculate chilling units in Olea europaea L. in relation to the onset of reproduction.* Int. J. Biometeorol., **46**: 2-8.

Osborne, C., Chuine, I., Viner, D. & Woodward, F. (2000). *Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean*. Plant Cell Environ., **23**: 701-710.

Polito, V. S., Luza, J. G. (1988). *Longevity of Pistachio Pollen Determined by in Vitro Germination*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 (2) pp. 214-217.

Porlingis, I. C., Sfakiotakis, E. M. (1968). *Germination in Vitro and Storage of the Olive Pollen*. Annals of the Agric. And Forest Scho. Arist. Univ. of Thessaloniki. Vol. XII. pp. 525-556.

Rallo, L. & Martin, G. (1991). *The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy*. Journal of the American Society for Horticultural Science, **116**:1058-1052.

Rallo, L. (1994). *Fructificación y producción en olivo*. Agricultura, **746**: 13-16.

Rallo, L., & Cuevas, J. (2001). Frutificación y producción. In Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L.; coord. – *El cultivo del olivo*. 3ª ed. Junta de Andalucía, Ediciones Mundi-Prensa. Madrid **5**:117-149.

Rallo, L. (2004). “Cultivares de olivo en España: una aproximación cronológica”. In: Rallo, L., Barranco, D., Caballero, J., Rio, C., Tous, J. & Trujillo, I. *Variedades de olivo en España*. Junta de Andalucía, MAPA e Ed. Mundi - Prensa, Madrid, 1ª edición, pp. 15-44.

Rallo, L. & Cuevas, J. (2008). “Frutificación y producción”. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R. & Rallo, L. *El cultivo del olivo*. Junta de Andalucía e Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 6ª edición, pp. 127-162.

Richardson, E., Seeley, S. & Walker, D. (1974). *A model for estimating the completion of rest for Redhaven and Elberta peach trees*. Hort science, **9**:331-332.

Riera, F. J. (1941). *Pleomorfismo y Esterilidad Ovárica del Olivo*. Anales de la EPA e EA1 (Fasc. I e II):75-94.

Riera, F. J. (1950). Polinización y Fecundación en Olivicultura. In COI. Actas do Sindicato Nacional del Olivo: XIII Congreso Internacional de Oleicultura. Sevilla Vol. 1:pp. 440-473.

Rodrigues, F.M. (2010). Sebenta do Módulo de Produção Integrada do Mestrado de Agricultura Sustentável, Escola Superior Agrária de Elvas – Instituto Politécnico de Portalegre, inédito.

Rosa, M.(2003). *Efeito da Fertilização azotada na qualidade da flor e no vingamento da azeitona “Blanqueta de Elvas”*. Relatório de estágio de Engenharia Agronómica. Universidade técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 79p.

Ruivo, L. (2009). *Caracterização de diversos parâmetros Relacionados com a Produtividade de Cultivares Portuguesas Conduzidas em Eixo Central*. Relatório do Trabalho de Fim de Curso em Engenharia das Ciências Agrárias e Ambiente – Ramo Agrícola. Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária.

Santos, F.D. & Miranda, P. (Eds.) (2006). Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.

Sanz-Cortés, F., Martínez-Calvo, J., Badenes, M., Bleihorder, H., Hack, H., Llácer, G. & Meier, U. (2002). *Phenological growth stages of olive trees (Olea europaea L.)*. Association of Applied Biologists, **140**:151-157.

SECH (Sociedad Española De Ciências Hortícolas) (1998). *Diccionario de Ciencias Hortícolas*. Ed. Mundi-Prensa, 1ª edição, 605 pp.

SROA (Serviço de Reconhecimento de Ordenamento Agrário) (1964). *Carta de Solos de Portugal nº37-A*. Ministério da Economia – Secretaria de Estado da Agricultura, Lisboa.

Stanley, R. G., Linskens, H. F. (1974). *Pollen. Biology, Biochemistry, Management*. New Cork: Springer-Verlag.

Tous, J., Romero, A. & Plana, J. (1998). Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg., 13(1-2):97-109.

Vanclay, J. & Skovsgaard, J. (1997). *Evaluating forest growth models*. Ecol. Model., 98: 1-12.

GLOSSÁRIO

- **Alopoliplóide:** é um ser poliplóide (célula, ou organismo, em que há 2 ou mais conjuntos de cromossomas) com cromossomas provenientes de espécies diferentes, e resultante de uma duplicação cromossômica.

ANEXOS

Anexo A. Correspondência entre as escalas de classificação dos estados fenológicos.

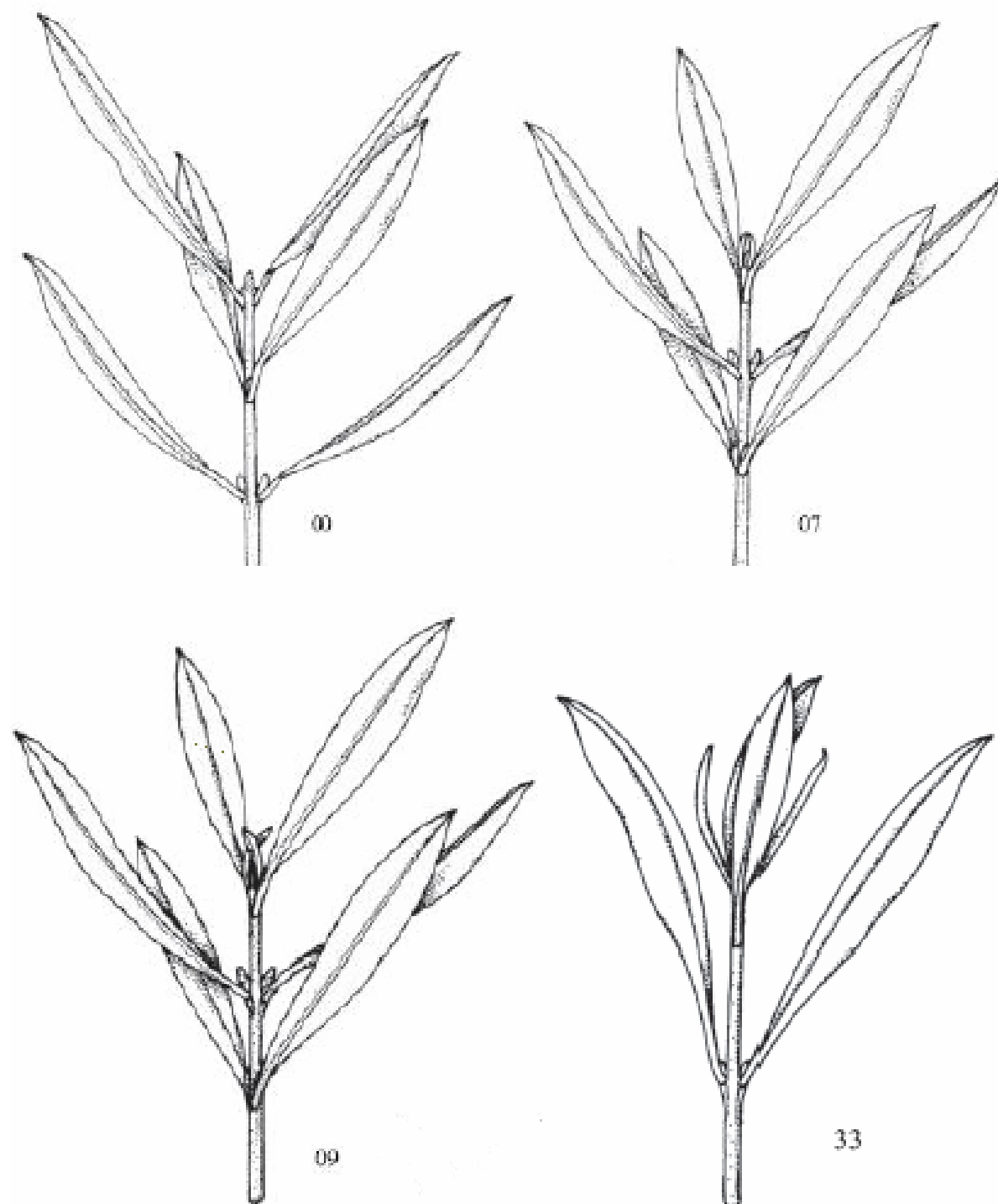
Quadro A1. Correspondência entre as escalas dos estados fenológicos de Colbrant & Fabré (1972) e BBCH, adaptado por Sanz – Cortés *et al.*, 2002).

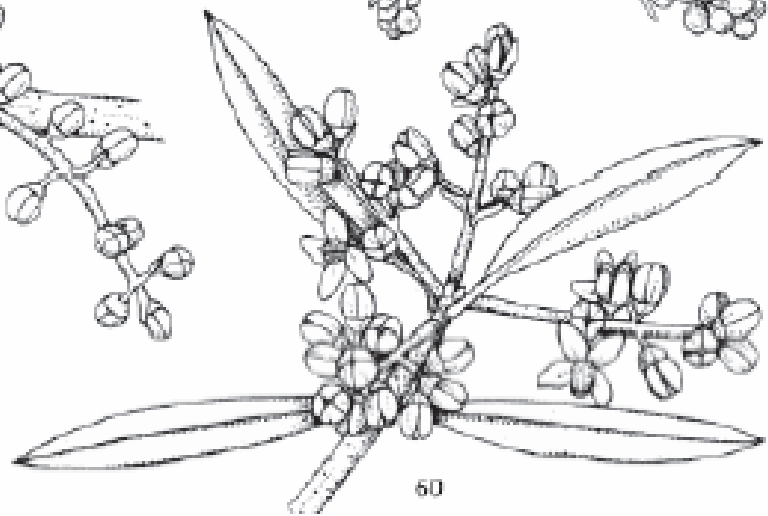
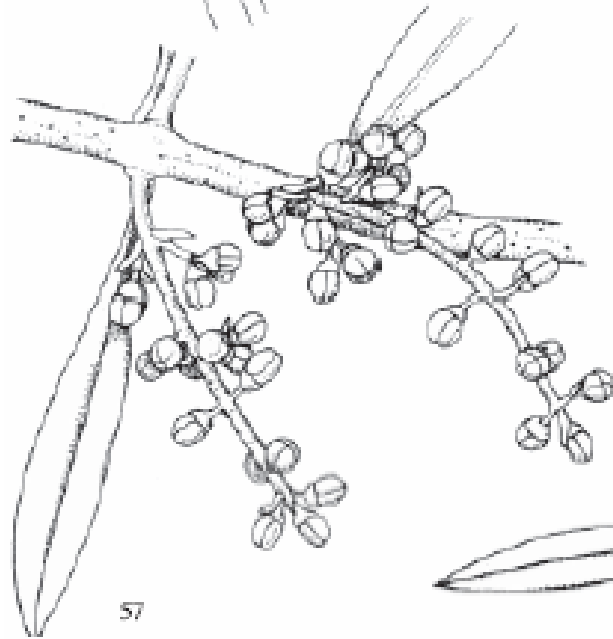
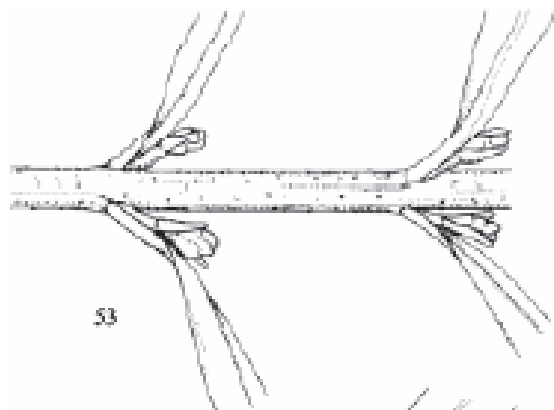
Escala de Colbrant e Fabré	Escala BBCH
Estado A – Estado invernal: a gema terminal e as axilares estão em repouso vegetativo.	50
Estado B – Início vegetativo: a gema terminal e as axilares revelam início de crescimento.	51
Estado C – Aparecimento dos botões florais: o cacho revela diferentes verticilos de botões.	54
Estado D – Inchamento dos botões florais: botões inchados, suportados por pedicelos curtos; as brácteas situadas na sua base separam-se da haste floral.	55
Estado E – Corolas completamente visíveis: a separação do cálice e da corola é visível; os pedicelos alongados separam os botões do eixo do cacho.	57
	59
Estado F – Desabrochamento: primeiras flores desabrochadas.	60
Estado F1 – Plena floração: a maioria das flores está desabrochada.	65
Estado G – Queda das pétalas: as pétalas escurecem e separam-se do	68
Estado H – Vingamento: frutos jovens visíveis mas ultrapassando	69
Estado I – Frutos em crescimento (1º estado) – frutos com o tamanho de	71
Estado II – Frutos em crescimento (2º estado) – frutos mais	75

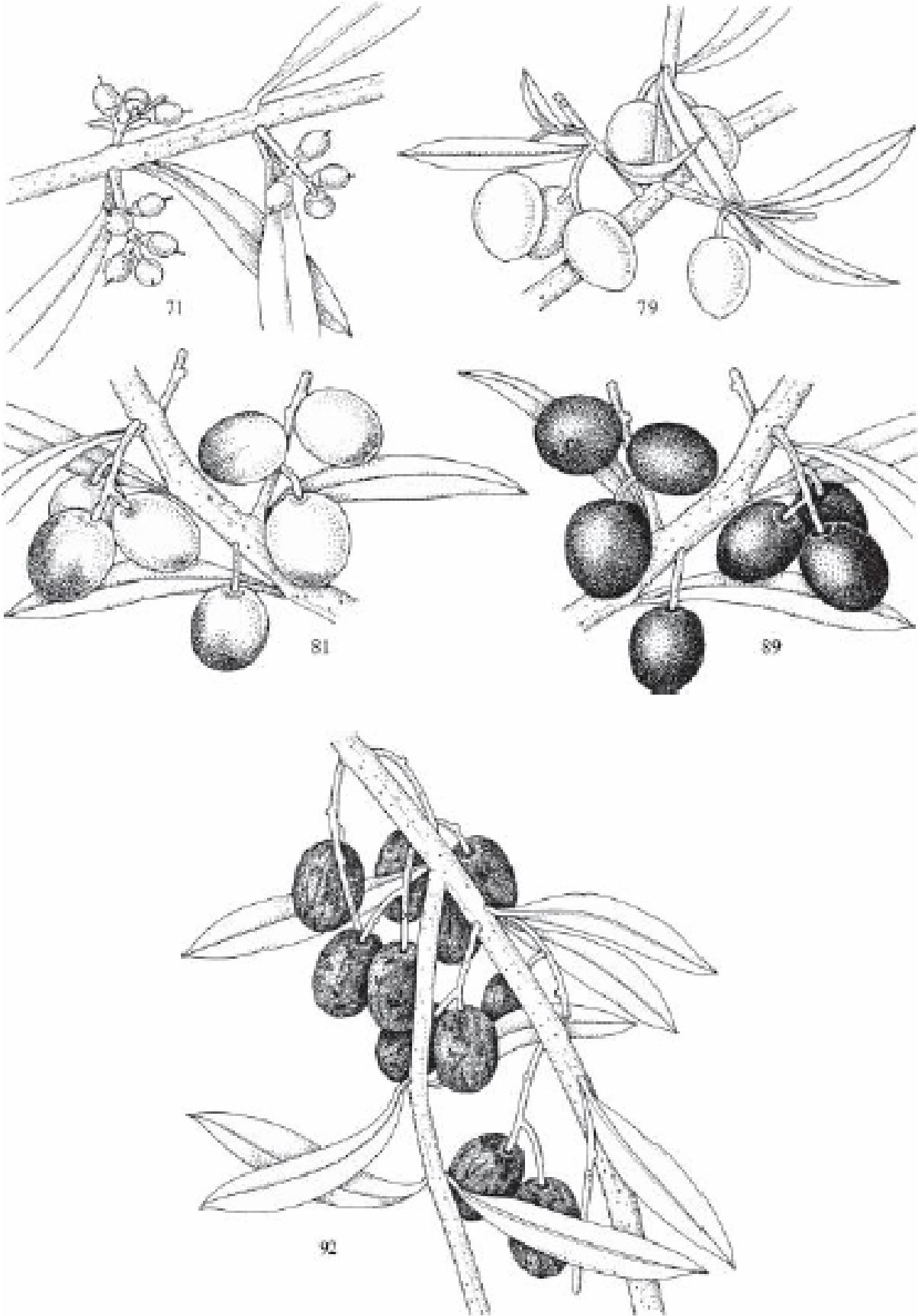
Anexo B. Ilustração dos estados fenológicos da oliveira (*Olea europaea* L.) segundo Colbrant & Fabré (1972).



Anexo C. Ilustração de alguns estados fenológicos segundo a escala BBCH da oliveira (*Olea europaea* L.) (Sanz-Cortés *et al.*, 2002).







Anexo D. Protocolo da observação dos estados fenológicos.

- No delineamento experimental, uma vez que houve disponibilidade, as observações iniciaram-se em Fevereiro (início da 2ª quinzena) correspondente ao estado dominante (51) além de se ter observado e registado fenómenos da evolução das gemas florais, também se registou a evolução das gemas vegetativas;
- A periodicidade com que foram efectuados os registos foi semanal desde o início das observações até a meio da segunda quinzena de Abril, correspondente ao estado fenológico mais adiantado (59) da cultivar mais adiantado;
- Da segunda quinzena de Abril (estado 59) até final de Maio, correspondente ao estado dominante (60) as observações de campo foram trissemanais;
- Posteriormente, a partir de Junho, correspondente ao estado (71) e até final de Julho / início de Agosto (endurecimento do endocarpo) correspondente ao estado (75), efectuaram-se observações semanais;
- As árvores foram marcadas com fita de sinalização em 3 exemplares de cada cultivar, as observações foram executadas em redor da árvore e à altura do observador;
- No tratamento dos dados observados foram registados em folhas (A4) com vários triângulos desenhados (Figura. 8) para segundo o método de Fleckinger (1954, citado por Fernández-Escobar & Rallo, 1981) se registar os estados fenológicos de cada cultivar, os dados do desenvolvimento floral (inflorescências, flores e frutos) foram registados na parte exterior dos triângulos e na parte interior o desenvolvimento vegetativo (folhas) e no vértice inferior esquerdo o estado mais atrasado, no vértice inferior direito, o estado mais adiantado e no superior o estado dominante em toda a árvore, os dados registados foram registados segundo a média dos estados observados nas 3 árvores discriminando também os dias das observações e cultivares em estudo;

Anexo E. Registo das observações dos estados fenológicos das quatro cultivares de oliveira estudados em Elvas na Herdade do Reguengo.

Quadro E1. Média do registo dos estados fenológicos referentes ao desenvolvimento das gemas florais de 3 árvores por cultivar.

Data	'Arbequina'			Data	'Cobrançosa'			Data	'Galega'			Data	'Picual'		
	-	+	D		-	+	D		-	+	D		-	+	D
17-Fev	50	51	50	17-Fev	50	51	51	17-Fev	50	51	51	17-Fev	50	51	51
24-Fev	50	51	50	24-Fev	50	51	51	24-Fev	50	51	51	24-Fev	50	51	51
03-Mar	50	51	50	03-Mar	50	51	51	03-Mar	50	51	51	03-Mar	50	51	51
10-Mar	50	51	50	10-Mar	50	51	51	10-Mar	50	51	51	10-Mar	50	51	51
17-Mar	50	51	51	17-Mar	50	51	51	17-Mar	50	51	51	17-Mar	50	51	51
24-Mar	50	53	51	24-Mar	50	53	51	24-Mar	50	53	51	24-Mar	50	53	51
31-Mar	51	53	51	31-Mar	50	53	51	31-Mar	50	53	51	31-Mar	50	53	51
07-Abr	51	55	54	07-Abr	51	54	53	07-Abr	51	54	53	07-Abr	51	53	53
14-Abr	53	57	55	14-Abr	53	54	54	14-Abr	53	54	54	14-Abr	53	54	54
21-Abr	57	60	59	21-Abr	55	57	57	21-Abr	55	59	57	21-Abr	55	57	57
26-Abr	59	61	60	26-Abr	55	59	57	26-Abr	57	59	59	26-Abr	57	59	57
28-Abr	59	61	60	28-Abr	55	59	57	28-Abr	57	60	59	28-Abr	57	60	57
02-Mai	59	65	65	02-Mai	57	60	59	02-Mai	59	61	60	02-Mai	57	61	59
04-Mai	59	67	65	04-Mai	59	61	59	04-Mai	59	65	61	04-Mai	59	65	60
06-Mai	61	68	67	06-Mai	61	65	61	06-Mai	59	65	65	06-Mai	60	65	61
09-Mai	65	69	68	09-Mai	65	67	65	09-Mai	65	68	67	09-Mai	65	67	65
11-Mai	67	69	69	11-Mai	65	68	67	11-Mai	65	69	68	11-Mai	65	68	67
13-Mai	68	71	69	13-Mai	67	68	68	13-Mai	67	68	68	13-Mai	67	69	68
16-Mai	68	71	69	16-Mai	67	69	68	16-Mai	68	69	68	16-Mai	67	69	68
18-Mai	69	71	71	18-Mai	68	71	69	18-Mai	68	71	69	18-Mai	68	71	69
20-Mai	69	71	71	20-Mai	68	71	69	20-Mai	68	71	69	20-Mai	68	71	69
27-Mai	71	71	71	23-Mai	69	71	71	23-Mai	69	71	71	23-Mai	69	71	71

Legenda: (-) – estado fenológico mais atrasado, (+) – estado fenológico mais adiantado, (D) – estado fenológico dominante.

Quadro E2. Média do registo dos estados fenológicos referentes ao desenvolvimento das gemas vegetativos de 3 árvores por cultivar.

Data	'Arbequina'			Data	'Cobrançosa'			Data	'Galega'			Data	'Picual'		
	-	+	D		-	+	D		-	+	D		-	+	D
24-Fev	00	07	01	24-Fev	00	09	03	24-Fev	00	09	03	24-Fev	00	09	01
03-Mar	00	07	01	03-Mar	00	09	03	03-Mar	00	11	03	03-Mar	00	09	01
10-Mar	00	07	01	10-Mar	00	09	03	10-Mar	00	11	03	10-Mar	00	09	03
17-Mar	01	11	03	17-Mar	00	09	03	17-Mar	00	11	03	17-Mar	00	09	03
24-Mar	01	11	03	24-Mar	00	09	03	24-Mar	00	11	03	24-Mar	00	09	03
31-Mar	01	19	07	31-Mar	00	11	07	31-Mar	00	15	07	31-Mar	00	11	07
07-Abr	09	19	11	07-Abr	07	15	11	07-Abr	07	15	11	07-Abr	07	15	11
14-Abr	09	19	11	14-Abr	07	15	11	14-Abr	09	19	11	14-Abr	09	19	11
21-Abr	09	19	15	21-Abr	09	19	15	21-Abr	09	19	15	21-Abr	09	19	15
26-Abr	11	19	15	26-Abr	11	19	15	26-Abr	11	19	15	26-Abr	11	19	15

Legenda: (-) – estado fenológico mais atrasado, (+) – estado fenológico mais adiantado, (D) – estado fenológico dominante.

Quadro E3. Relação dos desenvolvimentos vegetativo e floral segundo a média do registo dos estados fenológicos das 3 árvores de cada cultivar.

Cultivar	'Arbequina'		'Cobrançosa'		'Galega'		'Picual'				
	Estados fenológicos										
Data	Desenv. Veget.	Desenv. Floral	Desenv. Veget.	Desenv. Floral	Desenv. Veget.	Desenv. Floral	Desenv. Veget.	Desenv. Floral			
24-Fev	01	50	03	51	03	51	01	51			
03-Mar											
10-Mar											
17-Mar	03	51	07	57	11	53	03	51			
24-Mar											
31-Mar											
07-Abr	11	54	11	53	11	53	11	53			
14-Abr		55		54		54		54			
21-Abr		15		59		15		57	57	15	57
26-Abr	15	60	15	59	15	60	15	60			
28-Abr		65							59	60	61
02-Mai											
04-Mai											

Nota: Os estados fenológicos referidos são os observados no estado dominante.

Anexo F. Protocolo para a observação da qualidade da flor.

- No delineamento Experimental marcaram-se 3 árvores das 4 cultivares ('Arbequina', 'Cobraçosa', 'Galega' e 'Picual') e em cada árvore marcaram-se 3 ramos frutíferos, num total de 9 ramos frutíferos.
- No procedimento experimental, ao estado fenológico (57-59), nos ramos frutíferos seleccionados, procedeu-se à contagem e registo do número de inflorescências e posteriormente ao ensacamento dos ramos com sacos de papel cristal ceroso;
- A recolha das amostras decorreu no dia 25 de Maio quando se encontravam no estado fenológico (68), como dominante, após a recolha destas foram transportadas para o laboratório;
- No laboratório, procedeu-se à identificação e contagem: do número de corolas, número de cálices com ovário, número total de frutos e o número de botões florais por abrir, ainda se obteve o número médio de flores por inflorescência, fazendo-se somar o número total de corolas com o número total de botões por abrir e dividindo pelo número de inflorescências inicial.

Anexo G. Protocolo de observação da qualidade do Pólen.

Testes de coloração

Os testes de coloração executados proporcionam alguma informação acerca da qualidade do pólen embora porem sejam pouco fidedignos, têm a vantagem de serem muito expeditos;

- Neste estudo, no procedimento experimental, utilizaram-se as 4 cultivares de oliveira referidas anteriormente em 2 testes de coloração com azul de anilina e azul de toluidina;

- No teste de azul de anilina utilizou-se o corante da marca GURR-BDH e para o azul de toluidina, o corante da marca FLUKA-CHEMICA. Seguindo o procedimento proposto por Stanley e Linkens (1974) preparou-se o azul de anilina e de toluidina a 0,1 % de igual modo, numa solução de fosfato tripotássico 0,1 N. Na preparação de 100 ml de solução para cada um dos corantes utilizou-se:

- 0,1g de anilina/toluidina;

- 0,887g de fosfato tripotássico;

- 100ml de água destilada.

- Retirou-se o pólen do congelador, este ficou cerca de 30 minutos à temperatura ambiente.

- Para a determinação da viabilidade do pólen, numa lâmina colocou-se uma gota de corante e pulverizou-se com uma pequena quantidade de pólen. Após aproximadamente cerca de 30 minutos, colocou-se uma lamela e a preparação foi colocada no porta-objectos do microscópio. As contagens foram realizadas ao microscópio óptico Olympus BX-41, à ampliação de 10*40 e com o auxílio de uma ocular graduada. Para cada cultivar e corante utilizado, observaram-se 3 gotas. Escolheram-se em cada amostra 3 campos aleatórios de observação e contaram-se 100 grãos de pólen em cada campo escolhido para obtenção da média. As preparações foram observadas com luz fluorescente. O sistema de fluorescência está equipado com uma lâmpada de mercúrio de 100W e de filtros de excitação selectiva na banda larga dos ultravioletas ($\lambda=330-385\text{nm}$). De acordo com Stanley e Linkens (1974), os grãos de pólen viáveis apresentavam-se fluorescentes, enquanto os grãos não viáveis apresentavam-se opacos.

Testes de Germinação “in vitro”

- No procedimento experimental, o meio de cultura foi preparado no momento da incubação, seguindo a recomendação de Fernández - Escobar *et al.* (1981);
- Para a germinação do pólen utilizou-se o meio líquido proposto por Fernández-Escobar *et al.* (1981), uma solução aquosa com um volume de 250 ml, preparada com 10 % de sacarose, 0,01% de ácido bórico (BO_3H_3).
- Posteriormente colocaram-se 20 ml em cada um dos 12 tubos de ensaio correspondentes a cada árvore de cada cultivar, perfazendo um total de amostras;
- Utilizou-se uma densidade de sementeira de 0,04 g/ml para cada 20 ml de solução e um meio de cultura com pH de 4.18, para a sementeira o pólen foi pesado numa balança de precisão, depois juntou-se à solução e procedeu-se à homogeneização da amostra.
- Taparam-se os tubos com algodão e colocaram-se numa estufa com uma temperatura de incubação de 25 °C.
- Após as 24 h de referência do período de incubação, retiraram-se as amostras da estufa e procedeu-se novamente à homogeneização da amostra e seguidamente, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur retiraram-se 3 gotas de cada tubo de ensaio das 4 cultivares e colocaram-se em lâminas,
- Em cada amostra de pólen germinado, já na lâmina, escolheram-se aleatoriamente campos de observação e contaram-se cem grãos de pólen 3 vezes para obter uma média.
- Os grãos de pólen foram considerados germinados quando o comprimento do tubo polínico emitido era igual ou superior ao seu diâmetro. As contagens foram realizadas ao microscópio óptico Olympus BX-41 e observada com luz fluorescente, com o auxílio de uma ocular graduada à ampliação de 10*20.
- A avaliação das condições experimentais da germinação “*in vitro*”, foi baseada na revisão bibliográfica, a qualidade do pólen foi estudada nas 4 cultivares já referidas anteriormente no trabalho.

Anexo H. Duração da floração e datas referentes à época de floração nos anos: 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2005, 2006, 2007, 2010 e 2011 em Elvas.

Quadro H1. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘Arbequina’.

Ano	IF	IPF	MPF	FPF	FF	Duração da floração (dias)
1998	117,0	126,0	128,5	131,0	135,0	19
1999	127,0	133,0	134,0	135,0	138,0	12
2000	119,0	133,0	134,5	136,0	140,0	22
2001	114,0	117,0	125,5	134,0	137,0	24
2002	123,0	131,0	132,0	133,0	137,0	15
2005	126,0	129,0	130,5	132,0	135,0	10
2006	123,0	128,0	131,5	135,0	140,0	18
2007	127,0	134,0	135,5	137,0	141,0	15
2010	127,0	136,0	137,5	139,0	143,0	17
2011	111,0	116,0	118,5	122,0	129,0	19

Legenda: (IF) – Início de Floração; (IPF) – Início de Plena Floração; (MPF) – Média de Plena Floração; (FPF) – Fim de Plena Floração; (FF) – Fim de Floração.

Quadro H2. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘Cobrançosa’.

Ano	IF	IPF	MPF	FPF	FF	Duração da floração (dias)
1998	126,0	131,0	134,5	138,0	142,0	17
1999	130,0	133,0	135,5	138,0	141,0	12
2000	129,0	136,0	138,0	140,0	143,0	15
2001	120,0	120,0	127,0	134,0	137,0	18
2002	130,0	133,0	135,0	137,0	140,0	11
2005	130,0	132,0	134,5	137,0	140,0	11
2006	132,0	135,0	136,0	137,0	139,0	8
2007	134,0	137,0	139,0	141,0	144,0	11
2010	137,0	140,0	140,5	141,0	144,0	8
2011	122,0	124,0	126,5	129,0	133,0	12

Legenda: (IF) – Início de Floração; (IPF) – Início de Plena Floração; (MPF) – Média de Plena Floração; (FPF) – Fim de Plena Floração; (FF) – Fim de Floração.

Quadro H3. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘‘Galega’’.

Ano	IF	IPF	MPF	FPF	FF	Duração da floração (dias)
1998	126,0	131,0	134,5	138,0	142,0	17
1999	127,0	133,0	137,0	141,0	144,0	18
2000	126,0	136,0	138,0	140,0	143,0	18
2001	124,0	127,0	130,5	134,0	137,0	14
2002	123,0	130,0	133,5	137,0	140,0	18
2005	129,0	132,0	134,5	137,0	140,0	12
2006	126,0	132,0	133,5	135,0	137,0	12
2007	134,0	137,0	139,0	141,0	144,0	11
2010	132,0	138,0	139,5	141,0	144,0	13
2011	118,0	122,0	124,0	126,0	131,0	14

Legenda: (IF) – Início de Floração; (IPF) – Início de Plena Floração; (MPF) – Média de Plena Floração; (FPF) – Fim de Plena Floração; (FF) – Fim de Floração.

Quadro H4. Duração da floração e datas da época de floração em dias do ano (DOY) da cultivar ‘‘Picual’’.

Ano	IF	IPF	MPF	FPF	FF	Duração da floração (dias)
1998	93,0	126,0	132,0	138,0	142,0	50
1999	127,0	130,0	131,5	133,0	138,0	12
2000	133,0	140,0	141,5	143,0	147,0	15
2001	127,0	134,0	135,5	137,0	141,0	15
2002	126,0	130,0	133,5	137,0	140,0	15
2005	129,0	132,0	136,0	140,0	143,0	15
2006	128,0	132,0	133,5	135,0	138,0	11
2007	134,0	137,0	139,0	141,0	144,0	11
2010	132,0	138,0	139,5	141,0	144,0	13
2011	118,0	124,0	126,5	129,0	133,0	16

Legenda: (IF) – Início de Floração; (IPF) – Início de Plena Floração; (MPF) – Média de Plena Floração; (FPF) – Fim de Plena Floração; (FF) – Fim de Floração.

Anexo I. Validação do modelo

Quadro II. Comparação das datas médias da floração (DOY) observadas com as previstas pelo modelo e o RMSE para cada cultivar.

Ano	'Arbequina'		'Cobrançosa'		'Galega'		'Picual'	
	Data MPF	Data MPF	Data MPF	Data MPF	Data MPF	Data MPF	Data MPF	Data MPF
	obser.	prevista	obser.	prevista	obser.	prevista	obser.	prevista
1998	128,5	124,0	134,5	131,0	134,5	131,0	132,0	128,0
1999	134,0	127,0	135,5	130,0	137,0	129,0	131,5	129,0
2000	134,5	138,0	138,0	140,0	138,0	139,0	141,5	140,0
2001	125,5	125,0	127,0	134,0	130,5	133,0	135,5	130,0
2002	132,0	138,0	135,0	139,0	133,5	138,0	133,5	139,0
2005	130,5	132,0	134,5	133,0	134,5	132,0	136,0	133,0
2006	131,5	136,0	136,0	137,0	133,5	136,0	133,5	136,0
2007	135,5	135,0	139,0	135,0	139,0	135,0	139,0	137,0
2010	137,5	128,0	140,5	139,0	139,5	138,0	139,5	135,0
2011	119,0	119,0	126,5	126,0	124,0	125,0	126,5	122,0
RMSE (dias)	4,80		3,65		3,68		3,80	