

Fenologia do desenvolvimento das inflorescências e outros parâmetros da floração em variedades de oliveira

Dissertação

Curso de Mestrado em Agricultura Sustentável

Ana Patrícia da Silva Branca

Orientadores: Doutora Ana Cordeiro e Doutora Carla Inês

Elvas, 2022

Ana Patrícia da Silva Branca

Fenologia do desenvolvimento das inflorescências e outros parâmetros da floração em variedades de oliveira

Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em
(Agricultura Sustentável) conferido pelo Instituto Politécnico de
Portalegre.

Orientador: Doutora Ana Rodrigues Cordeiro e Doutora Carla Inês

Arguente principal: Doutora Teresa Valdiviesso

Arguente: Doutor Francisco Mondragão Rodrigues

Presidente do Júri: Doutor José Manuel Rato Nunes

Classificação: 18 valores

Escola Superior Agrária de Elvas

2022

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.

Talvez não existam palavras suficientes e significativas que me permitam agradecer à Doutora Carla Inês com justiça, com o devido merecimento. Mas é tudo que posso fazer, usar palavras para agradecer;

A sua ajuda e apoio foram muito importantes para mim, a compreensão, amizade, profissionalismo e toda a paciência que me transmitiu ao longo deste trabalho nunca vou esquecer tudo que fez por mim. Muito obrigado! Com todo o carinho e de coração eu agradeço;

À professora Doutora Ana Cordeiro por ter aceite ser minha orientadora e me ter dado esta oportunidade;

Ao INIAV e toda a sua equipa por me terem recebido tão bem;

À minha família, pelo amor, apoio, alento, força e paciência que tiveram, o apoio que me deram a compreensão e incentivo a terminar este ciclo da minha vida, em especial aos meus filhos Daniela e Tomás, ao meu Marido e a minha avó que me ajudou a crescer e quem me fez chegar até aqui;

À minha estrelinha, muito obrigado!

Por fim, agradeço aos meus amigos e a todas as pessoas que me ajudaram a chegar até aqui no meu percurso académico.

Resumo

As projeções climáticas alertam para intensas modificações do clima, nomeadamente na península Ibérica. Os desafios que a olivicultura irá enfrentar, em particular nesta região do globo, e como irão as diferentes variedades reagir é uma preocupação crescente para todo o setor.

O presente trabalho foi desenvolvido no ano de 2022 e teve como foco a fenologia do desenvolvimento das inflorescências e da floração, parâmetros ligados com a qualidade da flor e as interações que se estabeleceram com a produção anterior. As oliveiras estão instaladas na Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO) e foram selecionadas 11 variedades: 2 autóctones de Espanha ('Picual' e 'Arbequina'); e 9 autóctones de Portugal ('Maçanilha de Tavira', 'Galega Vulgar', 'Galego de Évora', 'Conserva de Elvas', 'Blanqueta de Elvas', 'Tentilheira', 'Azeiteira', 'Judiaga' e 'Bico de Corvo'). A escala de estados fenológicos utilizada foi a BBCH.

O abrolhamento teve início a 17 de março com a manifestação do estado 51 dominante. O período de floração das variedades foi, essencialmente, durante o final da 1.^a quinzena de maio. Para a maioria das variedades, a plena floração (PF) foi de 3 dias, e o máximo foi de 5 dias ('Conserva de Elvas' e 'Galego de Évora'). A data média de PF variou entre 11 ('Conserva de Elvas') e 15 ('Galego de Évora') de maio. A maioria dos materiais teve carga floral muito baixa ($\leq 20\%$ da copa com inflorescências), exceto 'Tentilheira' que apresentou o nível máximo. Com boa qualidade da flor destacou-se 'Azeiteira' (proporção de flores perfeitas variou entre 65 % e 81 %), seguida de 'Blanqueta de Elvas' e 'Maçanilha de Tavira'. Verificou-se a existência de diferenças entre variedades ao nível do número de inflorescências por 10 cm de ramo frutífero, número total de flores por inflorescência, e número de flores perfeitas por inflorescência. A produção das oliveiras no ano anterior (2021) e o número de flores perfeitas por inflorescência apresentaram correlações positivas e também negativas em algumas variedades. Houve variabilidade no comportamento e nos mecanismos de resposta das variedades às condições climáticas prevalecentes.

Palavras-chave: alterações climáticas; ciclo reprodutivo; estados fenológicos; *Olea europaea* L.; variedades autóctones.

Abstract

Climate projections warn of intense climate changes, particularly in the Iberian Peninsula. The challenges that olive growing will face, particularly in this region of the globe, and the capability to predict if the different varieties will be able to adapt to the new environment conditions is a growing concern.

The present work was developed during 2022 and it's focused on the phenology of the development of inflorescences and flowering, parameters related to flower quality and the interactions established with the previous fruit yield. The olive trees are installed in the Olive Reference Collection of Portugal (CPRCO) and 11 varieties were selected: 2 autochthonous Spanish genotypes ('Picual' and 'Arbequina'); and 9 autochthonous Portuguese genotypes ('Maçanilha de Tavira', 'Galega Vulgar', 'Galego de Évora', 'Conserva de Elvas', 'Blanqueta de Elvas', 'Tentilheira', 'Azeiteira', 'Judiaga' and 'Bico de Corvo'). Phenological growth was described according to BBCH scale.

Budbreak began on March 17th with the manifestation of state 51 (dominant). The flowering periods were essentially during the end of the first half of May. For the majority of the varieties, full flowering (FF) lasted for 3 days, and the maximum for 5 days ('Conserva de Elvas' and 'Galego de Évora'). The average date of FF varied between May 11th ('Conserva de Elvas') and May 15th ('Galego de Évora'). Most of the materials had a very low flowering intensity ($\leq 20\%$ of the canopy with inflorescences), except 'Tentilheira', which presented the maximum level. Good flower quality was observed in 'Azeiteira' (the proportion of perfect flowers varied between 65% and 81%), followed by 'Blanqueta de Elvas' and 'Maçanilha de Tavira'. There were differences between varieties in terms of number of inflorescences per 10 cm of fruiting branch, total number of flowers per inflorescence, and number of perfect flowers per inflorescence. The production of olive trees in the previous year (2021) and the number of perfect flowers per inflorescence showed both positive and negative correlations in some varieties. There was variability in the behaviour and response mechanisms of the varieties to the prevailing climatic conditions.

Key words: autochthonous varieties; climatic changes; *Olea europaea* L.; phenological stages; reproductive cycle.

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

°C – Graus Celsius

BBCH – *Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHemical Industry*

CPRCO – Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira

DRARO – Direção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste

DRATM – Direção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes

EPPO – *European Plant Protection Organization*

GPP – Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração

ha – Hectares

INE – Instituto Nacional de Estatística, I.P.

INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.

PNRGN – Plano Nacional para os Recursos Genéticos Vegetais

Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	iv
Índice Geral.....	v
Índice de Quadros.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
1. Introdução e Objetivos.....	I
1.1 Introdução.....	I
1.2. Objetivos.....	2
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. O olival em Portugal.....	3
2.1.1. Diversidade varietal autóctone.....	6
2.2. Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO).....	6
2.2.1. Estudos em coleção.....	7
2.2.2 Escala BBCH e a sua adaptação à espécie <i>Olea europaea</i> L.....	9
2.3. Oliveira: botânica e morfologia.....	11
2.3.1. Estruturas reprodutivas.....	11
2.3.2. Floração, polinização e fecundação.....	13
2.4. O ciclo reprodutivo da oliveira.....	14
2.4.1 Crescimento dos ramos.....	15
2.4.2. Desenvolvimento das inflorescências e floração.....	16
2.4.3. Alternância de produções.....	18
2.5. Parâmetros climáticos e culturais críticos para a floração e vingamento.....	20
2.6. Impacto das alterações climáticas.....	21
3. Material e Métodos.....	23
3.1 Caracterização da parcela experimental.....	23

3.1.1 Caracterização climática da região	23
3.1.2. Caracterização dos solos	25
3.1.3 Caracterização da Parcela de Avaliação I	26
3.2. Material vegetal	27
3.3. Desenvolvimento das inflorescências e floração	28
3.3.1 Fenologia da floração.....	28
3.3.2 Intensidade da floração	29
3.3.3 Qualidade da flor.....	29
3.3.4 Tratamento dos dados.....	30
4. Resultados	32
4.1 Comportamento de variáveis climáticas (temperatura e precipitação)	32
4.2.1 Anomalias durante o desenvolvimento das inflorescências	37
4.3 Intensidade de floração e caracterização de inflorescências.....	38
4.3.1 Qualidade da flor.....	44
4.4 Produção de azeitona	46
4.5 Relação entre a produção e a floração seguinte.....	47
5. Discussão	49
6. Conclusões.....	56
7. Bibliografia	58

Índice de Quadros

Quadro 1 – Estados fenológicos do desenvolvimento floral da oliveira de acordo com Rapoport e Moreno-Alías (2017).....	10
Quadro 2- Níveis de Intensidade de floração (% superfície da copa) (Fonte: (AA. VV, 1997)..	29
Quadro 3 – Intervalos de coeficientes de correlação e correspondente força da relação (Landis & Koch, 1977).....	31
Quadro 4 – Número de dias entre o estado 55 [1. ^a vez dominante na copa, (X-55-X)] e o início da floração [IF: 1. ^a vez (X-X-60/61)] das variedades estudadas no ano 2022, em Elvas.	36
Quadro 5 – Data da primeira observação de manchas violáceas nos botões florais durante o desenvolvimento das inflorescências.	37
Quadro 6 - Intensidade da Carga Floral das variedades estudadas no ano 2022 em Elvas.....	39
Quadro 7 - Número de inflorescências por 10 cm de ramo, Número total de flores por inflorescência, Número de flores perfeitas por inflorescência (erro-padrão indicado entre parênteses), e teste de comparação de médias (ANOVA), para um conjunto de onze variedades de oliveira, no ano de 2022, instaladas em Elvas.	42
Quadro 8 – Testes <i>post hoc</i> (Duncan para $\alpha = 0,05$) para as variáveis “Número de inflorescências por 10 cm de ramo” (A), “Número total de flores por inflorescência” (B) e “Número de flores perfeitas por inflorescência” (C).	43
Quadro 9 - Avaliação da Qualidade da Flor de variedades de oliveira no ano de 2022 em Elvas.	44
Quadro 10 – Coeficientes de correlação entre a produção de frutos na campanha de 2021/22 e parâmetros da floração e da qualidade da flor do ano seguinte (2022), em nove variedades de oliveira instaladas em Elvas.	48

Índice de Figuras

Figura 2.1 - Evolução da área (ha) de olival em Portugal (GPP, 2019; INE, 2022).	3
Figura 2.2 - Exemplo de olival intensivo (Vilar <i>et al.</i> , 2019).	4
Figura 2.3 - Exemplo de olival em alta densidade de plantação (Vilar <i>et al.</i> , 2019).	
Figura 2.4 - Inflorescências e flores da oliveira.	12
Figura 2.5 - Exemplo de flor perfeita, círculo vermelho, e de flor imperfeita, círculo azul.....	12
Figura 2.6 - Representação esquemática do ciclo reprodutivo da oliveira.....	14
Figura 2.7 - Ramo de oliveira do crescimento do ano (n) com indicação a vermelho e ramo formado no crescimento do ano anterior (n-1) com indicação a amarelo.	16
Figura 2.8 - Proporção de uma unidade de frio acumulada em resposta a uma hora de exposição a diferentes temperaturas ambiente (°C) (De Melo-Abreu <i>et al.</i> , 2004).....	17
Figura 3.1 - Classificação climática de Köppen-Geiger para Portugal continental.....	23
(Fonte: https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/).	23
Figura 3.2- Gráfico ombrotérmico de Gaussen da região de Elvas para o período 1991 -2021.	24
Figura 3.3- Classificação dos solos da Herdade do Reguengo (adaptado da Carta de Solos n. °37A/428 (SROA, 1964)).....	25
Figura 3.4- Classificação dos solos da Herdade do Reguengo (adaptado da Carta de Capacidade de Uso n. °37ª/428 (SROA, 1964)).....	25
Figura 3.5 - Parcela de Avaliação I (delineada a amarelo) da Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO) que se situa na Herdade do Reguengo do INIAV, I.P. em Elvas.	26
Figura 3.6 - Esquema exemplo da distribuição de uma variedade na Parcela de Avaliação I da CPRCO, INIAV, I.P., Elvas.....	27
Figura 3.7 - Exemplo da grelha utilizada para a anotação das observações dos estados fenológicos nas diversas variedades e datas de observação.....	28
Figura 3.8- Os vários passos para o estudo da qualidade da flor.	30
Figura 4.1 - Gráfico ombrotérmico de Gaussen da região de Elvas para os primeiros cinco meses do ano de 2022 (dados obtidos na estação meteorológica da Herdade do Reguengo, INIAV, I.P.).	32

Figura 4.2 - Pauta do desenvolvimento das inflorescências das Variedades de oliveira no ano 2022 em Elvas de acordo com a escala de descrição dos estados fenológicos BBCH (Sanz-Cortés <i>et al.</i> , 2002).	34
Figura 4.3 - Pauta do Período de Floração das Variedades de oliveira no ano 2022 em Elvas de acordo com a escala de descrição dos estados fenológicos BBCH (Sanz-Cortés <i>et al.</i> , 2002).	35
Figura 4.4 - Inflorescências de oliveira com manchas de coloração violácea nos botões florais na primavera de 2022 em Elvas.	37
Figura 4.5 - Histograma da carga floral (ou intensidade de floração) para um conjunto de 39 oliveiras no ano de 2022 instaladas em Elvas.	38
Figura 4.6 - Caixas de bigodes para as variáveis “Número de inflorescências por 10 cm de ramo” (A), “Número total de flores por inflorescência” (B) e “Número de flores perfeitas por inflorescência” (C), para um conjunto de onze variedades de oliveira, no ano de 2022, instaladas em Elvas.	41
Figura 4.7 - Produção por árvore e produção média das árvores que registaram produção de frutos na campanha de 2021/22, em Elvas (valor médio $\pm$ erro-padrão).	46

I. Introdução e Objetivos

I.1. Introdução

Os sistemas agroalimentares enfrentam grandes desafios relacionados com a necessidade de aumento da produtividade agrícola, a conservação dos recursos naturais e o uso eficiente dos *inputs*. Não descurando os aspetos já enunciados, é da maior importância capacitar o setor olivícola, promovendo a cultura de variedades com maior resiliência às alterações climáticas. Da Croácia e Espanha (vale do rio Andarax) chegam relatos de impactos negativos na produção relacionados com as alterações climáticas e que vão além da menor disponibilidade de água através da precipitação (Jusup, 2022; DeAndreis, 2022). Para instalar ou reconverter olivais com genótipos melhor adaptados aos novos condicionalismos é imprescindível a realização de uma importante tarefa *a priori*: a conservação, caracterização, melhoramento e valorização dos recursos genéticos de oliveira.

Entre os fatores climáticos que influenciam o desenvolvimento reprodutivo da oliveira, a temperatura encontra-se entre os principais, controlando o ritmo a que ocorrem as etapas dos diferentes estados fenológicos do desenvolvimento das inflorescências e da floração (Alcalá & Barranco, 1992; Barranco *et al.*, 1994; Rallo & Cuevas, 2017). O estudo aqui apresentado foi delineado para servir como contributo para um maior conhecimento da fenologia do ciclo reprodutivo de um conjunto de 11 variedades de oliveira autóctones de Portugal e Espanha. Entre os materiais estrangeiros, selecionou-se ‘Picual’ e ‘Arbequina’, em virtude da importância que principalmente esta última apresenta nos novos investimentos de olival de alta densidade de plantação em Portugal e também porque são duas das variedades mais estudadas no mundo inteiro. De entre os materiais nacionais, selecionou-se a ‘Galega Vulgar’ por ser uma variedade dominante nos olivais tradicionais de Portugal, assim como variedades regionais importantes nos concelhos de Elvas e Campo Maior (‘Azeiteira’, ‘Conserva de Elvas’ e ‘Blanqueta de Elvas’) e a ‘Tentilheira’ um material muito pouco difundido. A azeitona de mesa é um produto que tem vindo a ganhar dimensão ao nível da agroindústria e exportação e, como tal, incluíram-se mais 5 variedades, cujo fruto tem preferencialmente aptidão para

este fim, autóctones de regiões como o Algarve, Baixo Alentejo e Alentejo Central ('Maçanilha de Tavira', Bico de Corvo', 'Judiaga' e 'Galego de Évora').

A conservação e a preservação, bem como a caracterização e a avaliação da capacidade de adaptação de variedades tradicionais de oliveira, são linhas de investigação a seguir, possibilitando identificar os genótipos mais bem-adaptados e, ainda, reconhecer os melhores progenitores para programas de melhoramento genético.

As alterações climáticas têm, gradualmente, vindo a impor-se em todas as regiões do globo, e podem contribuir para o aparecimento de novas pragas e doenças e de anomalias no desenvolvimento do ciclo da oliveira, principalmente durante as fases de formação da flor, floração, vingamento do fruto e até mesmo durante a sua maturação. Não é ainda conhecida a intensidade e repercussão das alterações climáticas no que respeita à fenologia da oliveira, embora alguns estudos sobre modelos de floração indiquem que algumas variedades possam vir a tornar-se improdutivas em certas regiões ou condições.

I.2. Objetivos

Este estudo incidiu sobre o desenvolvimento das inflorescências, floração e qualidade da flor, no ano de 2022, de 11 variedades de oliveira, instaladas na Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO), INIAV, I.P., Polo de Elvas, Olivicultura – Herdade do Reguengo, e para o qual se definiram os seguintes objetivos principais:

- Caracterizar a evolução dos estados fenológicos durante o desenvolvimento das inflorescências e floração;
- Observar a morfologia externa das inflorescências a fim de identificar o surgimento de anomalias;
- Avaliar a intensidade da floração;
- Definir o período de floração das onze variedades (no ano de 2022, em Elvas);
- Avaliar a qualidade da flor;
- Analisar a resposta fenológica vs. as condições climáticas prevalentes;
- Avaliação preliminar da correlação entre a produção de frutos de 2021 e a floração de retorno em 2022.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. O olival em Portugal

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) (Reis, 2014).

Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística, no ano de 2019 existiam 361.483 hectares de olival em Portugal (Figura 2.1), dos quais 352.404 hectares eram para azeite (INE, 2019; Martins, 2019). Em 2021, a área de olival aumentou para 380.412 hectares, ou seja, em 2 anos teve um aumento de 5,24 % (INE, 2022).

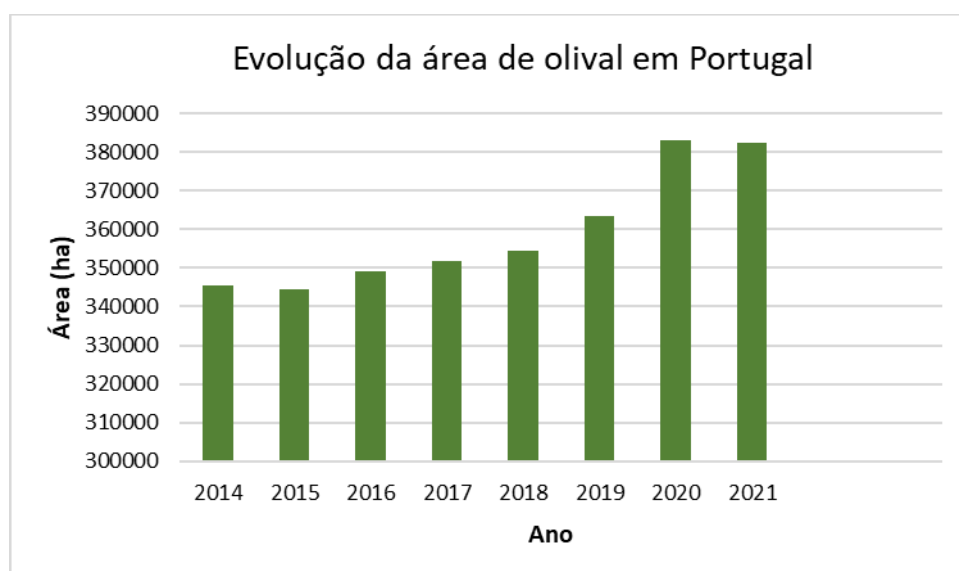


Figura 2.1 - Evolução da área (ha) de olival em Portugal (GPP, 2019; INE, 2022).

O olival tradicional ocupa uma área total de aproximadamente 134.000 hectares, o que representa 37,2% do total nacional, tendo uma maior expressão nas regiões da Beira Interior e Trás-os-Montes. O olival intensivo abrange uma área total de cerca de 119.000 mil hectares (33,2% da área total de olival) e encontramos este tipo de olival representado em todas as regiões de forma semelhante. O olival de alta densidade de plantação (também designado por superintensivo ou em sebe) ocupa uma área total de aproximadamente 108.000 mil hectares (29,6% do total da área de olival) (GPP, 2019; Martins, 2019).

Ao olival tradicional estiveram, e por vezes ainda estão, associados graves problemas de baixa produtividade, pois grande parte são oliveiras envelhecidas e com falta de cuidados culturais. Dentre essas condicionantes destacam-se a má implantação das árvores (relacionada, principalmente, com o desenho de plantação), a falta de fertilização e de podas racionais e a ausência de tratamentos fitossanitários aplicados de modo sustentável. O olival tradicional é um ícone da paisagem rural portuguesa, mas a falta de apoios governamentais para manter esse património, numa fase em que o meio rural foi ultrapassado pela industrialização e agricultura intensiva, motivou durante algumas décadas o abandono dos terrenos e, naturalmente, dos oliveiros por parte dos agricultores. Atualmente, assiste-se a um retorno às origens e algumas empresas, principalmente de cariz familiar, idealizaram projetos para revitalizar este tipo de oliveiras e conseguir colocar no mercado um produto diferenciado.

Numa perspetiva económica e para o futuro, os novos agricultores tendem a implantar oliveiras numa ótica de otimização dos fatores de produção, melhores práticas culturais e mais sustentáveis. Nos últimos 20 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 oliveiros intensivos e de alta densidade de plantação (Vilar *et al.*, 2019).



Figura 2.2 - Exemplo de olival intensivo (Vilar *et al.*, 2019).

O marco de plantação vai depender muito da variedade e das técnicas culturais e de condução das plantas utilizadas. Num olival intensivo, normalmente, praticam-se compassos de 5 m x 4 m ou mesmo 6 m x 4 m (Figura 2.2) (Vilar *et al.*, 2019). Em relação ao olival superintensivo (Figura 2.3), o que caracteriza este tipo de plantação é a sua condução em palmeta ou em falsa palmeta, deixando as oliveiras de ser conduzidas em vaso, como acontece nos olivais intensivos, e a distância entre as plantas na linha é de 1,35 m a 1,5 m. Na entrelinha praticam-se, geralmente, distâncias entre 3,5 m a 4 m. Em altura, as oliveiras não costumam ultrapassar 2,7 m (Deprado, 2022).

É importante manter-se o equilíbrio entre todas as vertentes de olival e modos de produção, nomeadamente o olival intensivo e superintensivo, o olival tradicional e o biológico. Ou seja, há espaço para cada um deles e esse equilíbrio é de grande importância para o sector. Portugal é, neste momento, a nível mundial, o 7.º maior produtor de azeitona, o 8.º maior produtor de azeite e o 9.º país com maior área de olival (Casa do Azeite, 2020). Se o olival “moderno” (em sebe) é vital para garantir o abastecimento do mercado com lotes de azeite com dimensão e quantidade, o olival tradicional tem também uma extrema



Figura 2.3 - Exemplo de olival em alta densidade de plantação (Vilar *et al.*, 2019).

importância, pois garante uma especificidade muito própria a estes azeites. A produção em modo de produção biológico representa uma tendência e uma diversificação da oferta, de maior valor acrescentado. Todos estes sistemas de produção têm o seu lugar específico na cadeia de valor e é importante que haja a maior valorização possível em cada sistema. O sector do azeite nacional só tem a ganhar com essa diversidade e esse respeito pelos sistemas mais tradicionais, mas também pelas mais-valias e pela escala que os novos olivais permitem obter. No fundo, quanto mais diversificado e plural for o sector, maior será a sua adaptação aos vários mercados e nichos de mercados globais, e isso é muito importante para a competitividade como país produtor (Casa do Azeite, 2020).

2.1.1. Diversidade varietal autóctone

Em Portugal existem duas variedades tradicionais principais, a ‘Galega Vulgar’ e a ‘Cobrançosa’. Isto significa que existem olivais de ambas em todas as regiões olivícolas, com exceção da ‘Galega’ em Trás-os-Montes. Existem também outras variedades nacionais bastante relevantes nas suas regiões olivícolas, nomeadamente a ‘Carrasquenha’ e a ‘Azeiteira’ no Alentejo, a ‘Bical’ e a ‘Cornicabra’ na Beira Interior, a ‘Madural’ em Trás-os-Montes, e a ‘Lentisca’ no Ribatejo (Cordeiro, 2014). Por último, existem as variedades locais ou denominações varietais cuja representatividade no olival cinge-se a algumas freguesias ou até mesmo árvores isoladas, são exemplos os materiais ‘Planalto’, ‘Tentilheira’, ‘Ocal’ e ‘Coração de Lebre’.

A introdução de variedades estrangeiras, principalmente oriundas de Espanha, tem sido uma realidade para a olivicultura “moderna” em Portugal e geralmente estão associadas aos olivais em sebe. Neste grupo de materiais destacam-se atualmente a ‘Arbequina’ e a ‘Arbosana’. Uma variedade que teve alguma presença nos olivais de alta densidade de plantação foi a ‘Koroneiki’, um genótipo de origem grega, mas a elevada força de retenção dos frutos foi uma das características que levou ao seu desuso.

A uniformização varietal do olival coloca em risco de extinção os recursos genéticos autóctones desta espécie. O arranque do olival tradicional e o desaparecimento das gerações de agricultores de mais idade, conhecedores da diversidade autóctone, são realidades com que temos de conviver. Está, por isso, a diminuir o tempo útil para a prospeção, conservação e preservação das variedades locais (Cordeiro & Inês, 2016).

As alterações climáticas em Portugal deverão consistir em aumentos da temperatura média anual, à ocorrência mais frequente de ondas de calor mais intensas e, possivelmente, uma maior concentração dos episódios de chuva (Cordeiro & Inês, 2016). As variedades autóctones, potencialmente, estarão melhor preparadas para se adaptarem às alterações climáticas no local onde foram selecionadas ou manifestar características de interesse em outras regiões.

2.2. Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO)

Na maioria dos países olivícolas da região Mediterrânica existem projetos para a conservação, preservação e valorização da variabilidade genética de *Olea europaea* L.

(oliveira) existente. Com esse propósito foram criados Bancos de Germoplasma, que podem ser nacionais ou internacionais, para congregar *ex situ* os diversos materiais identificados.

Em Portugal existem algumas estruturas dispersas pelo país onde foram reunidas um conjunto de oliveiras com interesse regional, nomeadamente uma na Herdade dos Soídos da Direção Regional de Agricultura do Ribatejo e Oeste (DRARO) em Santarém, outra na Quinta do Valongo da Direção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes (DRATM) em Mirandela e os exemplos continuam... Perante a necessidade e urgência na identificação e preservação da diversidade genética de oliveira em Portugal, o grupo de investigação da Área Científica Olivicultura: Azeitona e Azeite do INIAV, I.P. construiu o projeto: “OLEAREGEN: Conservação e Melhoramento de Recursos Genéticos – OLIVEIRA” – PA 18659, financiado pelo Programa ProDeR ação 2.2.3.1. (Inês & Cordeiro, 2017). O projeto funcionou de 2011 a 2015 e, entre as principais atividades desenvolvidas, destacam-se a realização de ações de prospeção nas regiões olivícolas portuguesas e a instalação da Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO), na Herdade do Reguengo, do Polo do INIAV, I.P. de Elvas. São três as parcelas experimentais que constituem a CPRCO, uma das parcelas é para a Conservação e Preservação dos materiais e as outras duas parcelas para a avaliação da diversidade instalada (Parcela de Avaliação 1 e Parcela de Avaliação 2). Atualmente, a CPRCO inclui mais de 134 denominações varietais (MAM, 2015), e preveem-se continuar as ações de prospeção e de valorização dos materiais em Coleção (Inês & Cordeiro, 2017). Ainda durante a execução do OLEAREGEN, o INIAV I.P., em 2014, elaborou a primeira proposta para o Plano Nacional para os Recursos Genéticos Vegetais (PNRGV).

2.2.1. Estudos em coleção

Os estudos em progresso na CPRCO permitem conhecer e/ou aprofundar o conhecimento sobre as características varietais dos genótipos de oliveira portuguesa, incluindo os menos difundidos. A caracterização agronómica iniciou-se no momento da plantação dos acessos, tomando o registo da altura das plantas, e a partir daí a recolha de dados do desenvolvimento vegetativo é realizada anualmente, pelo menos, antes do início de um novo ciclo vegetativo.

O número de anos improdutivos é uma característica importante para a escolha de uma variedade. Na CPRCO, os materiais mais precoces começaram a entrar em produção ao segundo anos após a plantação.

A compilação de dados da fenologia da floração e da maturação é outro dos grandes propósitos do trabalho desenvolvido na CPRCO. A caracterização do desenvolvimento dos gomos florais e do período de floração dos materiais instalados tem revelado o grau de variabilidade destes parâmetros ao longo dos anos (Cordeiro & Inês, 2018). A caracterização agronómica fica concluída com informação de 10 campanhas, o que demonstra quão longos os estudos em oliveiras, obrigatoriamente, são.

A plantação dos genótipos em coleção *ex situ*, sujeitos às mesmas condições de solo, clima e manejo como acontece na CPRCO, permite que esses materiais manifestem potencialidades anteriormente ocultas ou condicionadas pelo meio. De um conjunto de materiais, determinado genótipo pode manifestar um comportamento que promova a sua imediata divulgação ou então ser selecionado para progenitor num programa de melhoramento genético da espécie (Inês & Cordeiro, 2017).

A conservação da riqueza varietal nacional da espécie *Olea europaea* L. é uma tarefa institucional. Dos seus resultados todo o setor olivícola pode beneficiar, revelando-se uma ferramenta para ultrapassar os problemas que possam decorrer das alterações climáticas. As coleções congregam uma enorme riqueza da variabilidade genética para muitas das características mais importantes na olivicultura. O conhecimento das potencialidades das variedades em coleção passa pela existência de repetições aleatórias e por utilizar protocolos de avaliação para características de interesse agronómico, tecnológico e sanitário e durante vários anos. Entre estas características destacam-se: o vigor vegetativo, a precocidade de entrada em produção, a época de floração e a carga floral; a época de maturação; a produtividade e a alternância de colheita; a suscetibilidade ou tolerância a determinadas pragas e doenças (Cordeiro & Inês, 2016). Toda a informação que vem sendo obtida e compilada na CPRCO servirá de reservatório de características para enfrentar ou contornar condições edafoclimáticas distintas (Cordeiro & Inês, 2018).

2.2.2. Escala BBCH e a sua adaptação à espécie *Olea europaea* L.

Para a oliveira utilizaram-se durante várias décadas os estados fenológicos definidos por Colbrant e Fabré (1972) e mais tarde adaptados por De Andrés (1974). No início do século XXI, o estudo da fenologia na espécie *Olea europaea* L. integrou o sistema BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and CHemical Industry*). Esta metodologia é oficialmente aceite pela *European Plant Protection Organization* (EPPO) e a adaptação da escala geral BBCH à oliveira foi realizada por Sanz-Cortés et al., (2002). Os sistemas de De Andrés (1974) e de Colbrant e Fabré (1972) usam letras para descrever os estados fenológicos e foram desenhados principalmente para indicar o desenvolvimento reprodutor das fruteiras. Por seu lado, o sistema BBCH é um método numérico que cobre todos os estados fenológicos da planta e pretende caracterizar o desenvolvimento de todas as plantas cultivadas (Rapoport & Moreno-Alías, 2017).

A escala BBCH é universal e classifica os estados fenológicos das plantas de forma homogênea e uniforme, sendo considerado todo o ciclo anual de desenvolvimento. Na escala BBCH, os estados fenológicos do ciclo vegetativo e reprodutivo de uma planta são descritos paralelamente. Esta escala utiliza um sistema decimal de 2 dígitos, que caracterizam todo o ciclo fenológico da cultura. São consideradas 10 fases principais ou estados principais de desenvolvimento, que são classificados pelo primeiro algarismo, de forma crescente de 0 a 9. Os estados principais de crescimento, não são adequados para definir um estado exato da planta, são meramente para indicar estados fenológicos mais amplos do desenvolvimento da cultura, como a germinação, o abrolhamento, a floração, a maturação e a senescência do fruto (Sanz-Cortés et al., 2002).

Rapoport e Moreno-Alías (2017) descrevem os estados fenológicos florais da oliveira baseados na escala BBCH, incluindo novos estados secundários (nomeadamente 52, 56, 58 e 63), e fazendo a correspondência para as escalas alfabéticas de De Andrés e Colbrant e Fabré (Quadro I).

Quadro I – Estados fenológicos do desenvolvimento floral da oliveira de acordo com Rapoport e Moreno-Alías (2017).

Estado	Descrição	Corresponde*
50	Os gomos axilares estão completamente fechados, são pontiagudos e sem pedúnculo, e, os primórdios foliares externos são de cor ocre.	50/A/A
51	Abrolhamento: os gomos axilares (florais) começam a inchar.	51/B/B
52	Os gomos separam-se do pecíolo da folha por alongamento do pedúnculo. Os primórdios foliares continuam fechados e convertem-se em brácteas.	52/B/B
53	Formação das inflorescências, as brácteas abrem-se e começa a crescer o eixo principal da inflorescência.	53/-/-
54	A ráquis continua a crescer e aparecem os nós, mas há pouco crescimento dos entrenós.	54/C/C
55	Os botões florais ganham forma arredondada e separam-se devido ao crescimento do eixo principal e das ramificações da inflorescência. Distinguem-se todos os grupos florais que se vão desenvolver. Percebe-se o crescimento dos entrenós das ráquis, mas não se distingue entre corola e cálice.	55/D1/D
56	A inflorescência está totalmente expandida e vêm-se claramente os botões florais. Começa-se a distinguir a corola do cálice, embora ela seja mais pequena ou de tamanho igual que o cálice.	
57	O botão floral cresce. A corola começa a mudar de cor para um verde mais claro e, começam a distinguir-se as pétalas.	57/D2/E
58	Os botões florais continuam a crescer e distinguem-se as pétalas na corola, que iniciou a transição de cor verde para cor branca.	
59	Corola branca e inchada, botões florais fechados.	59/D3/-
60	Começa a floração, o botão floral continua a inchar e abrem-se as primeiras flores.	60/E/F
61	Aproximadamente 10% das flores estão abertas.	61/F1/-
63	Aproximadamente 30% das flores estão abertas.	
65	Plena floração, a maioria das flores estão abertas.	65/F2/F1
67	Começa a queda das pétalas.	67/-/G
68	A maioria das pétalas caíram ou estão murchas.	68/-/-
69	Fim da floração, vingamento inicial do fruto e queda de ovários não fecundados.	69/G/H

*Correspondência com os estados de escalas dos estados fenológicos previamente descritas: BBCH (Sanz-Cortés et al., 2002) / De Andrés (1974) / Colbrant e Fabrè (1972).

Embora a identificação de variedades tenha sido resolvida por diferentes técnicas (Barranco & Rallo, 1984; Tous & Romero, 1993; Belaj *et al.*, 2001), os eventos fenológicos como o abrolhamento, a floração ou a maturação dos frutos, também têm de ser considerados nos estudos de caracterização da interação genótipo x ambiente nos Bancos de Germoplasma. Este conhecimento é essencial para as estratégias de melhoramento genético da espécie e obtenção de novas variedades. A construção de modelos matemáticos para a previsão da ocorrência de floração é uma área que tem despertado bastante interesse na comunidade científica e no setor produtor, principalmente para a implantação de oliveais em regiões sem tradição olivícola. Naturalmente que a escala BBCH, por ser numérica e acompanhar em paralelo as fases de crescimento de ramos (e gomos) e do desenvolvimento das flores e floração, adapta-se melhor à modulação do desenvolvimento das plantas.

2.3. Oliveira: botânica e morfologia

A família Oleacea é constituída por mais de 25 géneros e cerca de 500 espécies, sendo a *Olea europaea* L., a única espécie com fruto comestível. A subespécie *europaea* inclui duas variedades botânicas, as formas cultivadas e as formas silvestres ou selvagens (zambujo ou zambujeiro). A oliveira é uma das plantas cultivadas mais antigas, muito provavelmente desde há 3.000-4.000 anos antes de Cristo na zona da Palestina (Rapoport & Moreno-Alías, 2017).

A oliveira cultivada é uma árvore de tamanho mediano, que pode atingir 4 a 8 metros de altura, dependendo da variedade. É uma espécie polimórfica com fases juvenil e adulta. Estas fases diferenciam-se na capacidade reprodutiva, no potencial de enraizamento e nas diferenças morfológicas das folhas e dos ramos. As folhas jovens são mais curtas e grossas e os ramos possuem entrenós mais curtos (Rapoport & Moreno-Alías, 2017).

2.3.1. Estruturas reprodutivas

As flores da oliveira encontram-se dispostas em inflorescências paniculadas que possuem um eixo central do qual saem ramificações, que também se podem ramificar (Figura 2.4). O pedúnculo que une a flor ao eixo da inflorescência é curto, e com cerca de 2 mm é quase invisível (Rapoport & Moreno-Alías, 2017). Nas ramificações das inflorescências, as flores estão isoladas ou formam grupos de três ou cinco. Cada inflorescência pode

ter entre 10 e 40 flores dependendo da variedade e das condições fisiológicas e ambientais (Rapoport & Moreno-Alías, 2017). A corola é constituída pelas pétalas, de cor branca-amarelada, unidas pela base. Os estames encontram-se inseridos na corola e constam de um filete curto e uma antera relativamente grande. As anteras são amarelas e possuem grande quantidade de pólen. No centro da flor encontra-se o pistilo, que é constituído por um ovário súpero e um estigma (Rapoport & Moreno-Alías, 2017).



Figura 2.4 - Inflorescências e flores da oliveira.

Existem dois tipos de flores na oliveira, são elas as flores hermafroditas ou perfeitas e as flores masculinas ou estaminadas (Figura 2.5). A diferença entre estes dois tipos de flores é que as flores masculinas, também conhecidas como imperfeitas, não possuem ovário ou este é rudimentar, devido a uma falha no seu desenvolvimento. As flores perfeitas são compostas por estames e pistilos bem desenvolvidos. Como consequência da falta de um ovário funcional, as flores masculinas não podem dar origem à formação de fruto (Rapoport & Moreno-Alías, 2017). A proporção de flores imperfeitas (expressa como % de aborto pistilado), bem como o número de flores por inflorescência, variam de acordo com a variedade e o ano (Rapoport & Moreno-Alías, 2017).



Figura 2.5 - Exemplo de flor perfeita, círculo vermelho, e de flor imperfeita, círculo azul.

Enquanto o pistilo está em desenvolvimento, pode ocorrer o aborto ovárico, na sequência da competição por fotoassimilados entre flores e crescimentos vegetativos. Contudo, não é frequente esta situação afetar a produtividade do olival, uma vez que parece não interferir realmente com a frutificação final (Cuevas & Rallo, 1990).

O nível ou intensidade de floração influencia diretamente a percentagem de flores perfeitas e imperfeitas existente na copa (Cuevas & Rallo, 1990). Em anos com menor intensidade de floração, verifica-se um efeito benéfico na qualidade da flor, sendo, portanto, maior a proporção de flores perfeitas. 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 e Panetsos (1961) também referem o aumento do número de flores imperfeitas quando, no período de desenvolvimento das inflorescências, ocorre falta de humidade. Além do estado hídrico também o estado nutritivo em que se encontram os ramos parece influenciar a qualidade das flores (Cuevas & Rallo 1990).

2.3.2. Floração, polinização e fecundação

Nas condições da península Ibérica, a floração ocorre, geralmente, entre abril/maio, sendo que a data de plena floração depende da variedade e das condições ambientais anteriores à floração (Campo & Rapoport, 2008).

Na fase ou período de floração verificam-se vários processos ao nível das estruturas reprodutivas da flor. Após a abertura da flor, ou ântese, tem início a polinização. Quando o pólen atinge o estigma, tem início o desenvolvimento do tubo polínico. Na polinização pode verificar-se a passagem dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma da mesma flor (autopolinização) ou o pólen pode ser proveniente de outras flores de outras variedades (polinização livre).

Na oliveira existem mecanismos favorecedores de alogamia (Rallo *et al.*, 1994) e a polinização é maioritariamente anemófila (transporte do pólen pelo vento), o que não significa que não tenha algum auxílio por parte de insetos (Barranco *et al.*, 2017). A maior parte do pólen fica na flor, enquanto o resto do pólen libertado pode alcançar níveis mais elevados da atmosfera e ser transportado pelo vento até distâncias bastante elevadas. O grão de pólen da oliveira é de tamanho muito reduzido e mede cerca de 25 µm de diâmetro (Nilsson, 1998; Trigo *et al.*, 2008). Por 1 a 3 dias, o tubo polínico vai-se desenvolvendo e movendo entre as células do pistilo, até atingir o saco embrionário,

onde ocorre a fusão celular (dupla fecundação) dando origem ao endosperma e ao zigoto (Rapoport & Moreno-Alías, 2017). Normalmente, só um dos quatro primórdios seminais do ovário é fecundado e inicia o seu crescimento (Rallo & Cuevas, 2017). A oliveira apresenta um mecanismo de incompatibilidade no sentido de impedir, ou principalmente dificultar, a autopolinização (Cuevas, 1992).

Ao final da fase da floração, na qual tiveram lugar os processos de polinização, fertilização e frutificação, produz-se uma massiva abscisão de flores e de pequenos frutos (Rallo & Cuevas, 2017). Quando o crescimento dos frutos começa, inicia-se uma competição pelos assimilados da planta. Esta competição é feita com os ovários não fecundados ou frutos jovens, o que provoca a sua queda. Esta queda pode corresponder até 96-99% das flores abertas (Rallo & Cuevas, 2017).

A frutificação indica o estágio de transição entre a flor e o fruto em desenvolvimento. A capacidade de frutificação pode ficar condicionada pelo vigor e condições de crescimento das árvores. Os fatos que afetam a frutificação são uma interação entre a fisiologia da oliveira (pólen viável, pólen compatível com a variedade, velocidade de crescimento do tubo polínico e saco embrionário viável) e as condições ambientais.

2.4. O ciclo reprodutivo da oliveira

Os ciclos vegetativo e reprodutivo da oliveira (Figura 2.6) diferem no tempo necessário para se completarem, sendo o primeiro de carácter anual e o segundo bienal (Barranco *et al.*, 2017).

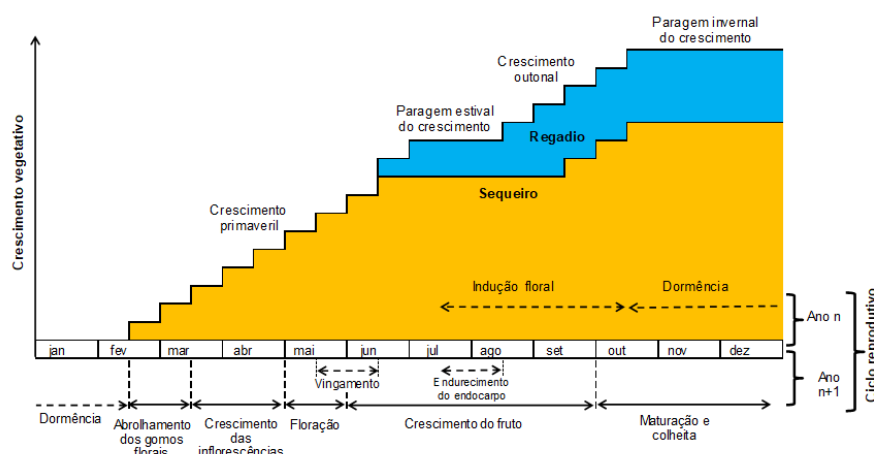


Figura 2.6 - Representação esquemática do ciclo reprodutivo da oliveira
(Fonte: Cordeiro & Inês, 2017).

A oliveira produz frutos em ramos que cresceram no ano anterior, ou seja, num mesmo ano ocorrem dois ciclos reprodutivos, mas em fases distintas: um deles na primeira fase (ano n), o outro na segunda e última fase (ano $n+1$). Isto explica porque há produção de frutos todos os anos.

O crescimento vegetativo e o desenvolvimento reprodutivo são fenómenos cíclicos e por isso a importância de pensar nas consequências para futuras campanhas de qualquer intervenção no olival.

2.4.1. Crescimento dos ramos

A oliveira é uma espécie que passa por um período de repouso invernal, ou seja, quando as condições de temperatura são desfavoráveis, ela para o seu desenvolvimento para assim proteger as estruturas meristemáticas de danos causados pelo frio. No final do inverno / início da primavera, quando as temperaturas começam a aumentar, tem início o crescimento vegetativo (Guerrero, 2000), ou melhor, a retoma dele. O crescimento dos ramos é reiniciado a partir do gomo terminal, ou seja, a partir do ponto de onde tinha parado antes de entrar em repouso invernal (no ano anterior). Com o avanço da estação de crescimento, o meristema terminal diferencia-se sucessivamente em novas folhas e entrenós, e a região meristemática terminal está sempre assegurada.

A duração do período (ciclo) do crescimento vegetativo depende das condições edafoclimáticas, em particular da fertilidade e da disponibilidade hídrica do solo e da temperatura ambiente. As temperaturas ótimas para o desenvolvimento vegetativo estão compreendidas entre os 10 °C e os 30 °C. Como limiar de temperatura abaixo da qual não ocorre crescimento também é indicado na bibliografia o valor de 12,5 °C (Tapia *et al.*, 2003). Acima dos 35 °C, a árvore fecha os estomas para regular a temperatura e diminuir as perdas de água por evapotranspiração o que pode originar paragens no crescimento (Cordeiro, 2014).

A descida da temperatura e a aproximação das chuvas de outono fazem com que o crescimento vegetativo possa ser retomado, parando definitivamente com a chegada das temperaturas baixas do inverno (paragem invernal). Em olivais regados, a paragem estival pode ser pouco evidente (Figura 2.6). No entanto é na primavera que se verifica o crescimento mais vigoroso (Ramos, 2014).

A oliveira frutifica em ramos formados durante a estação de crescimento do ano anterior, designadamente entre fevereiro/março e outubro/novembro. Durante esse período, o crescimento vegetativo ocorre em simultâneo com o desenvolvimento das inflorescências, floração e com o crescimento dos frutos. Desta forma, o desenvolvimento de novos ramos (base da produção do ano seguinte) (Figura 2.7) concorre com flores e frutos em desenvolvimento pelos fotoassimilados disponíveis. Em anos de floração e frutificação abundantes, o desenvolvimento vegetativo fica comprometido, já que flores e frutos são os destinos prioritários para os recursos fotossintéticos das árvores (Barranco *et al.*, 2017). Como consequência, os ramos que se formam são mais curtos, existem menos folhas e gomos axilares, o que reduz o número potencial de inflorescências no ano seguinte e limita a capacidade de frutificação da árvore.

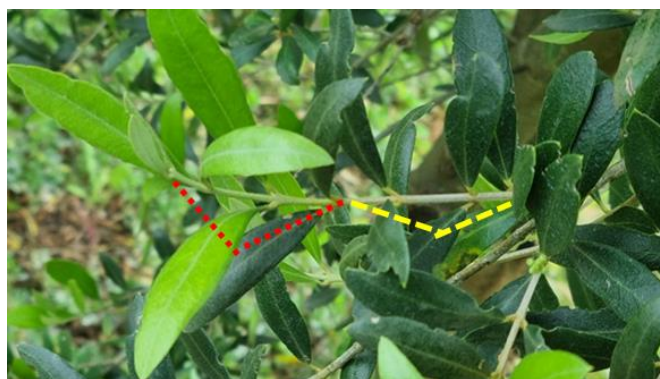


Figura 2.7 - Ramo de oliveira do crescimento do ano (n) com indicação a vermelho e ramo formado no crescimento do ano anterior (n-1) com indicação a amarelo.

2.4.2. Desenvolvimento das inflorescências e floração

Num primeiro ano, em resultado do crescimento vegetativo, ocorre a formação de lançamentos vegetativos, folhas e, nas suas axilas, gomos. Os gomos axilares formam-se nas axilas das folhas acompanhando o crescimento do raminho e a formação dos nós (Barranco *et al.*, 2017). O crescimento dos gomos axilares termina em simultâneo com a paragem do crescimento da folha subjacente, não se modificando a sua morfologia até ao seu desenvolvimento na primavera seguinte, entrando, assim, num estado de dormência (Barranco *et al.*, 2017).

As inflorescências desenvolvem-se a partir dos gomos situados nas axilas das folhas do crescimento vegetativo do ano anterior (Figura 2.6). Para que estas estruturas meristemáticas possam iniciar a diferenciação floral é necessário que durante o ano da

sua formação (no crescimento vegetativo do ano anterior) tenham passado por um processo designado indução floral. A indução floral é um processo de mudanças fisiológicas ao nível dos gomos que os leva, posteriormente, à transformação em gomos florais, isto é, gomos que dão origem a inflorescências (Rallo & Cuevas, 2017). Tradicionalmente considerava-se que a indução floral ocorria durante o verão, mas essa janela temporal não explicava como, no ano seguinte, ocorria floração nos gomos axilares formados durante o crescimento vegetativo outonal. Consequentemente, é compreensível que estas alterações fisiológicas se prolongam pelo outono (Figura 2.6). Durante o inverno, os gomos estão em dormência e a passagem por esse período de frio é crucial para que posteriormente ocorra a floração (Cordeiro & Inês, 2017).

Para a quebra de endodormência dos gomos, as horas de frio acumuladas durante o inverno têm um importante papel (Cordeiro & Inês, 2017). A oliveira tem de passar por um período com temperaturas baixas (aproximadamente 400-700 horas de frio) para que ocorra o desenvolvimento floral na primavera (Barradas, 1998). Segundo o modelo de previsão da data de floração proposto por De Melo-Abreu *et al.*, (2004), a temperatura ideal para a acumulação de frio é de 7,3 °C (T_0) e as unidades de frio acumuladas são sucessivamente menores até ao limite máximo de 20,7 °C (T_x) (Figura 2.8). Para temperaturas acima deste limiar verificam-se a anulação de unidades de frio acumuladas que pode tornar-se tanto mais intensa quanto mais elevada for a temperatura experienciada pela oliveira. Após a acumulação das horas de frio necessárias, a inibição do abrolhamento dos gomos florais deixa de ser interna e passa a estar condicionada por fatores externos, denomina-se então por ecolatência. Os aumentos da temperatura devido ao aproximar da primavera diminuem o efeito de inibição do meio e o desenvolvimento floral pode então acontecer (Barranco, 2017).

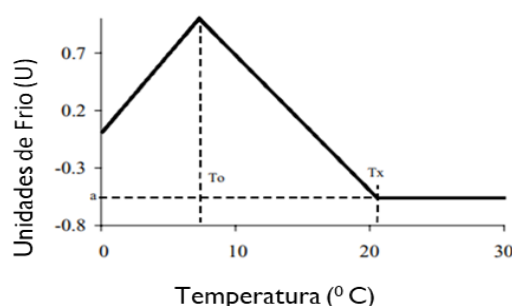


Figura 2.8 - Proporção de uma unidade de frio acumulada em resposta a uma hora de exposição a diferentes temperaturas ambiente (°C) (De Melo-Abreu *et al.*, 2004).

Nota: T_0 , temperatura ótima para a acumulação de frio ser máxima (7,3 °C); T_x , temperatura (20,7 °C) a partir da qual um número constante de unidades de frio acumuladas são anuladas.

2.4.3. Alternância de produções

Na oliveira, entre duas épocas de repouso invernal, ocorrem simultaneamente os processos para a produção de frutos do ano e o crescimento de ramos para a produção do ano seguinte (Inês & Cordeiro, 2017). Este facto favorece um comportamento de alternância de produções. Isto é, um ano de grande produção – ano de safra – seguido de um ano de menor produção – ano de contrassafra. A alternância é um comportamento transversal à espécie, contudo também é uma característica muito ligada às diferentes variedades e respetivos hábitos de frutificação, sendo por isso um processo natural, em que a produção de um determinado ano limita as reservas da árvore e consequentemente interfere com a produção do ano seguinte (Rodrigues & Correia, 2009).

Num ano de elevada produção, a competição entre as azeitonas e o crescimento será altamente favorável aos frutos, o que origina crescimentos vegetativos curtos (Ramos, 2014). Consequentemente, no ano seguinte, por existirem reduzidos crescimentos e menor quantidade de gomos, a produção será menor. No limite, o crescimento de novos lançamentos é por vezes quase nulo devido à probabilidade de o gomo terminal, normalmente vegetativo, seguir pela diferenciação floral (Ramos, 2014).

Os fenómenos de inibição têm também origem ao nível de sinais fisiológicos. Num ano de baixa produção é expectável uma elevada indução floral (Rallo & Cuevas, 2017). Em anos com muita produção, ou seja, muitos frutos em crescimento na copa, a indução floral é fortemente inibida. Os estudos que conduziram a esta verificação veem desde a década de 80 do século XX. Observou-se que a retirada das azeitonas às 6 – 7 semanas depois da floração teve um efeito positivo na intensidade de floração do ano seguinte, comparativamente às oliveiras testemunha que permaneceram com frutos (Lavee *et al.*, 1996). Paralelamente, também se testou apenas a destruição da semente sem retirar os frutos da árvore e os resultados foram análogos (Stutte & Martin, 1986). Posteriormente, Fernández-Escobar *et al.*, (1992) apontaram que a causa da inibição sobre a indução floral devido à presença de frutos reside nas giberelinas sintetizadas pelas sementes das azeitonas em desenvolvimento.

Qualquer planta, e naturalmente também a oliveira, tem como principal estratégia maximizar a eficácia reprodutiva. Se tiver a oportunidade de conseguir produzir um elevado número de sementes num ano não a vai desperdiçar, mesmo comprometendo a produção de frutos no ano seguinte (Rodrigues & Correia, 2009). Esta estratégia

reprodutiva da planta não está adequada aos interesses do agricultor, que desejaria uma produção mais equilibrada entre anos agrícolas. De qualquer forma, numa análise de longo prazo, a produção de azeitona está diretamente relacionada com a capacidade do olival em acumular fotoassimilados.

Para uma gestão adequada do olival deve-se acompanhar a fenologia das diferentes variedades, devendo a realização das práticas culturais estar intimamente ligada à evolução desta (Cordeiro & Inês, 2017). Apesar de não haver evidência experimental de que uma dada prática cultural possa, isoladamente, contrariar a alternância, o conjunto das técnicas culturais pode mitigá-la. Olivais submetidos a acompanhamento técnico rigoroso apresentam menor tendência à contrassafra ou ela não é tão intensa comparativamente a olivais menos cuidados (Martin *et al.*, 2005). A rega pode aumentar extraordinariamente a produção, embora só por si não consiga eliminar a alternância. Regando, remove-se o principal fator limitante do olival de sequeiro, a água disponível, o que aumenta consideravelmente a estação de crescimento e a capacidade de aquisição de fotoassimilados das árvores (Martin *et al.*, 2005).

Uma técnica muito utilizada nas fruteiras para favorecer o aumento do calibre dos frutos é a monda de frutos (Martin *et al.*, 2005). Esta técnica tem sido também ensaiada em azeitona de mesa, sobretudo na Califórnia, atendendo à importância do calibre no valor comercial dos frutos (Silva *et al.*, 2012). A monda química de frutos é uma técnica que se utiliza em fruticultura para regular o calibre dos frutos e a produtividade (Barranco & Krueger, 1990). Na oliveira, o objetivo é ajustar a carga de frutos de forma a permitir o equilíbrio entre a produção do ano em curso e o desenvolvimento vegetativo que irá assegurar a produção no ano seguinte. Contudo, para produção de azeite não é crível que os produtores estejam interessados em mondar frutos principalmente num ano potencialmente de safra.

A incisão anelar tem sido ensaiada em diversas espécies fruteiras, incluindo a oliveira, para promover a frutificação (Martin *et al.*, 2005). Consiste em fazer uma incisão circular de meio centímetro de profundidade em volta do tronco ou de pernas principais removendo a casca e o floema. A operação é normalmente efetuada em meados de fevereiro. O stresse induzido pela incisão anelar aumenta a proporção de flores perfeitas e a persistência dos frutos (Martin *et al.*, 2005). Pensa-se que a incisão feita no tronco faz com que os fotoassimilados destinados ao sistema radicular permaneçam bloqueados na parte aérea, favorecendo o vingamento dos frutos. De qualquer forma, a técnica

debilita as árvores a médio prazo, por dificultar o desenvolvimento do sistema radicular, e nunca deverá ser aplicada em sequeiro. O alastramento da tuberculose (*Pseudomonas savastanoi*) à zona de corte é também uma grande limitação ao desenvolvimento desta técnica.

2.5. Parâmetros climáticos e culturais críticos para a floração e vingamento

O comportamento das variáveis climáticas, principalmente a temperatura, condiciona o tempo necessário para a concretização dos processos de formação da inflorescência, floração e duração do período de floração.

A temperatura é um fator determinante para a data de floração, principalmente durante os dois meses anteriores a este evento fenológico. Se as temperaturas forem elevadas nos meses de março e abril, pode-se adiantar a data de floração, porém se as temperaturas forem abaixo dos 10 °C, a floração pode acontecer mais tarde. A duração do período de floração também é condicionada pela temperatura, principalmente a partir do momento próximo da abertura das primeiras flores. Temperaturas baixas conduzem a florações prolongadas enquanto um aumento abrupto da temperatura máxima reflete-se num período de floração mais curto (Rallo & Cuevas, 2017).

A oliveira é particularmente vulnerável a stresses ambientais (hídrico, térmico, nutritivo, ...), e, independentemente das condições de crescimento do resto do ano, uma colheita pode ficar comprometida por condições ambientais desfavoráveis durante as seis a oito semanas que antecedem a floração e até ao final do vingamento. Com tempo quente e seco, por exemplo, o número de flores por inflorescência reduz-se e o número flores imperfeitas aumenta consideravelmente, (Rallo *et al.*, 1994; Cuevas *et al.*, 1999; Martin *et al.*, 2005). Os danos são tanto maiores quanto mais próximo da floração se fizer sentir o stresse ambiental. Durante a floração, tempo quente e seco origina a desidratação das peças florais e inibe a germinação do pólen e o desenvolvimento do tubo polínico (Martin *et al.*, 2005). As baixas temperaturas na floração são também negativas, sobretudo por reduzirem a longevidade do óvulo (Martin *et al.*, 2005).

A precipitação é algo que afeta muito a cultura da oliveira, pois, se for intensa e com ventos fortes, pode comprometer a polinização e o sucesso do vigamento. Durante a formação das inflorescências, se não houver precipitação (nem rega), o stresse hídrico

pode levar à redução do número de flores. Também durante as primeiras fases de crescimento da azeitona, o stresse hídrico condiciona fortemente o desenvolvimento do fruto e posteriormente o rendimento em gordura (Valverde *et al.*, 2014).

A forma como decorrem os anos agrícolas pode perturbar o ciclo bienal típico da oliveira. Dois anos seguidos com condições ambientais favoráveis podem atenuar o fenómeno de contrassafra e originar dois anos consecutivos de boa produção. Condições ambientais desfavoráveis podem, por exemplo, tornar um ano agrícola que deveria ser de safra num mau ano, originando dois anos consecutivos de má produção (Martin *et al.*, 2005).

2.6. Impacto das alterações climáticas

A cultura do olival, uma das culturas mais importantes da bacia mediterrânica, também poderá ser afetada pelas alterações climáticas. As regiões da bacia mediterrânica, em comparação com o resto da Europa, são suscetíveis de ter maior aumento da temperatura e concentração de chuvas no outono e inverno, e menor precipitação total anual.

Em Portugal, uma vez que a maior área de olival é 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. Numa das mais importantes regiões olivícolas nacionais, o Alentejo, a temperatura média tem tendência para aumentar 0,44 °C por década; os cinco verões mais quentes ocorreram após 1990; os últimos 30 anos foram particularmente pouco chuvosos; ocorreu uma redução sistemática de precipitação na primavera; em 12 dos últimos 20 anos, a precipitação no outono foi superior à média (ENAAAC, 2013).

O olival pode vir a sofrer grandes alterações e danos na altura da floração porque a oliveira é muito sensível à ocorrência de condições desfavoráveis nesta altura do ciclo biológico (Cordeiro & Inês, 2016). Uma das consequências do aumento da temperatura será um possível avanço nas datas dos estados fenológicos o que fará com que a planta tenha de ajustar o seu ciclo cultural. Não só a fenologia da oliveira será afetada como também a fenologia dos inimigos da cultura e fauna auxiliar.

As temperaturas médias mais elevadas durante o verão podem fazer com que o ciclo vegetativo pare, uma vez que o intervalo de temperatura ótima de crescimento é entre 10 °C e 30 °C (Cordeiro & Inês, 2017). Por seu lado, a diminuição do número de dias

com precipitação, a ocorrência de chuvas mais concentradas e ventos mais intensos, e o aumento da frequência de ondas de calor mais intensas podem vir a agravar o surgimento de anomalias nas principais fases fenológicas da oliveira, principalmente durante a formação das inflorescências e na floração. Salienta-se, por exemplo, a elevada formação de flores imperfeitas, sem capacidade para gerar fruto, e o risco de desidratação do estigma, sendo certo que ambas as situações contribuirão para redução da produção (Cordeiro & Inês, 2016).

O devido conhecimento da fenologia da oliveira, através da determinação da duração térmica de cada fase do seu ciclo de desenvolvimento, em muito poderá ajudar o olivicultor na tomada de decisões, não só nos tratamentos a realizar contra os inimigos naturais da cultura, mas também na calendarização das operações culturais necessárias e na determinação antecipada da data da colheita.

A conservação e preservação da riqueza varietal de culturas tradicionais, deve ser uma função das instituições, acrescentando mais-valias, não apenas, mas em particular no setor olivícola, trazendo benefícios a todos. Esta, é uma das possíveis respostas que se poderá dar aos problemas que possam advir das alterações climáticas (Cordeiro & Inês, 2016). Através da conservação de coleções varietais, poder-se-á preservar a variabilidade genética da oliveira, que apresenta diversas características importantes para a olivicultura. O devido conhecimento das potencialidades das cultivares tradicionais, como forma de resposta às alterações climáticas que se avizinhm, passa necessariamente pela realização de protocolos entre entidades, para avaliação de características com interesse agronómico (Cordeiro & Inês, 2016).

3. Material e Métodos

3.1. Caracterização da parcela experimental

3.1.1. Caracterização climática da região

Este trabalho realizou-se na Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO), estabelecida na Herdade do Reguengo do INIAV, I.P., Polo de Elvas, Alto-Alentejo.

O Clima é o conjunto de estados do tempo que caracterizam uma determinada região e um dos principais elementos de classificação de um ecossistema e/ou vegetação. A Organização Mundial de Meteorologia recomenda que a análise climática seja efetuada de 30 em 30 anos. Em Elvas, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (Figura 3.1), a classificação do clima é “Csa”, que representa um clima Mediterrânico, com verão quente e seco e inverno frio (IPMA, 2022).

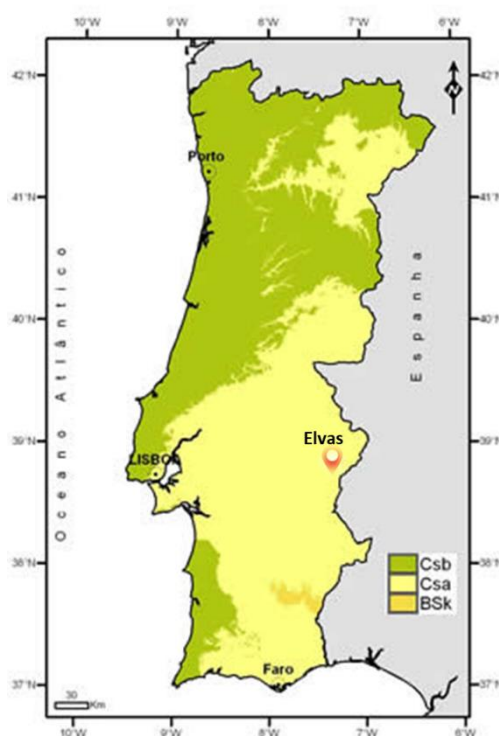


Figura 3.1 - Classificação climática de Köppen-Geiger para Portugal continental.
(Fonte: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>).

A região apresenta uma secura estival acentuada, com temperaturas elevadas, podendo atingir os 45 °C. Na Figura 3.2, apresenta-se o gráfico termopluviométrico da região de

Elvas para o período entre 1991 e 2021. Os meses cujas barras representativas da precipitação se encontram abaixo da linha da temperatura média correspondem a meses secos, pelo contrário, quando as barras superam a linha da temperatura média correspondem a meses húmidos. É certo que esta região não apresenta os invernos rigorosos como por exemplo os que se verificam na Europa Central ou do Norte, mas no outono, e principalmente no inverno, o frio pode ser intenso, com alguma precipitação e as geadas matinais frequentes, em resultado de temperaturas negativas durante a noite. A temperatura média anual é de 16,6 °C e a pluviosidade média anual de 532 mm (IPMA, 2022).

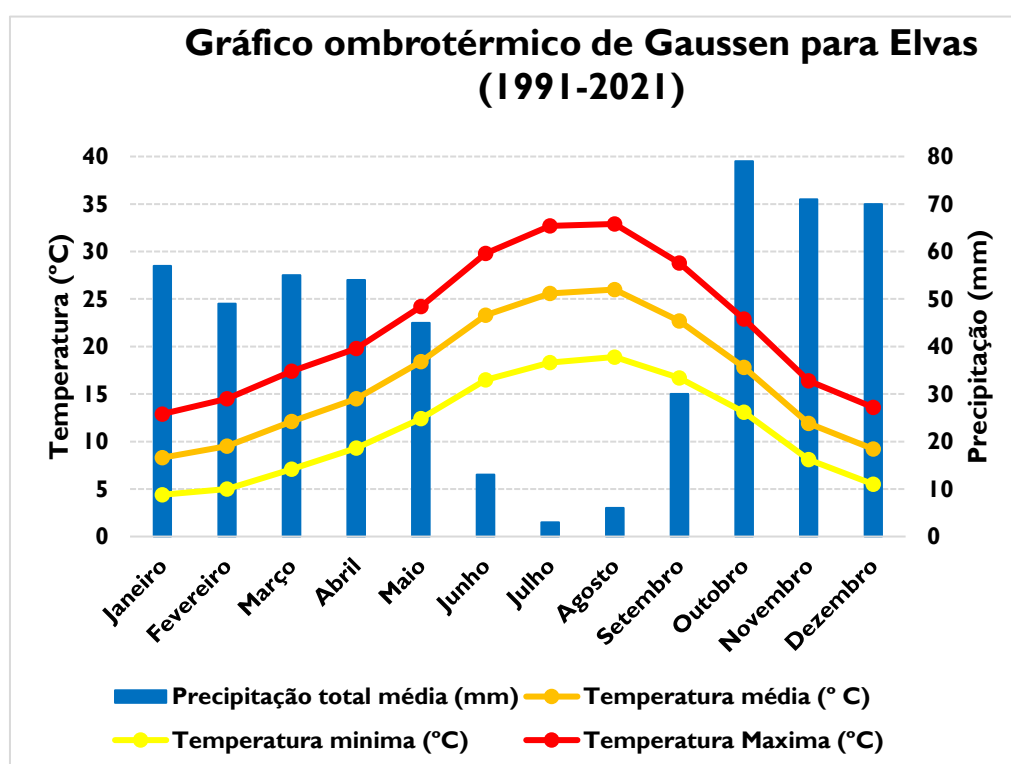


Figura 3.2- Gráfico ombrotérmico de Gausson da região de Elvas para o período 1991 - 2021.

(Fonte: <https://pt.climate-data.org/europa/portugal/elvas/elvas-7061/#temperature-graph>).

Para uma melhor compreensão da resposta fenológica das variedades estudadas, também se realizou uma análise climática dos primeiros cinco meses do ano de 2022. Os registos de temperatura e precipitação foram obtidos através de uma estação meteorológica localizada na Herdade do Reguengo.

3.1.2. Caracterização dos solos

Os solos da Herdade do Reguengo são do tipo “Pc*” e “Vc*” (Figura 3.3), classificando-se como pertencendo à família de “Solos Calcários, Pardos dos Climas de Regime Xérico, Para-Barros, de calcários não compactos associados a dioritos ou gabros ou rochas eruptivas, ou cristalofílicas básicas” e “Solos Calcários, Vermelhos dos Climas de Regime Xérico, Para-Barros, de calcários não compactos associados a dioritos ou gabros ou rochas eruptivas, ou cristalofílicas básicas” (DGADR, 2022).

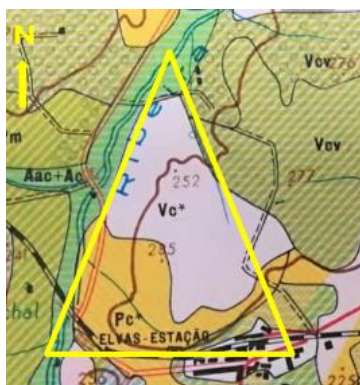


Figura 3.3- Classificação dos solos da Herdade do Reguengo (adaptado da Carta de Solos n. °37A/428 (SROA, 1964)).

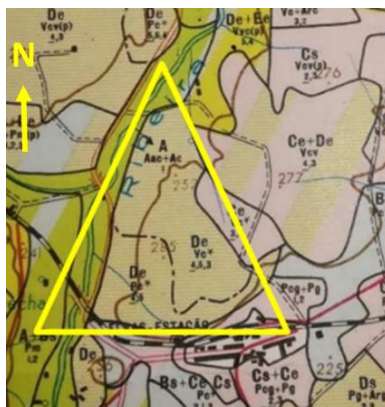


Figura 3.4- Classificação dos solos da Herdade do Reguengo (adaptado da Carta de Capacidade de Uso n. °37ª/428 (SROA, 1964))

São solos com classe de capacidade de uso “A” (Figura 3.4), ou seja, têm elevada capacidade de uso, apresenta poucas ou nenhuma limitações, sem riscos de erosão ou com riscos ligeiros, suscetíveis de utilização intensiva ou de outras utilizações. Tem um declive 0,3% (DGADR, 2022).

3.1.3. Caracterização da Parcela de Avaliação I

A CPRCO é composta por três parcelas experimentais: a Parcela de Avaliação I (Figura 3.5); a Parcela de Avaliação 2 e a Parcela de Conservação / Preservação, antigo Campo Pés-mãe. Este Campo fora instalado na década de 80 do século XX com o propósito de fornecer material vegetal para a atividade viveirista do ex-Departamento de Olivicultura.



Figura 3.5 - Parcela de Avaliação I (delineada a amarelo) da Coleção Portuguesa de Referência de Oliveira (CPRCO) que se situa na Herdade do Reguengo do INIAV, I.P. em Elvas.

Todas as parcelas da CPRCO são regadas por gota-a-gota, a fertilização é realizada por fertirrega e o controlo de pragas e doenças obedece às Normas de Produção Integrada do Olival (DGADR, 2010). O controlo da flora espontânea realiza-se pela passagem de um destroçador na entrelinha e aplicação de herbicida na linha. No período de primavera, e nas Parcelas de Avaliação, é realizada uma passagem de poda, isto é, trata-se de uma poda de formação e/ou manutenção para eliminar ramos mal inseridos e para a eliminação da rebentação basal do tronco.

O estudo apresentado foi realizado na Parcela de Avaliação I que contém atualmente 56 genótipos, sendo cinco deles variedades estrangeiras e desempenhando, nesta situação, essencialmente papel de genótipo testemunha. Os restantes 51 genótipos são materiais autóctones de Portugal.

A disposição dos materiais pelos blocos desta parcela experimental foi aleatória, num total de seis blocos. Os genótipos estão representados por duas plantas lado-a-lado em cada bloco, o que perfaz um total de doze plantas por cada material (Figura 3.6). O compasso de plantação é de 7 m na entrelinha e 5 m na linha.

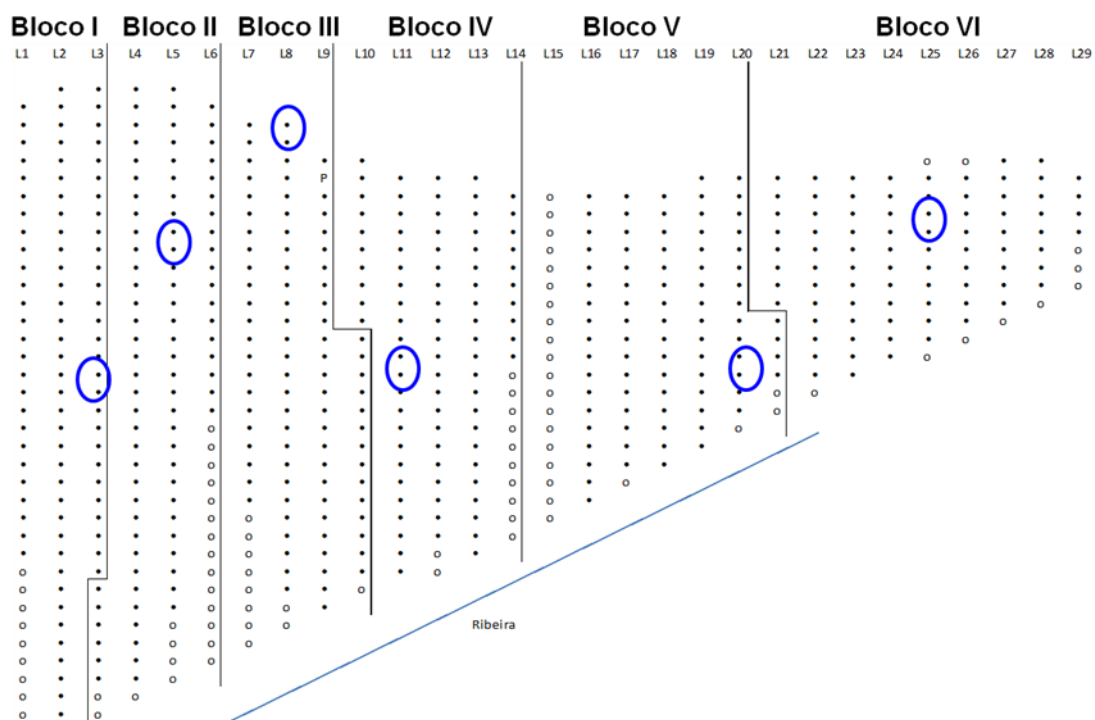


Figura 3.6 - Esquema exemplo da distribuição de uma variedade na Parcela de Avaliação I da CPRCO, INIAV, I.P., Elvas.

3.2. Material vegetal

Todas as oliveiras de determinada variedade ou denominação varietal instaladas nas parcelas de avaliação, nomeadamente na parcela de Avaliação I, são material monovarietal. Isto significa que todas as plantas foram propagadas vegetativamente a partir de uma única oliveira daquele genótipo, geralmente, instalada no antigo Campo de Pés-Mãe. A parcela AVI foi estabelecida em junho de 2012.

Para este trabalho foram selecionadas 11 variedades, nomeadamente: ‘Maçanilha de Tavira’, ‘Galega Vulgar’, ‘Galego de Évora’, ‘Conserva de Elvas’, ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Tentilheira’, ‘Azeitoneira’ (ou ‘Azeiteira’), ‘Judiaga’, ‘Picual’, ‘Arbequina’ e ‘Bico de Corvo’. As observações dos estados fenológicos foram delineadas para um total de quatro árvores por variedade. No caso das variedades ‘Tentilheira’ e ‘Bico de Corvo’

foram utilizadas três e duas árvores, respetivamente, porque nos blocos selecionados existiam plantas mortas desses génotipos. Da variedade ‘Arbequina’ acompanhou-se a fenologia de duas árvores instaladas numa parcela adjacente à AVI.

3.3. Desenvolvimento das inflorescências e floração

3.3.1. Fenologia da floração

Para a recolha dos dados da fenologia utilizou-se a escala BBCH adaptada à oliveira (Sanz-Cortés *et al.*, 2002). As observações compreenderam o estado fenológico principal 5 – desenvolvimento das inflorescências (50; 51; 53; 54; 55; 57; 59) – e o estado fenológico principal 6 – floração (60; 61; 65; 67; 68; 69). As observações foram realizadas com diferente periodicidade e de acordo com as fases prevalentes. Por exemplo, durante o desenvolvimento das inflorescências, uma a duas vezes por semana foi suficiente, mas prestes a chegar a fenofase da floração, a regularidade dos registos fenológicos foi mais intensa. Os registos da evolução da fenologia seguiram a metodologia proposta por Fleckinger (1948), citado por (Barrancos *et al.*, 1994). As observações efetuaram-se ao redor da copa das árvores e à altura do observador. Para a representação gráfica dos estados fenológicos utilizou-se uma grelha com finalidade similar à do tradicional “triângulo” (Barranco *et al.*, 1994): em cada data de observação, registou-se do lado esquerdo da grelha o estado fenológico mais atrasado; no meio o estado fenológico dominante; e no lado direito o estado fenológico mais adiantado (Figura 3.7).

Estado mais atrasado	Estado dominante	Estado mais adiantado
X	X	X

Figura 3.7 - Exemplo da grelha utilizada para a anotação das observações dos estados fenológicos nas diversas variedades e datas de observação.

As observações foram iniciadas no dia 22 de fevereiro de 2022, quando as árvores manifestavam maioritariamente o estado 50, início do desenvolvimento das inflorescências, ou seja, com os gomos florais (gomos axilares) completamente fechados. A partir do estado 60, abertura das primeiras flores, as observações passaram a realizar-

se consoante a evolução dos estados fenológicos, até atingir o estado 69, que corresponde ao final da floração, queda de ovários não fecundados e início do vingamento do fruto.

3.3.2. Intensidade da floração

A intensidade da floração foi avaliada por apreciação qualitativa de acordo com os níveis estabelecidos pelo projeto RESGEN desenvolvido pelo Concelho Oleícola Internacional (COI) para a Caracterização Agronómica de variedades de oliveira (AA. VV., 1997).

A observação dos quadrantes das árvores em estudo, ou seja, ao redor de toda a copa, foi realizada quando estas se encontravam preferencialmente nos estados fenológicos 57 a 59. A cada árvore, atribuiu-se um valor numérico para expressar a percentagem da superfície da copa ocupada por inflorescências, e os 06 níveis utilizados variaram numa escala numérica de 0 a 5, de acordo com o quadro 2.

Quadro 2- Níveis de Intensidade de floração (% superfície da copa com inflorescências) (Fonte: (AA. VV., 1997).

Intensidade de Floração (% de superfície da copa)	
0 - Nula	0
1 - Muito baixa	1 a 20 %
2 - Baixa	20 a 40 %
3 - Média	40 a 60 %
4 - Alta	60 a 80 %
5 - Muito alta	80 a 100 %

3.3.3. Qualidade da flor

Para o estudo da qualidade da flor, colheram-se por árvore 6 ramos com floração (Figura 3.8 A e B). Este procedimento teve início a partir do momento que as variedades atingiram o estado fenológico dominante 61. Seguidamente, e no laboratório, realizou-se a contagem de inflorescências em porções de ramo com 10 cm de comprimento (Figura 3.8 C). Em cada porção de ramo contabilizou-se o número total de inflorescências, e por inflorescência registou-se o número de flores perfeitas, de flores imperfeitas e o número de botões florais ainda fechados (Figura 3.8 D e E). Para a execução desta tarefa foi necessário o apoio de materiais como fita métrica, pinça e lupa.

Para evitar equívocos devido a ovários menos desenvolvidos, por vezes, foi necessário retirar todas as corolas e deixar apenas os cálices na inflorescência para desta forma mais facilmente observar a presença ou ausência de ovário (Figura 3.8 F).

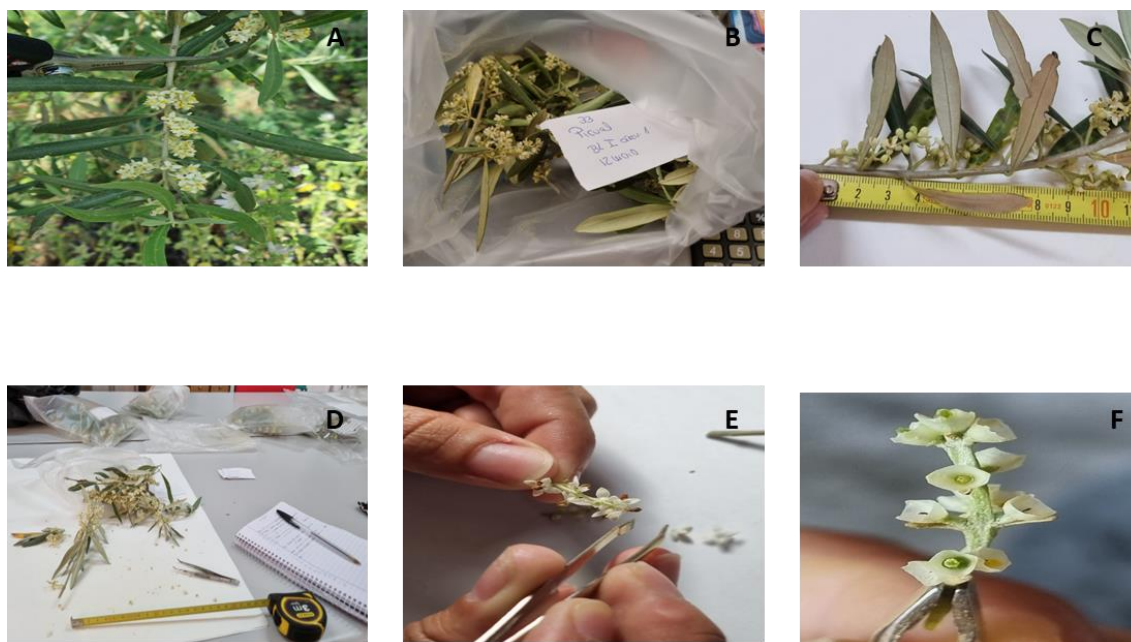


Figura 3.8- Os vários passos para o estudo da qualidade da flor.

Nota: A, seleção e recolha de ramos; B, identificação da amostra (variedade, bloco e número da árvore); C, medição dos 10 cm do ramo; D, bancada e material de análise; E, observação e contagem de inflorescências; F, Inflorescência sem corolas.

3.3.4. Tratamento dos dados

Os estados fenológicos foram registados em folhas de campo e posteriormente introduzidos num ficheiro digital Excel. Para a representação dos registos da fenologia em pautas, considerou-se como data de ocorrência de um estado fenológico o dia médio das observações do total de árvores observadas por cada variedade. Para a elaboração das pautas do desenvolvimento das inflorescências (estado de crescimento principal 5) das variedades, considerou-se o período em que cada estado fenológico foi dominante. Para as pautas da floração (estado de crescimento principal 6) seguiu-se o procedimento descrito por Barranco *et al.*, (1994). Quando o estado 60/61 aparece pela primeira vez como o estado mais avançado (X-X-60/61) considera-se o início da floração. Quando passa para estado dominante (X-60/61-X) tem início a plena floração que termina no último registo do estado 65 como dominante (X-65-X). Considera-se o final da floração,

o primeiro registo do estado 68 como dominante (X-68-X). A média da plena floração de uma variedade corresponde à data média entre o início e final da plena floração.

Para os dados da caracterização das inflorescências e da qualidade da flor (número de inflorescências por 10 cm de ramo, número total de flores por inflorescência e número total de flores perfeitas por inflorescência) realizou-se uma comparação de médias, recorrendo à análise de variância (ANOVA) (SPSS Statistics 17.0) para um valor de significância de $\alpha = 0,05$. A separação de médias por grupos homogêneos foi de acordo com o teste *post hoc* de Duncan. Em relação aos resultados descritivos da qualidade da flor utilizaram-se gráficos circulares (Excel) para mostrar a proporção de flores perfeitas, flores imperfeitas e botões por abrir por variedade e árvore.

Para avaliar a correlação entre a produção de frutos da campanha de 2021/22 e a floração e aspetos da qualidade da flor durante a primavera do ano seguinte (2022) (nomeadamente carga floral, número de inflorescências por 10 cm de ramo, número total de flores por inflorescência e número de flores perfeitas por inflorescência) determinou-se o coeficiente de correlação de Spearman e fazendo o correspondente teste à sua significância. No caso de as variáveis estarem correlacionadas (ou seja, $p < \alpha$), um coeficiente com sinal negativo indica uma correlação negativa, ou seja, quando uma das variáveis cresce a outra decresce. Se o sinal do coeficiente for positivo, significa que ambas as variáveis variam no mesmo sentido (Patrício *et al.*, 2017). O valor absoluto do coeficiente indica a força da correlação entre as variáveis como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Intervalos de coeficientes de correlação e correspondente força da relação (Landis & Koch, 1977).

Coeficiente de correlação	]0 – 0,2[	[0,2 – 0,4[	[0,4 – 0,6[	[0,6 – 0,8[	[0,8 – 1[	1
Força da relação	Muito fraca	Fraca	Moderada	Forte	Muito forte	Excelente

4. Resultados

4.1. Comportamento de variáveis climáticas (temperatura e precipitação)

Na Figura 4.1 apresenta-se o gráfico termopluiométrico da região de Elvas para os primeiros cinco meses do ano de 2022. Relativamente à precipitação, observou-se que os meses de janeiro e fevereiro foram muito secos. Os valores mensais aproximaram-se dos 10 mm, quando no período de referência de 30 anos observam-se valores entre 50 mm a 60 mm (Figura 3.2). Março foi o mês com mais chuva no decorrer deste estudo, principalmente na parte final (decêndio do ano 9) onde se aproximou dos 70 mm (Figura 4.1). Só este valor superou a média dos registos dos últimos 30 anos para aquele mês que ficou abaixo dos 60 mm (Figura 3.2). A chuva continuou no mês de abril, embora com valores mais reduzidos, e o último decêndio deste mês (decêndio do ano 12) foi o segundo período mais chuvoso dos cinco meses caracterizados em 2022, com quase 30 mm (Figura 4.1).

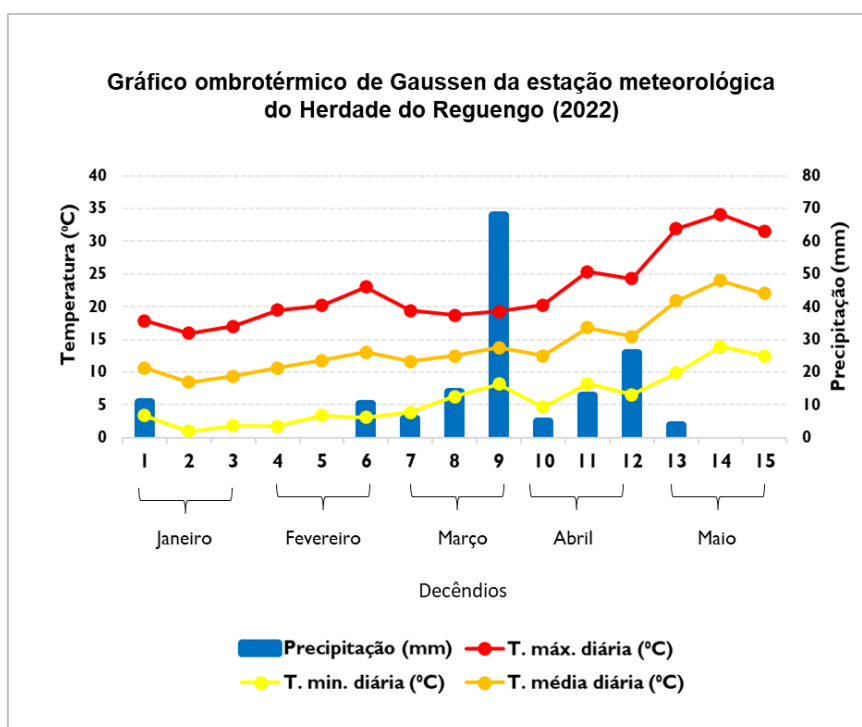


Figura 4.1 - Gráfico ombrotérmico de Gaussen da região de Elvas para os primeiros cinco meses do ano de 2022 (dados obtidos na estação meteorológica da Herdade do Reguengo, INIAV, I.P.).

Nota: Os meses estão divididos em decêndios do ano onde, por exemplo, 1 corresponde ao período de 1 a 10 de janeiro e 15 ao período de 21 a 31 de maio.

A temperatura média situou-se próximo dos 10 °C variando até próximo dos 15 °C desde o início do ano e até meados de abril. Contudo, o comportamento da temperatura mínima e máxima foi mais heterogêneo. A temperatura mínima subiu durante todo o mês de março, desde abaixo dos 5 °C até próximo dos 10 °C, mas no início de abril (decêndio do ano 10) verificou-se uma pronunciada descida novamente para próximo de 5 °C (Figura 4.1). A média do mês foi, portanto, 7,5 °C, inferior ao valor do ano de referência, 9 °C a 10 °C (Figura 3.2). A temperatura máxima teve um comportamento ascendente até ao final do mês de fevereiro onde esteve próxima dos 25 °C, mas durante todo o mês de março e início de abril os valores foram mais próximos dos 20 °C. A temperatura máxima só voltou aos valores próximos dos registos no final de fevereiro a meados de abril (decêndio do ano 11). Quando comparado com o período de referência, em que a temperatura máxima do mês de fevereiro foi de aproximadamente 15 °C (Figura 3.2), 2022 foi um ano com o mês de fevereiro especialmente quente, a média das máximas não desceu dos 20 °C (Figura 4.1). Abril e particularmente maio também foram meses que se revelaram mais quentes em comparação com os seus valores no período de referência que até ao final mês de maio não ultrapassaram os 25 °C (Figura 3.2). Em 2022, a temperatura máxima do mês de maio esteve sempre acima dos 30 °C (Figura 4.1).

4.2. Fenologia do desenvolvimento floral

A fenologia define-se como o estudo da ocorrência de eventos biológicos periódicos na vida de um ser vivo e da sua relação com o ambiente, particularmente com o clima. Os eventos biológicos referem-se a etapas do desenvolvimento, como por exemplo: abrolhamento, floração, maturação e senescência (Osborne *et al.*, 2000).

Na Figura 4.2 apresenta-se a pauta da evolução dos estados fenológicos, dentro da fase de desenvolvimento das inflorescências, das variedades de oliveira estudadas, em Elvas, no ano de 2022. As onze variedades iniciaram o abrolhamento das inflorescências no início da segunda quinzena de março pela manifestação do estado 51 como dominante na copa. O estado 53 tornou-se dominante no dia 04 de abril, com exceção da variedade ‘Galego de Évora’, que manifestou este estado do desenvolvimento no dia 13 de abril.

Nesta data, a maioria dos materiais apresentava o estado 54 como dominante na copa. As amplitudes de tempo para a manifestação dos estados fenológicos entre os genótipos diminuíram aquando da manifestação do estado 55.

No dia 28 de abril, este estado tornou-se dominante na copa das primeiras sete variedades, no dia 02 de maio manifestaram-no as variedades ‘Galega Vulgar’, ‘Arbequina’ e ‘Judiaga’, e por último, no dia 03 de maio, a variedade ‘Galego de Évora’ (Figura 4.2). O estado 57 foi dominante por poucos dias em qualquer uma das variedades e, no dia 07 de maio, ‘Conserva de Elvas’ foi a primeira a manifestar a dominância do estado 59. Seguiram-se as restantes no dia 09 de maio, com exceção de ‘Galego de Évora’ que foi um pouco depois, no dia 12 do mesmo mês (Figura 4.2).

No geral, o estado 51 e o estado 54 foram os mais longos. Aliás, a variedade que mais tempo permaneceu em estado 51 foi a ‘Galego de Évora’, durante 27 dias. Contudo, em ‘Galega Vulgar’ e ‘Galego de Évora’, o estado 53 também perdurou bastante tempo como dominante na copa (24 e 15 dias, respetivamente), em detrimento do estado 54 que foi mais curto nestas variedades (Figura 4.2). Os estados 57 e 59 foram os mais breves.

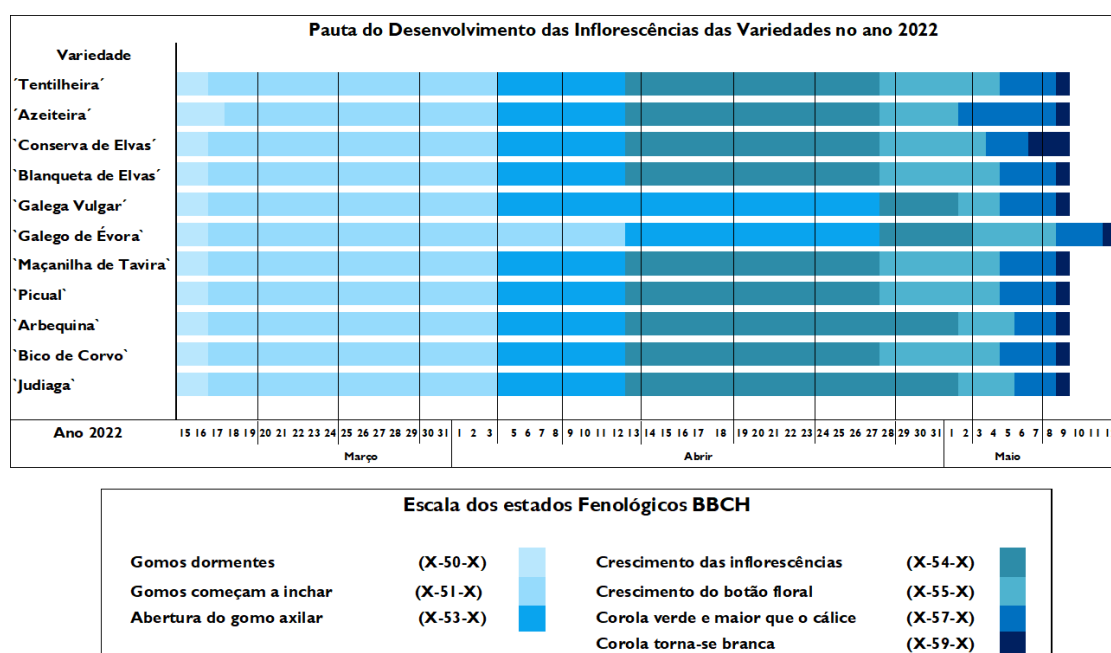


Figura 4.2 - Pauta do desenvolvimento das inflorescências das Variedades de oliveira no ano 2022 em Elvas de acordo com a escala de descrição dos estados fenológicos BBCH (Sanz-Cortés et al., 2002).

Na Figura 4.3 apresenta-se a pauta da floração das variedades de oliveira estudadas, em Elvas, no ano de 2022. A variedade que entrou em floração mais cedo foi a ‘Conserva

de Elvas', no dia 06 de maio. A maioria apresentou o início da floração no dia 09 de maio e por último 'Galego de Évora', no dia 11 de maio (Figura 4.3). A 'Conserva de Elvas' também foi a primeira variedade a entrar em plena floração, no dia 09 de maio, e o último conjunto de materiais a atingir esta fase foram 'Galga Vulgar', 'Judiaga' e 'Galego de Évora', no dia 13 de maio.

A data média de plena floração destas onze variedades no ano de 2022, em Elvas, foi 12 de maio: 'Conserva de Elvas' a 11 de maio; 'Tentilheira', 'Azeiteira', 'Blanqueta de Elvas', 'Maçanilha de Tavira', 'Picual', 'Arbequina' e 'Bico de Corvo' a 12 de maio; 'Galega Vulgar' e 'Judiaga' a 14 de maio; e 'Galego de Évora' a 15 de maio (Figura 4.3). Para a maioria das variedades, o período de plena floração foi de três dias e para 'Conserva de Elvas' e 'Galego de Évora' foi de cinco dias.

O início da floração foi relativamente curto e quase em simultâneo para estes onze materiais. Contudo, em relação ao final da floração observou-se uma maior diferenciação entre as variedades. No dia 15 de maio, as primeiras três variedades terminaram a floração, nomeadamente 'Azeiteira', 'Blanqueta de Elvas' e 'Bico de Corvo' (Figura 4.3).

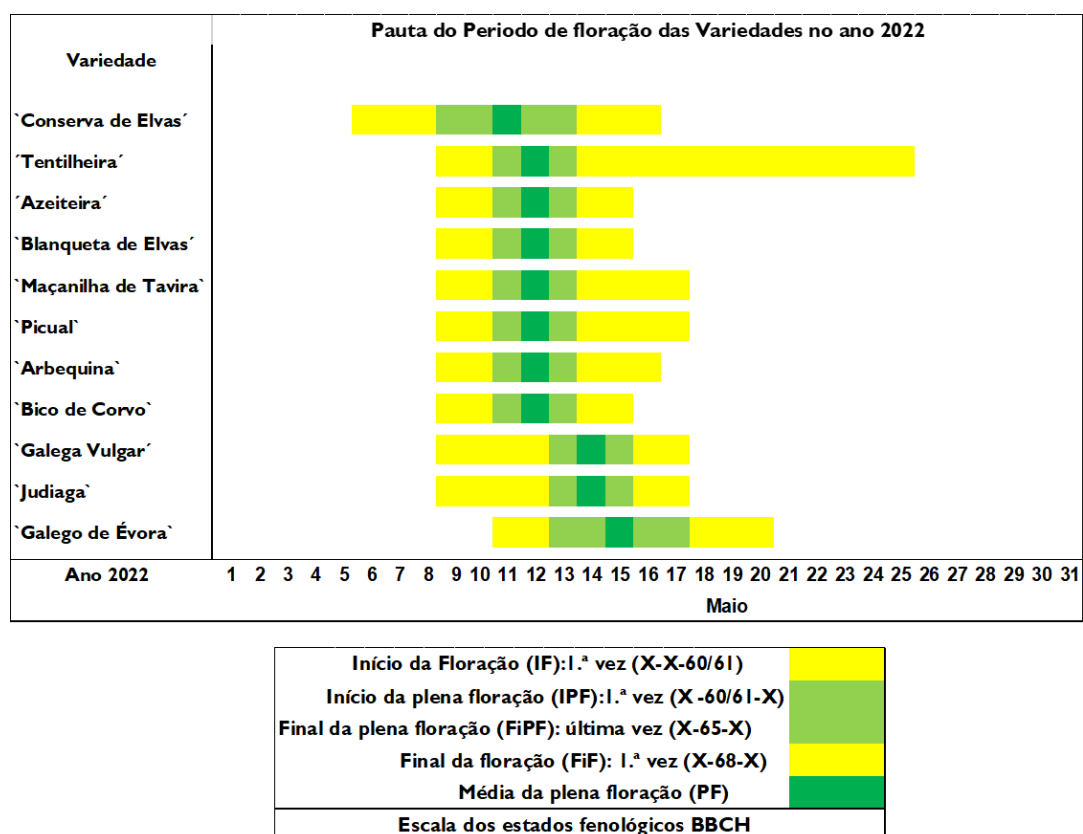


Figura 4.3 - Pauta do Período de Floração das Variedades de oliveira no ano 2022 em Elvas de acordo com a escala de descrição dos estados fenológicos BBCH (Sanz-Cortés et al., 2002).

Seguiram-se mais seis variedades entre os dias 16 e 17 de maio e a ‘Galego de Évora’ no dia 20 de maio. A variedade ‘Tentilheira’ apresentou um final de floração notoriamente mais alargado do que as demais e apenas terminou a floração no dia 25 de maio (Figura 4.3), o que fez um período de floração de dezassete dias, o maior observado neste trabalho. Os períodos de floração mais curtos tiveram uma duração de sete dias (‘Azeiteira’, ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Bico de Corvo’).

No Quadro 4 apresenta-se o número de dias entre o primeiro registo do estado 55 dominante na copa e o início da floração. Embora o surgimento do estado 59 dominante e início da floração tenham sido muito próximos entre os materiais o tempo necessário para o desenvolvimento dos botões florais não foi igual entre as variedades.

Quadro 4 – Número de dias entre o estado 55 [1.ª vez dominante na copa, (X-55-X)] e o início da floração [IF: 1.ª vez (X-X-60/61)] das variedades estudadas no ano 2022, em Elvas.

Variedade	Nº de dias entre o estado 55 e IF
‘Tentilheira’	11
‘Azeiteira’	11
‘Conserva de Elvas’	8
‘Blanqueta de Elvas’	11
‘Galega Vulgar’	7
‘Galego de Évora’	8
‘Maçanilha de Tavira’	11
‘Picual’	11
‘Bico de Corvo’	7
‘Judiaga’	11
‘Arbequina’	7

‘Galega Vulgar’, ‘Arbequina’ e ‘Judiaga’ realizaram esta sucessão de estados fenológicos em 7 dias; ‘Conserva de Elvas’ e ‘Galego de Évora’ em 8 dias; e as restantes em 11 dias (Quadro 4).

4.2.1. Anomalias durante o desenvolvimento das inflorescências

Durante o acompanhamento da evolução dos estados fenológicos foram observadas algumas anomalias durante a formação das inflorescências. Este fenómeno verificou-se através de manchas violáceas nos botões florais em desenvolvimento de algumas variedades (Figura 4.4). Apesar de serem visíveis ainda no estado 54, a sua identificação foi mais inequívoca no estado 55.

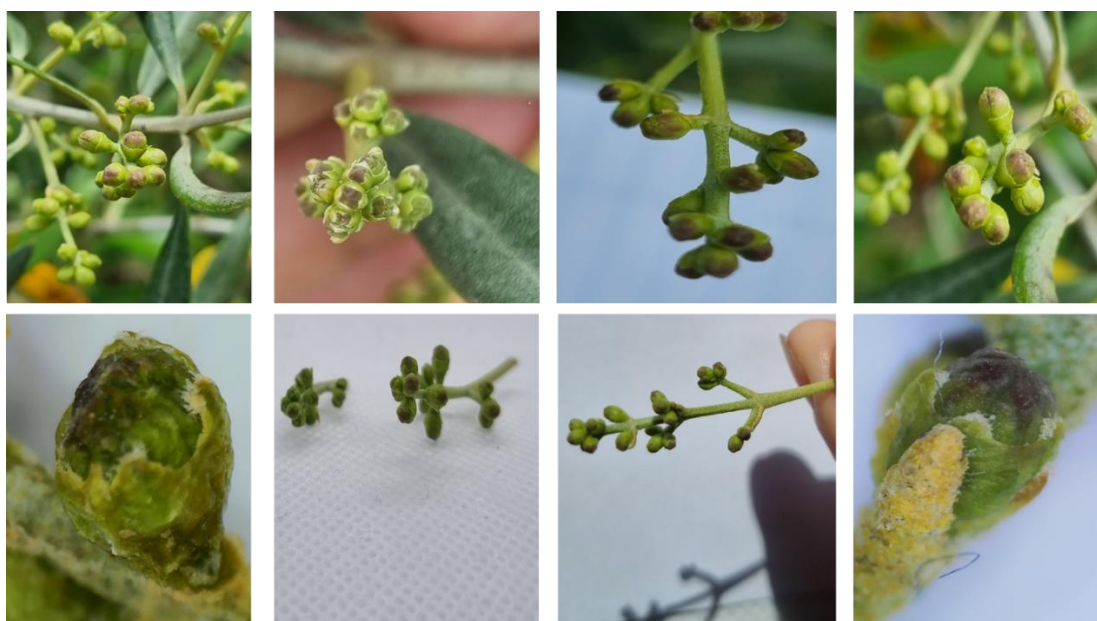


Figura 4.4 - Inflorescências de oliveira com manchas de coloração violácea nos botões florais na primavera de 2022 em Elvas.

Esta sintomatologia foi observada, principalmente, durante a segunda quinzena de abril. O primeiro registo foi no dia 13 de abril nas variedades ‘Conserva de Elvas’ e ‘Bico de Corvo’. Seguiram-se ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Judiaga’ no dia 19 do mesmo mês. Por último, ‘Maçanilha de Tavira’ e ‘Azeiteira’, nos dias 21 e 28 de abril, respetivamente (Quadro 5).

Quadro 5 – Data da primeira observação de manchas violáceas nos botões florais durante o desenvolvimento das inflorescências.

Data da observação	Variedade	Estado
13/04/2022	‘Conserva de Elvas’	54-54-54
13/04/2022	‘Bico de Corvo’	53-54-54
19/04/2022	‘Blanqueta de Elvas’	54-54-54

19/04/2022	`Judiaga`	54-54-54
21/04/2022	`Maçanilha de Tavira`	54-54-54
28/04/2022	`Azeiteira`	54-55-54

Nota: das 11 variedades estudadas apenas foram observadas anomalias nestas 6.

As restantes cinco variedades ('Tentilheira', 'Galega Vulgar', 'Picual', 'Arbequina' e 'Galego de Évora') não manifestaram esta anomalia, pelo menos, em 2022.

4.3. Intensidade de floração e caracterização de inflorescências

No geral, e para os materiais estudados, o ano de 2022 apresentou uma intensidade de floração reduzida (Figura 4.5).

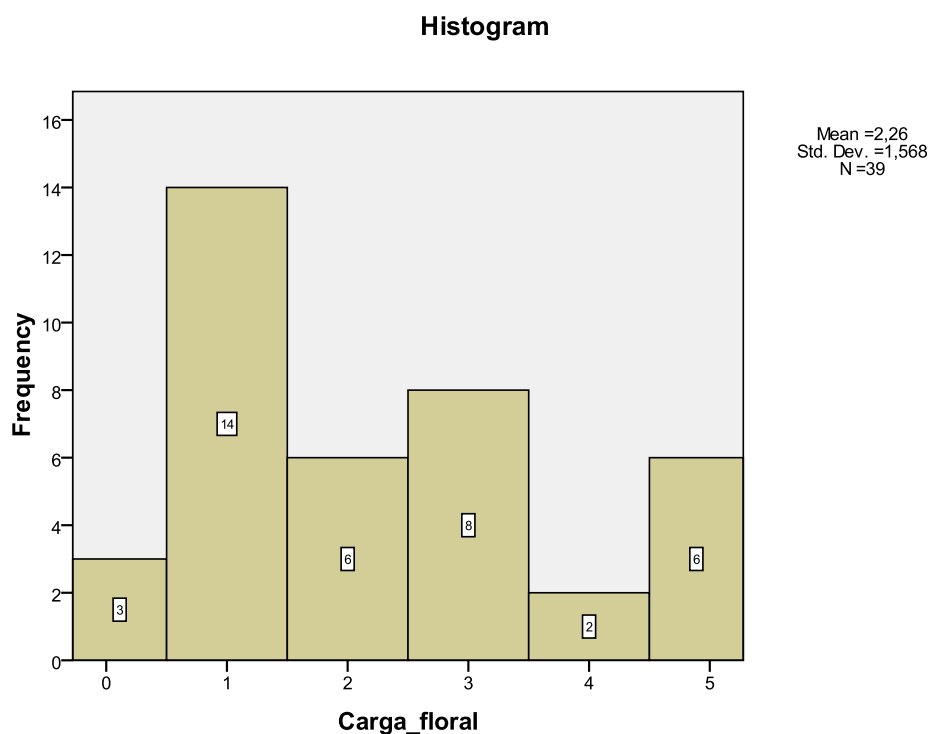


Figura 4.5 - Histograma da carga floral (ou intensidade de floração) para um conjunto de 39 oliveiras no ano de 2022 instaladas em Elvas.

Para um total de 39 oliveiras avaliadas, quase 50 % apresentou um nível de carga floral entre nulo (0) ou, principalmente, muito baixo (1, 1 % a 20 % da copa com inflorescências) (Figura 4.5). Contudo, houve exceções, em particular a 'Tentilheira'. Todas as oliveiras desta variedade apresentaram intensidade de floração máxima (5), ou

seja, em mais de 80 % das suas copas existiam inflorescências (Quadro 6). Em ‘Azeiteira’ observaram-se duas árvores com carga floral máxima e duas árvores com carga floral muito baixa e baixa (2, 21 % a 40 % da copa com inflorescências). Com carga floral máxima também se observou uma árvore em ‘Picual’, as restantes plantas desta variedade apresentaram níveis entre o médio (3, 41 % a 60 % da copa com inflorescências) e o elevado (4, 61 % a 80 % da copa com inflorescências) (Quadro 2). Das quatro árvores de ‘Galego de Évora’ apenas uma apresentou algumas inflorescências em desenvolvimento, e o nível de floração foi muito baixo. ‘Judiaga’ também se destacou pela carga floral muito baixa, seguida de materiais como ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Maçanilha de Tavira’, que apresentaram três árvores com carga floral também muito baixa e uma oliveira com carga floral baixa e média, respetivamente (Quadro 6).

Quadro 6 - Intensidade da Carga Floral das variedades estudadas no ano 2022 em Elvas.

Variedade	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4
‘Tentilheira’	Morta	5	5	5
‘Azeiteira’	2	1	5	5
‘Conserva de Elvas’	2	3	4	3
‘Blanqueta de Elvas’	1	1	2	1
‘Galega Vulgar’	3	2	1	1
‘Galego de Évora’	0	0	1	0
‘Maçanilha de Tavira’	1	1	1	3
‘Picual’	5	3	3	4
‘Bico de Corvo’	Morta	Morta	2	3
‘Judiaga’	1	1	1	1
‘Arbequina’	2	3		

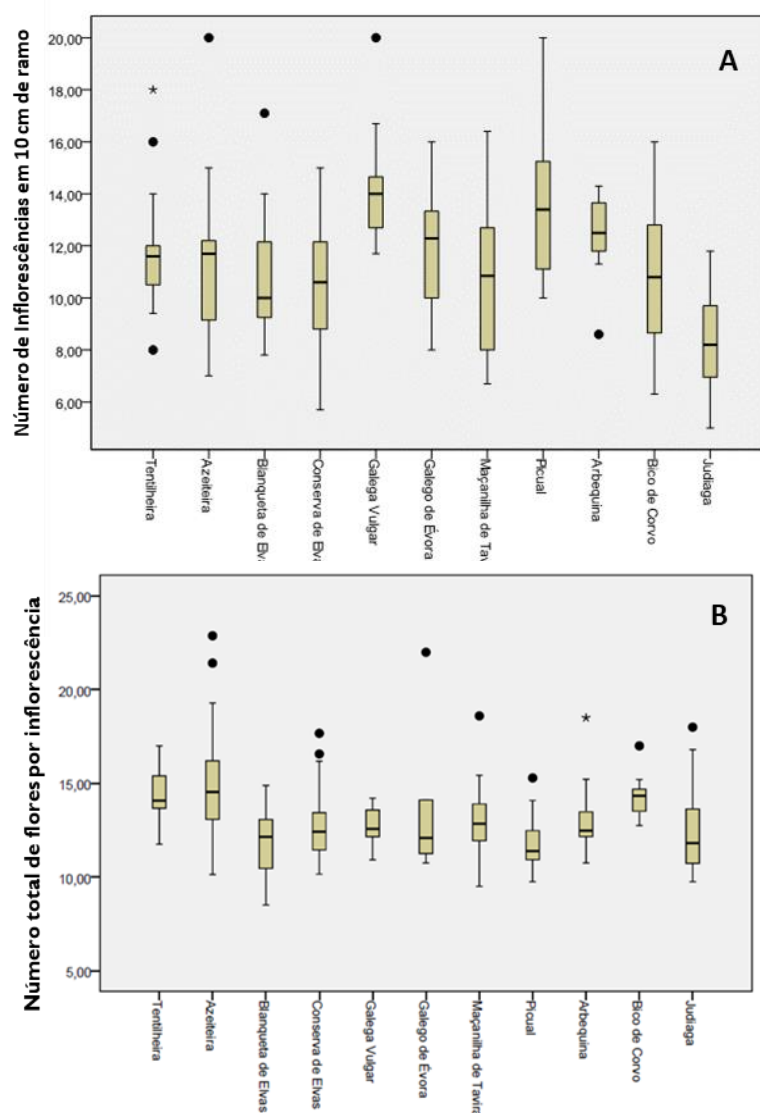
Nota: níveis da intensidade de floração desde 0 (nulo) a 5 (mais de 80 % da copa com inflorescências), de acordo com o quadro 2.

O número de inflorescências por 10 cm de ramo variou entre variedades e a dispersão dos dados recolhidos na mesma variedade não foi uniforme (Figura 4.6 A). Por exemplo, entre a mediana e o percentil 75 de ‘Azeiteira’, os valores estavam muito próximo de 12 inflorescências por ramo. Por outro lado, em ‘Blanqueta de Elvas’, a mediana situou-

se mais próxima do percentil 25, cerca de 10 inflorescências por ramo. A ocorrência de valores máximos e mínimos isolados foi algo também observado.

Em relação ao número total de flores por inflorescência, as observações entre o percentil 25 e o percentil 75 transmitiram uma maior semelhança entre variedades, e observou-se a ocorrência de valores máximos extremos em oito das onze variedades estudadas (Figura 4.6 B).

Em relação ao número de flores perfeitas por inflorescência, no diagrama Box plot (ou caixa de bigodes) é visível o quanto este parâmetro variou entre os materiais de oliveira estudados (Figura 4.6 C). A ‘Conserva de Elvas’ destacou-se pela proximidade dos extremos da caixa de bigodes em valores bastante baixos, inferiores a 5 flores perfeitas por inflorescência. A variedade com maior número de flores perfeitas por inflorescência foi a ‘Azeiteira’, e ‘Galego de Évora’ apresentou o valor extremo mais elevado (Figura 4.6 C).



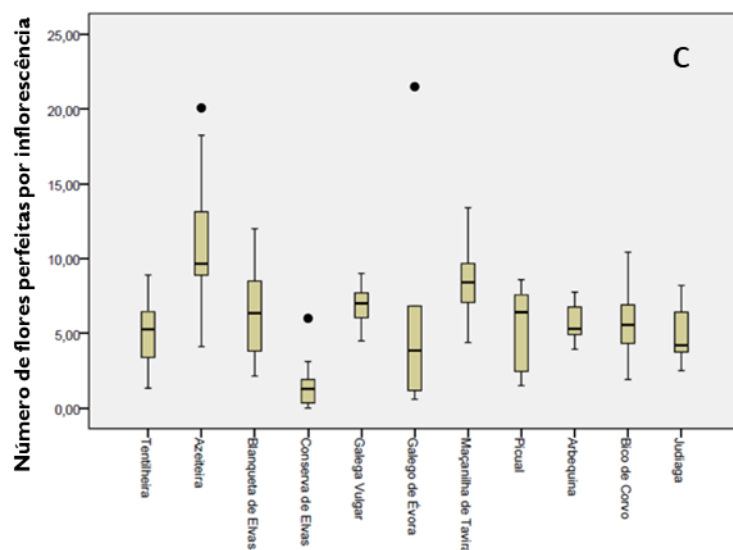


Figura 4.6 - Caixas de bigodes para as variáveis “Número de inflorescências por 10 cm de ramo” (A), “Número total de flores por inflorescência” (B) e “Número de flores perfeitas por inflorescência” (C), para um conjunto de onze variedades de oliveira, no ano de 2022, instaladas em Elvas.

No Quadro 7 apresenta-se os valores médios das três variáveis anteriormente abordadas. O número médio de inflorescências por 10 cm de ramo variou entre 8,34 em ‘Judiaga’ e 13,95 em ‘Galega Vulgar’. O número total médio de flores por inflorescência variou entre 11,69 em ‘Picual’ e 15,09 em ‘Azeiteira’, enquanto o número médio de flores perfeitas por inflorescência variou entre 1,37 em ‘Conserva de Elvas’ e 10,93 em ‘Azeiteira’. Realizou-se uma comparação de médias entre as onze variedades e observou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas em relação aos três parâmetros (Quadro 7).

De acordo com o teste *post hoc* de Duncan, as variedades estudadas podem ser agrupadas em quatro grupos, em relação ao número de inflorescências por 10 cm de ramo (Quadro 8 A). O grupo de menor densidade de inflorescências é apenas composto pela variedade ‘Judiaga’. O “Grupo 2” foi o que englobou o maior número de variedades (oito de onze) e a densidade de inflorescências variou entre 10,53 (‘Conserva de Elvas’) e 12,43 (‘Arbequina’); os três materiais deste grupo com médias mais elevadas (‘Tentilheira’, ‘Galego de Évora’ e ‘Arbequina’) não são estatisticamente diferentes do “Grupo 3”. O grupo de maior densidade de inflorescências é composto por três genótipos, ‘Arbequina’, ‘Picual’ e ‘Galega Vulgar’, de 12,43 a 13,95 inflorescências por 10 cm de ramo.

Quadro 7 - Número de inflorescências por 10 cm de ramo, Número total de flores por inflorescência, Número de flores perfeitas por inflorescência (erro-padrão indicado entre parênteses), e teste de comparação de médias (ANOVA), para um conjunto de onze variedades de oliveira, no ano de 2022, instaladas em Elvas.

Variedade	N.º de inflorescências por 10 cm de ramo	N.º total de flores por inflorescência	N.º de flores perfeitas por inflorescência
'Galego de Évora'	11,99 ($\pm 1,16$)	13,71 ($\pm 1,73$)	6,30 ($\pm 3,18$)
'Tentilheira'	11,86 ($\pm 0,55$)	14,30 ($\pm 0,33$)	5,05 ($\pm 0,51$)
'Azeiteira'	11,29 ($\pm 0,58$)	15,09 ($\pm 0,65$)	10,93 ($\pm 0,79$)
'Blanqueta de Elvas'	10,80 ($\pm 0,47$)	11,75 ($\pm 0,39$)	6,26 ($\pm 0,54$)
'Picual'	13,60 ($\pm 0,55$)	11,69 ($\pm 0,26$)	5,43 ($\pm 0,51$)
'Maçanilha de Tavira'	10,62 ($\pm 0,53$)	12,99 ($\pm 0,38$)	8,39 ($\pm 0,47$)
'Bico de Corvo'	10,93 ($\pm 0,82$)	14,30 ($\pm 0,33$)	5,75 ($\pm 0,75$)
'Conserva de Elvas'	10,53 ($\pm 0,50$)	12,76 ($\pm 0,40$)	1,37 ($\pm 0,28$)
'Judiaga'	8,34 ($\pm 0,38$)	12,51 ($\pm 0,46$)	4,85 ($\pm 0,34$)
'Galega Vulgar'	13,95 ($\pm 0,38$)	12,74 ($\pm 0,19$)	6,83 ($\pm 0,25$)
'Arbequina'	12,43 ($\pm 0,45$)	13,12 ($\pm 0,58$)	5,67 ($\pm 0,35$)
Significância do teste de comparação de médias ($\alpha = 0,05$)	0,000	0,000	0,000

Em relação ao número total de flores por inflorescência, as variedades também ficaram agrupadas em quatro grupos homogêneos segundo o teste de Duncan. Porém, a afinidade dos materiais entre grupos foi muito elevada (Quadro 8 B), por exemplo, cinco variedades estão presentes em três grupos. Contudo, 'Picual' e 'Blanqueta de Elvas', com 11,69 e 11,75 flores por inflorescência, respetivamente, foram as duas variedades que apenas pertenceram ao "Grupo 1", o de menor número de flores por inflorescência. Por outro lado, 'Azeiteira' foi a variedade que apenas pertenceu ao "Grupo 4", de maior número de flores por inflorescência, seguida de 'Bico de Corvo' e 'Tentilheira' que não foram estatisticamente diferentes do "Grupo 3".

O teste *post hoc* para o número de flores perfeitas por inflorescência também originou quatro grupos homogêneos. As variedades 'Conserva de Elvas' (1,37) e 'Azeiteira' (10,93) continuaram isoladas nos grupos limite (Quadro 8 C). A maioria dos materiais ficou englobada no "Grupo 2", que variou entre 4,85 ('Judiaga') e 6,83 ('Galega Vulgar') flores perfeitas por inflorescência.

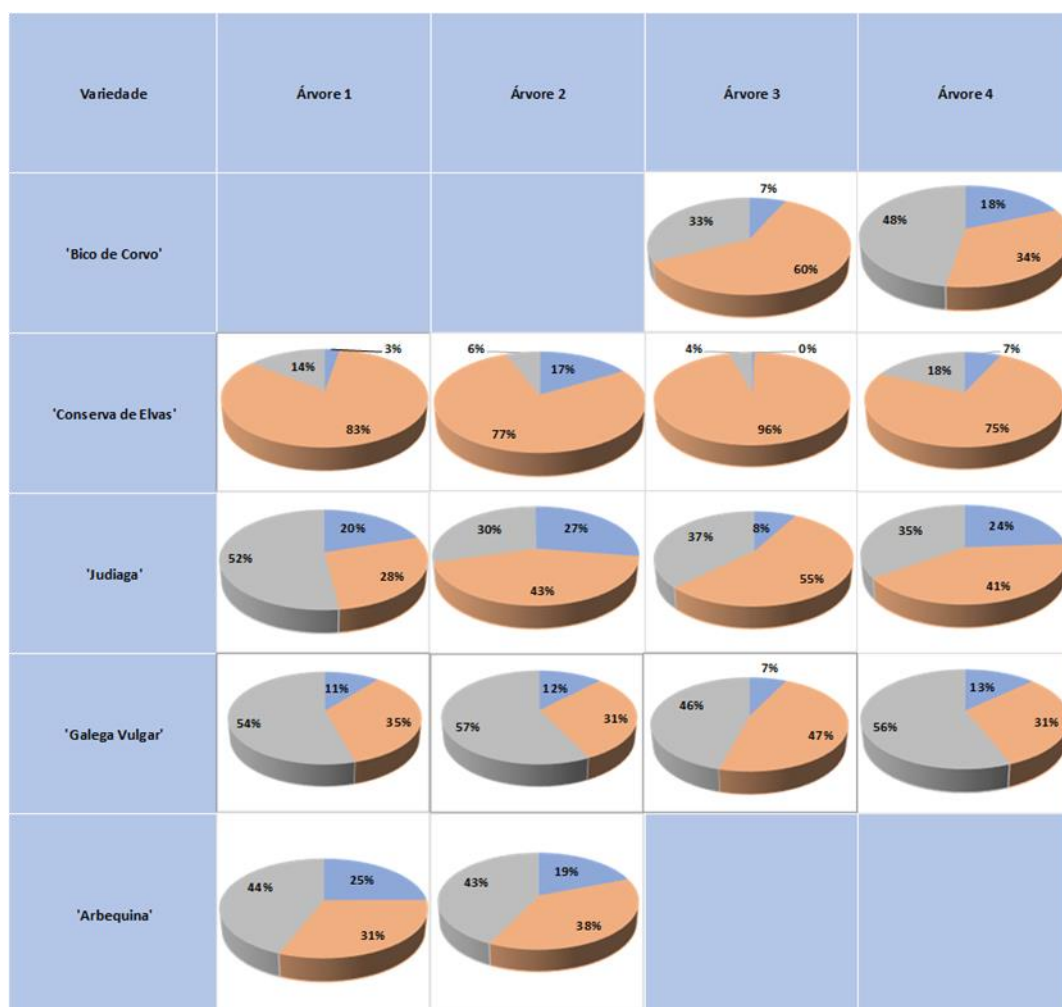
Quadro 8 – Testes *post hoc* (Duncan para $\alpha = 0,05$) para as variáveis “Número de inflorescências por 10 cm de ramo” (A), “Número total de flores por inflorescência” (B) e “Número de flores perfeitas por inflorescência” (C).

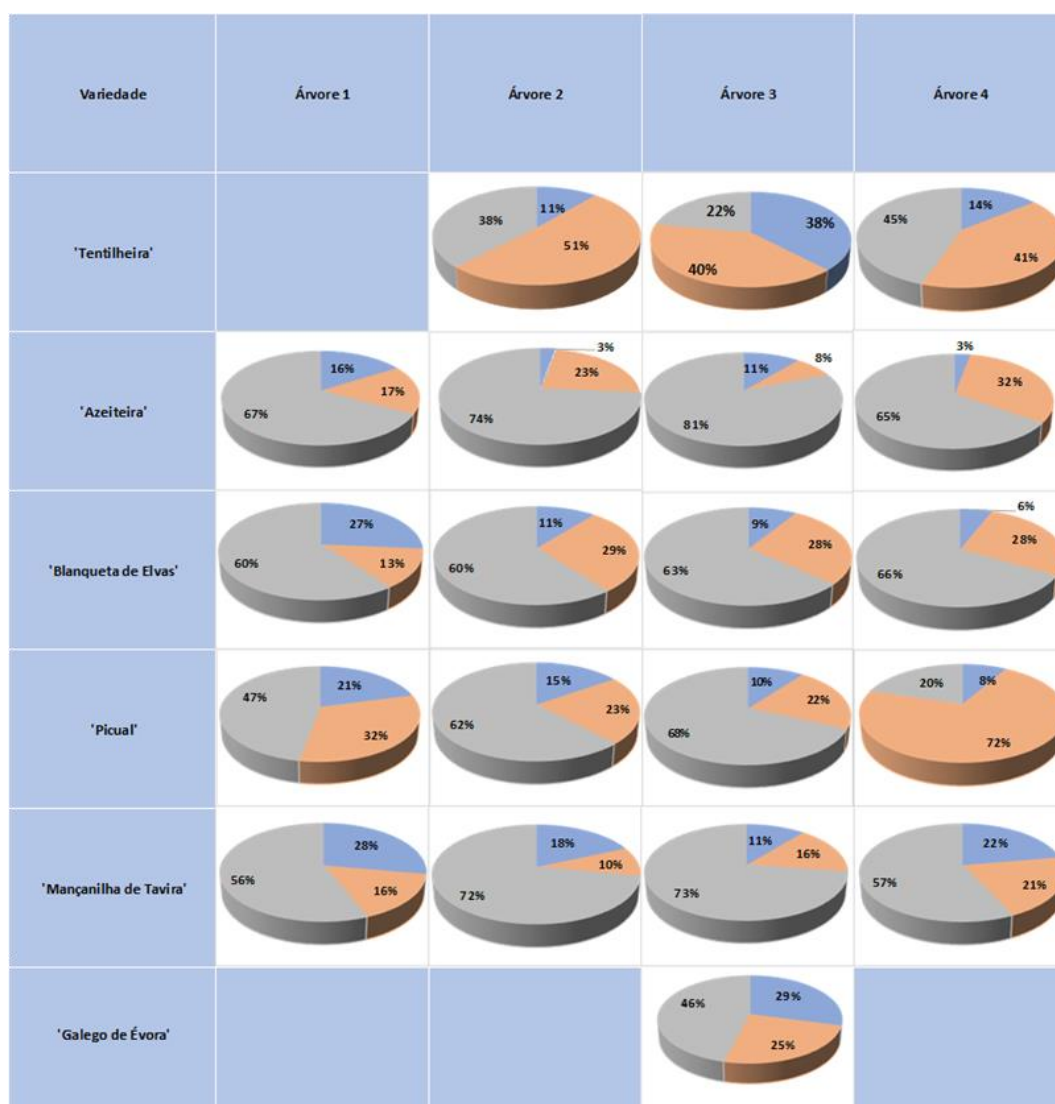
A	Número de inflorescências por 10 cm de ramo			
Variedades	1	2	3	4
‘Judiaga’	8,3417			
‘Conserva de Elvas’		10,5292		
‘Maçanilha de Tavira’		10,6208		
‘Blanqueta de Elvas’		10,7958		
‘Bico de Corvo’		10,9250		
‘Azeiteira’		11,2875		
‘Tentilheira’		11,8556	11,8556	
‘Galego de Évora’		11,9850	11,9850	
‘Arbequina’		12,4250	12,4250	12,4250
‘Picual’			13,6042	13,6042
‘Galega Vulgar’				13,9542
B	Número total de flores por inflorescência			
Variedades	1	2	3	4
‘Picual’	11,6875			
‘Blanqueta de Elvas’	11,7521			
‘Judiaga’	12,5125	12,5125		
‘Galega Vulgar’	12,7400	12,7400	12,7400	
‘Conserva de Elvas’	12,7563	12,7563	12,7563	
‘Maçanilha de Tavira’	12,9933	12,9933	12,9933	
‘Arbequina’	13,1233	13,1233	13,1233	
‘Galego de Évora’		13,7117	13,7117	13,7117
‘Tentilheira’			14,3039	14,3039
‘Bico de Corvo’			14,3042	14,3042
‘Azeiteira’				15,0892
C	Número de flores perfeitas por inflorescência			
Variedades	1	2	3	4
‘Conserva de Elvas’	1,3742			
‘Judiaga’		4,8488		
‘Tentilheira’		5,0456		
‘Picual’		5,4258		
‘Arbequina’		5,6675		
‘Bico de Corvo’		5,7508		
‘Blanqueta de Elvas’		6,2646		
‘Galego de Évora’		6,2983		
‘Galega Vulgar’		6,8292	6,8292	
‘Maçanilha de Tavira’			8,3875	
‘Azeiteira’				10,9296

4.3.1 Qualidade da flor

No quadro 9 apresenta-se os resultados da avaliação da qualidade da flor das variedades de oliveira estudadas, em Elvas, no ano de 2022. A 'Conserva de Elvas' foi a variedade com pior qualidade da flor e a proporção de flores imperfeitas variou de 75 % a 96 % (Quadro 9). 'Bico de Corvo', 'Judiaga' e 'Tentilheira' também apresentaram proporções de flores imperfeitas elevadas. Em média, cada um dos três genótipos apresentou próximo de 45 % de flores imperfeitas, mas, por exemplo, uma das árvores de 'Bico de Corvo' apresentou 60 % de flores imperfeitas. Em 'Judiaga' e 'Tentilheira' observaram-se plantas em que a proporção deste tipo de flores foi superior a 50 %. Este comportamento também se observou numa das árvores da variedade 'Picual' que apresentou 72 % de flores imperfeitas, enquanto nas restantes três oliveiras este parâmetro variou de 22 % a 32 % (Quadro 9).

Quadro 9 - Avaliação da Qualidade da Flor de variedades de oliveira no ano de 2022 em Elvas.





Legenda:

■ N.º Botoes por Abrir ■ N.º Flores Imperfeitas ■ N.º Flores Perfeitas

As variedades com melhor qualidade da flor foram 'Blanqueta de Elvas', 'Maçanilha de Tavira' e 'Azeiteira', nas quais a proporção de flores perfeitas não foi inferior a 56 %. De qualquer forma, destacou-se 'Azeiteira' em que a proporção de flores perfeitas variou entre 65 % e 81 % (Quadro 9). 'Galega Vulgar', 'Galego de Évora', 'Arbequina' e três árvores de 'Picual' também apresentaram uma proporção de flores perfeitas interessante, sempre superior a 43 %.

4.4. Produção de azeitona

Na Figura 4.7 apresenta-se os valores da produção de frutos na campanha de 2021/22, ou seja, no ano anterior a este estudo.

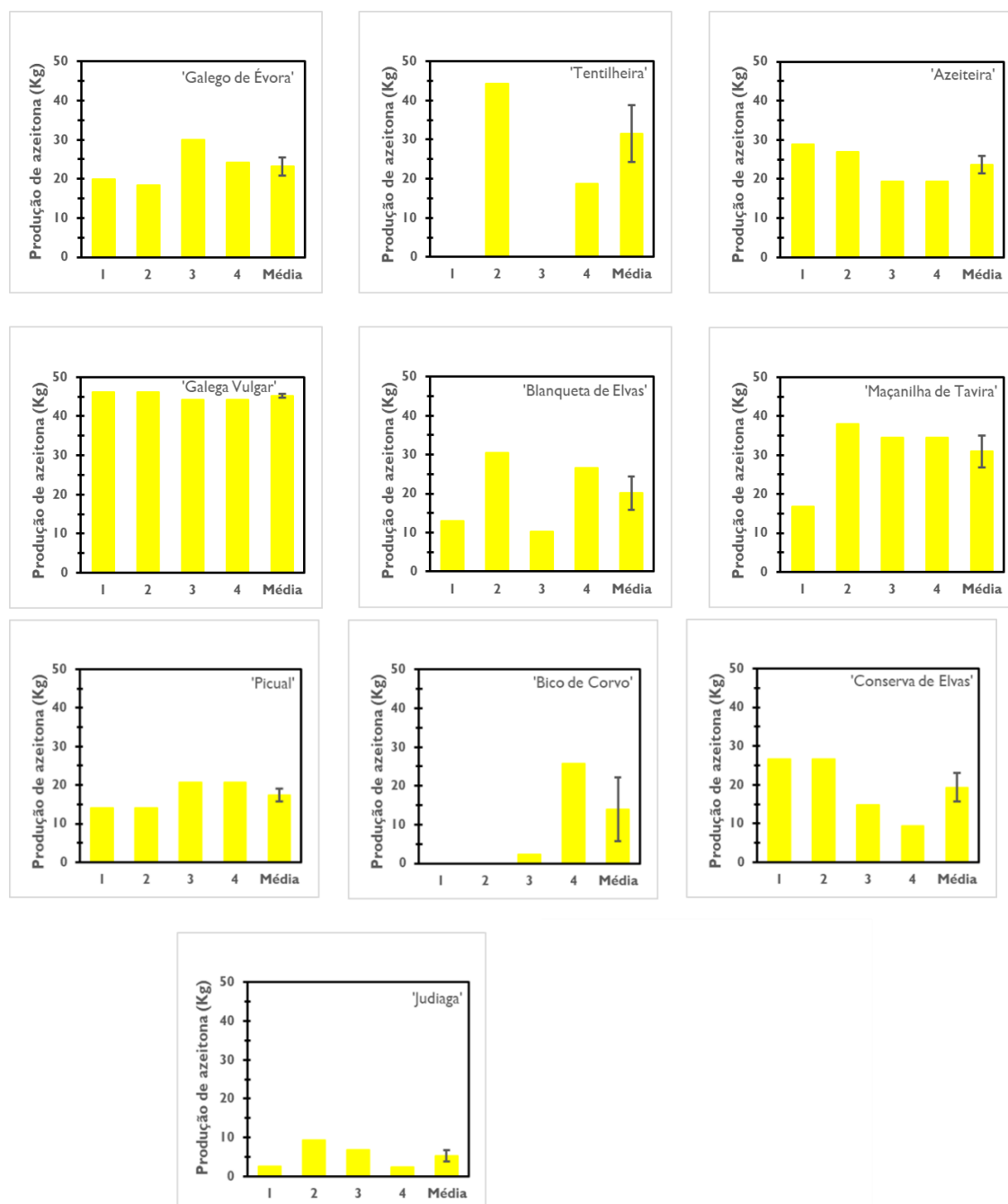


Figura 4.7 - Produção por árvore e produção média das árvores que registaram produção de frutos na campanha de 2021/22, em Elvas (valor médio $\pm$ erro-padrão).

Nota: a árvore 1 da variedade 'Tentilheira' está morta e a árvore 3 não produziu frutos; as árvores 1 e 2 da variedade 'Bico de Corvo' estão mortas; os valores para 'Arbequina' não são apresentados por não ter havido controlo da produção destas árvores.

A variedade que registou maior produção de frutos em todas as árvores foi ‘Galega Vulgar’ com uma média de 45 Kg de azeitona por árvore. Com produções também interessantes observaram-se as variedades ‘Maçanilha de Tavira’, ‘Azeiteira’ e ‘Galego de Évora’, com 31 kg, 24 Kg e 23 Kg, respetivamente (Figura 4.7).

As produções mais reduzidas observaram-se em ‘Judiaga’, ‘Bico de Corvo’ e ‘Picual’, com aproximadamente 5 Kg, 14 Kg e 17 Kg de frutos por árvore, respetivamente (Figura 4.7). Outro aspeto muito evidente foi o grau de heterogeneidade entre níveis de produção dentro da mesma variedade. Enquanto nas árvores 1 e 3 de ‘Blanqueta de Elvas’ registaram-se 13 kg e 10 kg, respetivamente, nas árvores 2 e 4, a produção de frutos atingiu 31 Kg e 27 Kg, respetivamente, ou seja, quase três vezes mais. Outro exemplo foi a situação de ‘Conserva de Elvas’. As árvores 1 e 2 produziram ambas cerca de 27 Kg, enquanto nas árvores 3 e 4 a produção de frutos foi de 15 Kg e 9 Kg, respetivamente.

4.5. Relação entre a produção e a floração seguinte

Para as árvores das variedades ‘Tentilheira’, ‘Maçanilha de Tavira’ e ‘Judiaga’, não se obteve nenhum tipo de correlação entre a produção de frutos na campanha de 2021/22 e aspetos relacionados com a floração e qualidade da flor na primavera de 2022 (Quadro 9). Para as variedades ‘Azeiteira’, ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Conserva de Elvas’ verificou-se uma correlação estatisticamente significativa entre a produção e a carga floral do ano seguinte, sendo esta negativa e forte ou moderada no caso da ‘Conserva de Elvas’. Para ‘Galega Vulgar’ e ‘Bico de Corvo’, a correlação entre ambas as variáveis foi positiva e muito forte.

Para a produção e o número de inflorescências por 10 cm de ramo, verificou-se a existência de correlação positiva (e forte) apenas em ‘Bico de Corvo’.

A correlação entre a produção e o número total de flores por inflorescência foi negativa em ‘Picual’ e ‘Azeiteira’, e positiva em ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Galega Vulgar’. O mesmo comportamento foi observado em relação ao número de flores perfeitas por inflorescência, além de que ‘Bico de Corvo’ também apresentou correlação positiva entre a produção e esta variável (Quadro 10).

Quadro 10 – Coeficientes de correlação entre a produção de frutos na campanha de 2021/22 e parâmetros da floração e da qualidade da flor do ano seguinte (2022), em nove variedades de oliveira instaladas em Elvas.

Variedade	Carga floral	N.º inflorescências por 10 cm de ramo	N.º total de flores por inflorescência	N.º de flores perfeitas por inflorescência
‘Tentilheira’	.	-0,080	0,210	0,354
‘Azeiteira’	-0,778**	-0,106	-0,590**	-0,494*
‘Conserva de Elvas’	-0,500*	-0,178	-0,302	-0,179
‘Blanqueta de Elvas’	-0,775**	-0,043	0,676**	0,538**
‘Galega Vulgar’	0,943**	0,006	0,464*	0,518**
‘Maçanilha de Tavira’	0,000	0,251	0,106	0,383
‘Picual’	-0,236	0,157	-0,801**	-0,578**
‘Bico de Corvo’	1,000**	0,654*	0,145	0,628*
‘Judiaga’	.	0,229	0,216	-0,097

Nota: *, a correlação é significativa ao nível 0,05 (2-tailed); **, a correlação é significativa ao nível 0,01 (2-tailed); ., erro.

5. Discussão

O desenvolvimento reprodutivo da oliveira, em particular no segundo ano do ciclo bienal (Figura 2.6) é fortemente determinado pelas condições climáticas prevalecentes que condicionam a expressão do determinismo genético das variedades dentro da espécie. As previsões climáticas indicam, para o clima das regiões mediterrânicas, episódios de chuva mais irregulares e por vezes mais intensos (García-Mozo *et al.*, 2015), o que se observou em 2022. Os meses de janeiro e de fevereiro foram anormalmente muito secos, enquanto o mês de março foi atipicamente chuvoso, principalmente durante o seu último terço (ou decêndio) (Figura 4.1).

Para um conjunto de dezassete variedades de oliveira instaladas no Banco de Germoplasma de Elvas verificou-se que, no ano de 2012, o estado 51 tornou-se dominante na copa das árvores no dia 22 de fevereiro para as primeiras seis variedades, e para as últimas no dia 29 do mesmo mês (Inês *et al.*, 2012). Em 2022, as onze variedades estudadas, que também estão instaladas no Banco de Germoplasma de Elvas, na Parcela de Avaliação I da CPRCO, manifestaram o estado 51 dominante entre os dias 17 e 18 de março (Figura 4.2). Entre as seis variedades comuns, em ambos os trabalhos, ‘Arbequina’, ‘Conserva de Elvas’ e ‘Picual’ apresentaram um atraso de 17 dias para a manifestação do estado 51; ‘Maçanilha de Tavira’ e ‘Blanqueta de Elvas’ apresentaram um atraso de 19 dias; e ‘Galega Vulgar’ um atraso de 22 dias.

A comparação das temperaturas mínimas (Figura 4.1) com o ano de referência (Figura 3.2) revelou a diminuição da temperatura mínima ao início do ano, uma tendência já reportada por outros autores em outras regiões da Península Ibérica (García-Mozo *et al.*, 2015). Em 2022, a ecolatência pode ter inibido o início do desenvolvimento das inflorescências até mais tarde (Rallo & Cuevas, 2017) uma vez que, as condições climáticas, ao nível da temperatura mínima, foram desfavoráveis ao abrolhamento dos gomos durante mais tempo. Por seu lado, desde o início do ano que as temperaturas máximas atingiram valores, no geral, mais elevados do que seria expectável de acordo com o histórico da região de Elvas (Figura 3.2). Por exemplo, a média das temperaturas máximas diárias do mês de fevereiro (Figura 4.1) foi cerca de 5 °C superior à média do ano de referência (Figura 3.2), ou seja, 20 °C e 15 °C, respetivamente. Se este comportamento se arrastou desde o outono – inverno, então pode ter sido o tempo necessário para o preenchimento das necessidades de frio das variedades que foi mais longo, e como tal, a quebra da dormência dos gomos também foi atrasada (de Melo-

Abreu *et al.*, 2004; Rallo & Cuevas, 2017; Lavee *et al.*, 1996). Se as temperaturas mínimas do outono-inverno também tiverem sido baixas ($< 7,3\text{ }^{\circ}\text{C}$), então o atraso do abrolhamento pode estar relacionado com esse facto, que prolonga o tempo necessário para a acumulação de frio dos gomos reprodutivos (de Melo-Abreu *et al.*, 2004).

Em relação ao estado 55, as variedades estudadas por Inês *et al.*, (2012), no ano de 2012, começaram a manifestar este estado fenológico a partir do dia 25 de abril e até ao dia 8 de maio. Em 2022, o período de manifestação deste estado fenológico foi semelhante, entre os dias 28 de abril e 3 de maio (Figura 4.2). Com exceção de ‘Arbequina’, a data de manifestação do estado 55, para as seis variedades comuns, foi mais cedo em 2022, comparativamente a 2012 (1 dia para ‘Galega Vulgar’; 3 dias para ‘Maçanilha de Tavira’; 7 dias para ‘Blanqueta de Elvas’; e 11 dias para ‘Conserva de Elvas’ e ‘Picual’).

O período de desenvolvimento das inflorescências destas seis variedades comuns entre os estados 51 a 55 foi mais curto em 2022, comparativamente a 2012 (Inês *et al.*, 2012). Este encurtamento foi mais intenso no início do desenvolvimento floral, mas também se verificou no estado fenológico mais avançado. De qualquer forma, para as restantes cinco variedades, a probabilidade de ter ocorrido uma situação similar é bastante elevada, uma vez que as plantas estavam sob as mesmas condições edafoclimáticas. Em média, nestas seis variedades, verificou-se um encurtamento de aproximadamente 33 % do período de desenvolvimento das inflorescências 51 – 55, em que a menos afetada foi ‘Arbequina’ (19 %) e as mais afetadas foram ‘Conserva de Elvas’ e ‘Picual’ (ambas 39 %). Após o abrolhamento dos gomos florais, o aumento da temperatura tende a acelerar o processo de crescimento das inflorescências e flores até à floração (Alcalá & Barranco, 1992). As médias da temperatura máxima dos três decêndios de abril variaram entre $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, mas a média do primeiro decêndio de maio já foi superior a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 4.1). O comportamento das variedades corroborou a hipótese de que este intenso aumento da temperatura máxima, registado entre o final do mês de abril e o início de maio, teve um efeito de aceleração, transversal aos materiais, para a sucessão de estados fenológicos.

Em 2022, observou-se o surgimento de manchas violáceas após a abertura dos botões florais (Figura 4.4), mas a intensidade de manifestação deste fenómeno não foi ao nível de todas as variedades e de certa forma apresentou uma intensidade ligeira. O facto de a evolução dos estados fenológicos, durante o desenvolvimento das inflorescências, ter sido mais rápida do que seria expectável, em comparação a anos anteriores, isso poderá

ter desempenhado um papel de escape. Os tecidos superficiais dos botões florais ficaram ligeiramente danificados, mas a intensidade de crescimento conseguiu reverter a situação porque não se encontraram estruturas florais danificadas nas inflorescências.

O início da floração (IF) e o dia médio de plena floração (PF) foram comuns à maioria dos materiais, 9 e 12 de maio, respetivamente (Figura 4.3). Após o IF, o aumento da temperatura diminui a duração do período de floração da oliveira (Barranco *et al.*, 1994). Durante o mês de maio, a média das temperaturas máximas dos decêndios esteve sensivelmente entre os 30 °C e os 35 °C (Figura 4.1), o que explica os períodos de floração relativamente curtos e pouco diferenciados entre as variedades observados em 2022 (Figura 4.3). Os picos de temperatura máxima não permitem aos materiais expressar as diferenças genéticas que contêm porque as condições climáticas “obrigaram-nos” a acelerar os processos (Alcalá & Barranco, 1992; Barranco *et al.*, 1994).

A ‘Tentilheira’ foi a única variedade, deste conjunto de onze, na qual se observou uma “cauda” desde o final da PF até ao final da floração (Figura 4.3), aliás representou a maioria do seu período de floração (71 %). Uma hipótese para explicar esta situação é, por exemplo, esta variedade ter apresentado uma floração mais escalonada do que as demais. Com isto, um número considerável de botões ainda por abrir pode ter coincidido com a ligeira diminuição da temperatura máxima a partir de meados de maio (Figura 4.1). Reforça esta hipótese o facto de as variedades com final de floração mais tardio terem também apresentado o maior número de botões por abrir (Quadro 9).

No geral, a floração das oliveiras estudadas apresentou uma intensidade muito baixa, aliás como a maioria dos olivais da região neste ano de 2022. Existe uma compensação parcial do hábito de alternância de produções, característico da espécie, através de uma melhor qualidade da flor quando ocorrem níveis de floração baixos e vice-versa. Na variedade ‘Manzanillo’, Cuevas *et al.* (1994) observaram que árvores com reduzida floração apresentaram maior proporção de inflorescências pistiladas, ou seja, com flores perfeitas. No estudo desta Tese, destacaram-se ‘Galego de Évora’ e ‘Judiaga’ pela muito fraca (1 – 1 % a 20 % da copa com inflorescências) e/ou ausência de floração (Quadro 2). No caso de ‘Judiaga’, em que todas as oliveiras apresentaram carga floral 1, a proporção de flores perfeitas numa das árvores foi 52 %, mas nas restantes três foi relativamente mais baixa (30 %, 35 % e 37 %) (Quadro 9).

‘Tentilheira’ destacou-se com carga floral máxima (5 – mais de 80 % da copa com inflorescências) nas três oliveiras (Quadro 2). A exuberância da floração de ‘Tentilheira’ não se refletiu na qualidade da flor uma vez que a proporção de flores imperfeitas variou entre 40 % e 51 % (Quadro 9). A ‘Conserva de Elvas’, geralmente, apresenta níveis de floração interessantes, mas é conhecida na região de Elvas e Campo Maior por ter uma boa produção de sete em sete anos. No país vizinho, em particular na Comunidade Autónoma da Extremadura (Espanha), esta variedade é designada de ‘Morisca’ e também é conhecida por oliveira ‘Macho’, muito provavelmente pela abundância de flores masculinas na copa (Barranco *et al.*, 2005).

Os problemas de vingamento de ‘Conserva de Elvas’ já são conhecidos de longa data, mas onde reside a principal causa ou como interagem os fatores responsáveis continua sem estar totalmente compreendido. A baixa qualidade da flor desta variedade foi evidente, com a proporção de flores perfeitas a variar entre 4 % e 18 % (Quadro 9). Esta variedade foi uma das que, pelo menos em relação aos resultados do abrolhamento do ano de 2012 (Inês *et al.*, 2012), registou o maior encurtamento da fase de desenvolvimento das inflorescências. O desenvolvimento da parte feminina da flor pode ser o mais afetado e a viabilidade do ovário ficar comprometida. Desde que o estado 55 se tornou dominante na copa das oliveiras até ao início da floração (X-X-60/61) decorreram entre 7 e 11 dias (Quadro 4). Se este intervalo de tempo é curto ou é suficiente? Ou como poderá condicionar a capacidade produtiva dos materiais? É algo que tem de continuar a ser acompanhado através da monitorização anual dos estados fenológicos e dados climáticos. Cada variedade tem as suas especificidades e responde de forma diferente aos estímulos do meio. Por exemplo, ‘Arbequina’ e ‘Judiaga’ tiveram o intervalo de 7 dias enquanto, por exemplo, ‘Tentilheira’ e ‘Azeiteira’ tiveram o intervalo de 11 dias. Ambas as duplas são constituídas por materiais mais e menos produtivos.

Determinou-se o número de inflorescências por 10 cm de ramo, o número total de flores por inflorescência e o número de flores perfeitas por inflorescência para cada uma das onze variedades estudadas. Nos gráficos *Box plot* pode-se observar como estes parâmetros variaram entre variedades e também dentro da mesma variedade (Figura 4.6), um reflexo das interações entre ciclos reprodutivos bienais e como a planta responde aos anos de safra (“ON”) e anos de contrassafra (“OFF”) (Cuevas *et al.*, 1994;

Lavee *et al.*, 1996). Encontraram-se diferenças significativas entre variedades e o teste de Duncan formou quatro grupos homogêneos para cada característica (Quadro 8).

Na CPRCO, 'Judiaga' destaca-se pelo grande calibre do fruto, contudo os níveis de produção e a eficiência produtiva deste material, até à data, assim como de 'Conserva de Elvas', têm sido reduzidos, nomeadamente em relação a outras variedades de mesa (Campos *et al.*, 2022). Pelo contrário, 'Maçanilha de Tavira', 'Galego de Évora' e 'Azeiteira' têm sido variedades de mesa bastante produtivas (Inês, dados não publicados). Aliás, com o maior número de flores perfeitas por inflorescência observaram-se 'Azeiteira', seguida de 'Maçanilha de Tavira' e 'Galega Vulgar' (Quadro 8). No caso de 'Judiaga', durante os estudos desta Tese, observou-se que foi a variedade com menos inflorescências por 10 cm de ramo, ficou colocada no grupo de materiais com menor número de flores por inflorescência e no limite inferior do segundo grupo com menos flores perfeitas por inflorescência (Quadro 7). Em situação similar surgiu 'Conserva de Elvas', embora apareça isolada no grupo de variedades com menos flores perfeitas por inflorescência.

Em oliveais comerciais da província de Badajoz da variedade 'Morisca' (ou 'Conserva de Elvas'), observou-se uma média de 14 flores por inflorescência das quais 2 a 3 eram perfeitas (Martins *et al.*, 2006). No ano de 2022, em Elvas, os resultados foram ligeiramente inferiores com cerca de 13 flores por inflorescência das quais 1 flor perfeita (Quadro 7). Martins *et al.*, (2006) verificaram que, em ântese, os primórdios seminais apresentavam um desenvolvimento normal e o saco embrionário maduro e diferenciado, mas também reportaram problemas graves com a viabilidade do pólen. Esta análise não foi realizada para esta Tese, mas parte dos dados encontrados corroboram as conclusões de Martins *et al.*, (2006) a respeito dos problemas de vingamento de 'Conserva de Elvas' relacionados com o número total de flores por inflorescência e o aborto pistilar. A viabilidade do pólen não aparenta ser uma das principais causas do baixo vingamento de 'Conserva de Elvas' porque é uma variedade onde ocorrem mecanismos de auto-incompatibilidade. O maior problema com este material foi o facto de se observar um número reduzido de grãos de pólen e de tubos polínicos em crescimento tanto em autopolinização como em polinização livre, o que não se verificou em 'Cobrançosa' e 'Picual' (Cordeiro *et al.*, 2004).

As oliveiras com floração mais abundante, geralmente, apresentam maior proporção de aborto ovárico e menor vingamento do fruto do que oliveiras com menor carga floral

(Cuevas *et al.*, 1994). Porém, mesmo assim, a carga de frutos que atinge a maturação continua elevada e verifica-se a inibição da indução floral durante a formação dos novos ramos frutíferos como consequência dos frutos em desenvolvimento (Fernández-Escobar, 2017) – um dos principais fatores para a alternância de produções. Neste estudo observou-se que nas árvores com maior produção de frutos em 2021 (Figura 4.7), a carga floral mais observada em 2022 foi de nível 1 até ao máximo de 3 (Quadro 6), com exceção da ‘Tentilheira’.

Averiguou-se a existência de correlação entre a produção de frutos da campanha de 2021/22 e aspetos da floração de retorno em 2022. A produção de frutos e a carga floral do ano seguinte tiveram uma correlação negativa forte nas variedades ‘Azeiteira’ e ‘Blanqueta de Elvas’ e média em ‘Conserva de Elvas’, (Quadro 10), o que está de acordo com os pressupostos da alternância de produções (Vargas-Chamorro, 1993; Rallo & Cuevas, 2017). Em ‘Bico de Corvo’ e ‘Galega Vulgar’, a correlação encontrada foi positiva. Nos blocos experimentais escolhidos para implementar o estudo desta Tese, duas árvores de ‘Bico de Corvo’ estavam mortas o que reduziu o número de plantas a metade do que seria expectável (e usado na maioria das variedades) e por isso qualquer conclusão ou assunção imediata pode ser precipitada. Em relação a ‘Galega Vulgar’, a correlação também foi positiva, mas embora a carga floral, em 2022, tivesse variado entre os níveis 1 e 3 (41 % a 60 % da copa com inflorescências), a produção das árvores em 2021 foi muito próxima o que, apenas para um ano de dados de produções e floração de retorno, pode enviesar a correlação obtida. Por exemplo, em ‘Azeiteira’, ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Conserva de Elvas’ existiam árvores em “ON” e em “OFF” com diferenças de produções entre árvores, por vezes, superiores a duas vezes mais (Figura 4.7).

Encontrou-se uma correlação negativa entre produção e floração de retorno em ‘Azeiteira’ e ‘Blanqueta de Elvas’, mas a produção de frutos e os números de flores por inflorescência e de flores perfeitas por inflorescências já não se correlacionaram de igual forma. Em ‘Azeiteira’, a correlação continuou a ser negativa, mas em ‘Blanqueta de Elvas’ foi positiva (Quadro 10). Isto sugere que, em ‘Azeiteira’, após por exemplo um ano “ON”, a carga floral seguinte diminui, assim como também diminuem o número de flores por inflorescências e de flores perfeitas por inflorescência. O mesmo tipo de correlação entre produção e números de flores se verificou em ‘Picual’, com um nível de correlação muito forte. O mesmo exercício para ‘Blanqueta de Elvas’ sugere que, após um ano “ON”, a carga floral seguinte diminui, mas o número de flores por inflorescência e o de

flores perfeitas por inflorescência aumentam. Aparentemente, os mecanismos de compensação, em relação ao número de flores nesta variedade (e também em 'Galega Vulgar'), atuam de forma mais intensa do que em 'Azeiteira' e 'Picual'.

6. Conclusões

O trabalho apresentado foi desenvolvido com variedades de oliveira instaladas na CPRCO e incidiu sobre aspetos da fenologia do segundo ano do ciclo reprodutivo, da floração, da qualidade da flor e da produção. Os registos da fenologia do desenvolvimento das inflorescências e da floração, em paralelo com o comportamento das principais variáveis climáticas, e a consulta dos registos da produção de frutos da campanha anterior, permitiram elaborar as seguintes conclusões ajustadas às condições edafoclimáticas de Elvas, no ano de 2022, e sobre a interação entre a produção de 2021 e a floração de 2022:

- A instabilidade climática foi bastante evidente, uma vez que, comparativamente a um ano médio de registos de 30 anos da mesma região, os meses de janeiro e fevereiro foram bastante mais secos; o mês de março, principalmente durante a 2.^a quinzena, foi anormalmente chuvoso; a temperatura mínima, no início do ano, apresentou-se ligeiramente mais baixa; a temperatura máxima foi ligeiramente mais elevada e ultrapassou os 30 °C desde o início de maio.
- A manifestação do estado 5 I, nas onze variedades de oliveira estudadas, ocorreu na 2.^a quinzena de março, quando, geralmente e nesta região, este acontecimento da fenologia da oliveira ocorre ainda durante o mês de fevereiro. As temperaturas mínimas dos meses de janeiro e fevereiro poderão ter contribuído de forma transversal para o prolongamento da ecolatência dos gomos axilares (florais).
- A floração ocorreu a meados de maio, sendo os períodos de plena floração curtos e pouco diferenciados entre as variedades. Os estados fenológicos pós 55 foram mais fortemente condicionados pelo aumento da temperatura máxima (acima dos 30 °C no início de maio).
- A carga floral, no ano de 2022, foi no geral reduzida, com exceção da ‘Tentilheira’ que apresentou o nível máximo da escala qualitativa em todas as árvores.
- As variedades com pior qualidade da flor foram ‘Tentilheira’, ‘Judiaga’ e principalmente ‘Conserva de Elvas’. Inversamente, destacaram-se com boa

qualidade da flor ‘Azeiteira’, ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Maçanilha de Tavira’, ‘Galega Vulgar’ e ‘Arbequina’.

- Em oliveiras com baixa carga floral não se verificou o efeito de compensação através da maior qualidade da flor, o que poderá, além das questões varietais, estar relacionado com as condições climáticas prevalecentes durante a formação das estruturas reprodutivas da flor.
- A carga floral, em ‘Azeiteira’ e ‘Blanqueta de Elvas’, apresentou uma correlação negativa com a produção de frutos do ano anterior, mas em relação ao número total de flores por inflorescência e ao número de flores perfeitas por inflorescência os resultados foram divergentes. Este facto levanta a hipótese de existirem diferentes mecanismos compensadores para a alternância de produções ao nível varietal.
- A ‘Conserva de Elvas’ foi a variedade com maior proporção de flores imperfeitas, acima de 75 %, independentemente dos níveis de produção das árvores no ano anterior. A carga floral apresentou uma correlação negativa com a produção anterior, mas a qualidade da flor foi muito baixa mesmo em árvores com diferenças de produções do simples para o dobro, o que clarifica mais um pouco o motivo da baixa produtividade desta variedade.

7. Bibliografia

AA.VV. (1997). Metodologia per la descrizione delle varietà di olivo. Progetto RESGEN 96/9, COI-CE. Disponível em:

http://agricoltura.regione.campania.it/pubblicazioni/pdf/germoplasma_olivo.pdf.

[Consultado em 30 julho de 2022].

Alcalá, A., & Barranco, D. (1992). Prediction of flowering time in olive for the Córdoba Olive Collection. *HortScience*, 27 (11): 1205-1207. Disponível em:

<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/27/11/article-p1205.xml>.

[Consultado em 25 março de 2022].

Barradas, G., (1998). Técnicas de Produção Agrícola. Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas.

Barranco, D., & Krueger, W., H. (1990). Timing of NAA application in olive thinning.

Acta Horticulturae, 286: 167-169. Disponível em:

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19910308305>. [Consultado em 25 março de 2022].

Barranco, D., & Ruiz, N. (2005). Frost Tolerance of Eight Olive Cultivars. Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba, ETSIAM, P.O. Box 3048, 14080 Córdoba, *hortscience* vol. 40.

Barranco, D. (2017). Variedades y Patrones. In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L., *El cultivo del olivo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 7th Ed., pp. 76-94

Barranco, D., Milona, G., & Rallo, L. (1994). Épocas de floración de cultivares de olivo Córdoba. *Investigación Agraria: Prod. y Protec. Veg.*, 9 (2): 213-220. Disponível em: https://www.fsantos.utad.pt/bibliografia/antonio_cordeiro_2.pdf. [Consultado em 10 maio de 2022].

Barranco, D., Rallo, L., (1984). Las variedades de olivo cultivadas em Andalucía. Junta de Andalucía, Madrid. Ministério de Agricultura.

Belaj A., Trujillo I., de la Rosa R., Rallo L., & Giménez M. J. (2001). Polymorphism and Discrimination Capacity of Randomly Amplified Polymorphic Markers in an Olive Germplasm Bank. *J Am Soc Hortic Sci* 126:64–71. Disponível em:

<https://journals.ashs.org/jashs/view/journals/jashs/126/1/article-p64.xml>. [Consultado em 17 julho de 2022].

Campo M. & Rapoport H. (2008). Descripción de la iniciación floral, floración, cuajado, caída de frutos y endurecimiento del hueso. Agricultura, Revista agropecuaria y ganadera, 907:400-406. Disponível em:

https://www.mapa.gob.es/app/biblioteca/articulos/art_datos.asp?articuloid=2032&codre vista=Agri. [consultado em 16 de agosto de 2022].

Campos, J., Pragana, J., Inês, C., & Cordeiro, A. (2022). Potencialidades para a conserva de algumas variedades de oliveira autóctones. Vida Rural. INRB /L – INIA / URGEMP.

Casa do Azeite (2020). Dados do sector e da produção. Consultado em fevereiro de 2019. Disponível em: <http://www.casadoazeite.pt/Profissionais/Dados-sector/Produção> [consultado em 22 de janeiro de 2022].

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

Cordeiro, A. M., & Inês, C. (2016). Recursos genéticos da oliveira e a sua preservação no contexto das alterações climáticas. In: Olivicultura, edição de abril/maio/junho 2016 pp. 6-9.

Cordeiro, A. M., & Inês, C. (2017). O ciclo anual da oliveira, a fenologia e as práticas culturais no olival. Vida Rural. Edição de janeiro/fevereiro/março 2017, pp. 10-12.

Cordeiro, A. M., & Inês, C. (2018). Fenologia da oliveira e práticas culturais de “mão dadas”. Olivicultura (abril/maio/junho).

Cordeiro, A. M. (2014). Distribuição regional do olival nacional de acordo com as cultivares. In: P. Jordão, Boas Práticas no Olival e no Lagar, 1ª ed., pp. 27-28. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.).

Cordeiro, A. M., Inês, C. & Morais, N. (2014). Principais cultivares de oliveira existentes em Portugal. Em P. Jordão, Boas Práticas no Olival e no Lagar (1ª ed., pp. 44-51). Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.).

Cuevas, J. (1992). Incompatibilidad pólen – pistil. Procesos gamético y frutificación de cultivares de olivo (*Olea europaea* L.). Dissertação para obtenção Grau de Doutor apresentada á Universidade de Córdoba, Faculdade de Ciências.

Cuevas, J., & Rallo, L. (1990). Response to cross – pollination in olive tree with different levels of flowering. *Acta Horticulturae* 286: 179 – 182. Disponível em: https://www.ishs.org/ishs-article/286_35. [Consultado em 5 de abril de 2022].

Cuevas, J., Pinney, K., & Palito, V., S. (1999). Flower differentiation, pistil development and pistil abortion in clive (*Olea europaea* L. 'Manzanillo'. *Acta Horticulturae* 474: 293-296. Disponível em: https://www.ishs.org/ishs-article/474_59. [Consultado em 5 de abril de 2022].

Cuevas, J., Rallo, L., & Rapoport, H., F. (1994). Crop load effects on floral quality in olive. *Scientia Horticulturae*, volume 59; pag.123-130. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304423894900795>. [Consultado em 16 de abril de 2022].

DeAndreis, P. (2022). Drought, heat cut Almería olive harvest by half. *Olive Oil Times*. Disponível em: <https://www.oliveoiltimes.com/production/drought-heat-cut-almeria-olive-harvest-by-half/114058>. [Consultado em 5 de maio de 2022].

De Andrés, J., Rapoport, H.F., & Rallo, L. (1974). Estados fenológicos del olivo. *Comunicaciones del Servicio de Defesa contra Plagas. Estudios y experiencias*, 33/74. Madrid, España. Ministerio de Agricultura.

De Melo-Abreu, J.P., Barranco, D., Cordeiro A., M., Tous, J., Rogado, B., M., & Villalobos, F. (2004). Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. *Agricultural and Florest Meteorology* 125 (1-2): 117-127. Disponível em: https://www.agroorbi.pt/livroagrometeorologia/DocsProg/Temas&Exerc%C3%ADciosExtraPorCap%C3%ADtulo/Cap12_DesenvolvimentoFenol%C3%B3gico/Docs/AgricForMet_125__117_127_2004_ChillingOlive.pdf. [Consultado em 10 de setembro de 2022].

Delmas, J. M., Dossier, M. & Villemur, P. (1989). Pollinisation de L'Olivier. *L'Arboriculture Frutiére* 5(417) :43-51. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/44/2/article-p499.xml>. [Consultado em 17 de maio de 2022].

Deprado plantaciones. (2022). Plantação em Olival. Disponível em: <https://depradoplantaciones.com/pt-pt/>. [consultado em 18 de abril de 2022].

Nota Explicativa da Carta dos Solos de Portugal e da Carta de Capacidade de Uso. DGADR. (2022). Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Disponível In: <https://www.dgadr.gov.pt/nota-explicativa>. [Consultado em 18 de abril de 2022].

ENAAAC. (2013). Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas. Disponível em: https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Adapta%C3%A7%C3%A3o/Relat_Progresso%20ENAAAC%20SET%202013.pdf. [Consultado em 15 de março de 2022].

Fernández-Escobar R., Benlloch M., Navarro C., & Martin G.C (1992) O tempo de indução floral na oliveira. J Am Soc Hortic Sci 117:304–307.

Fernández-Escobar, R. (2017). Fertilization. In: Barranco, D., Fernández-Escobar., R., Rallo, L. (Eds.). El Cultivo del Olivo., 7th ed. Mundi-Prensa., Madrid, Spain. pp. 419–460.

Fleckinger, J. (1948). Les stades végétatifs des arbres fruitiers, en rapport avec le traitements. Pomologie Française, Supplément 81-93.

García-Mozo, H., Oteros, J., Galán, C. (2015). Phenological changes in olive (*Olea europaea* L.) reproductive cycle in southern Spain due to climate change. Annals of Agricultural and Environmental Medicine 2015, Vol 22, No 3, 421–428. Disponível em: <https://www.aaem.pl/Phenological-changes-in-olive-Ola-europaea-L-reproductive-cycle-in-southern-Spain,72302,0,2.html>. [consultado em 13 de outubro de 2022].

Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral: Estatísticas Agrícolas. GPP. (2019). Disponível em: https://www.gpp.pt/images/PEPAC/Anexo_NDICE_ANLISE_SETORIAL___AZEITE.pdf [Consultado em 22 de janeiro de 2022].

Guerrero, A. (2000). Nueva Olivicultura. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.

Hartmann, H. R. & 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.

Instituto Nacional de Estatística INE. (2019) Estatísticas Agrícolas de 2019. Disponível em:

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=437178558&PUBLICACOESmodo=2. [Consultado em 3 de abril de 2022].

Instituto Nacional de Estatística. INE. (2022) Estatísticas Agrícolas de 2021. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE. [Consultado em 3 de abril de 2022].

Inês, C., & Cordeiro A.M. (2017). Como podem os recursos genéticos responder às necessidades de uma olivicultura moderna? (INIAV, I.P.). Vida Rural N.º 1831 pp. 36-38.

Inês, C., Cordeiro., A.M., & Morais, N. (2012). Evolução dos primeiros estados fenológicos do desenvolvimento vegetativo e floral em cultivares de oliveira na região de Elvas. VI Simpósio Nacional de Olivicultura, Mirandela. Actas de Horticultura, 21:19–24.

Jusup, N. (2022). Rainfall will dictate the upcoming harvest in Croatia. Olive Oil Times. Disponível em: <https://www.oliveoiltimes.com/production/rainfall-will-dictate-the-upcoming-harvest-in-croatia/> 11888. [Consultado em 14 de dezembro de 2022].

Landis, J.R., & Koch G.G., (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, v.33, n.1, p. 159-174. ISBN: 978-972-8936-12-9

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

Lavee, S., Rallo, L., Rapoport, H. F., & Troncoso, A. (1996). The floral biology of the olive: effect of flower number, type and distribution on fruitset. Scientia horticultrae, 66(3-4), 149-158. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423896009417>. [consultado em 25 de outubro de 2022].

MAM. (2015). Plano Nacional para os Recursos Genéticos Vegetais. INIAV, I.P. - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Ministério da Agricultura e do Mar. 30pp.

Martin, G.C., Ferguson, L., & Sibbett, G. (2005). Flowering, pollination, fruiting, alternate bearing and abscission. p. 49-54. In: G.S. Sibbett & L. Ferguson (eds), Olive Production Manual, Univ. California, Publ. 3353, Oakland, California.

Martins, I. (2019) Produtividade da azeitona quadruplicou. Disponível em:

<https://www.vidarural.pt/agroindustria/produtividade-da-azeitona-quadruplicou/>.

[consultado em 2 de outubro de 2022].

Martins, P., Rapoport, H.F., & Cordeiro, A. (2006). Flower quality in *Olea europaea* L. cv. 'Morisca' or 'Conserva de Elvas'. Adv. Hort. Sci 20 (4): 262 – 266. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/42883427>. [Consultado em 24 de novembro de 2022].

Melo-Abreu, J. P., Barranco, D., Cordeiro, M., Tous, J., Rogado B. M., & Villalobos, F. J. (2004). Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. Agric. For. Meteorol, 125, pp. 117-127.

Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

(IPMA, 2022). Classificação climática de Köppen-Geiger para Portugal continental.

Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>. [Consultado em 27 de abril de 2022].

Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

(IPMA, 2022). Gráfico ombrotérmico de Gaussen da região de Elvas para o período

1991 -2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/europa/portugal/elvas/elvas-7061/#temperature-graph>. [Consultado em 27 de abril de 2022].

Nilsson, S. (1998). A Survey of the pollen morphology of *olea* with particular reference to *olea europaea* sens. lat. Kew Bull 43 (2): 303-315. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4113738?origin=crossref>. [Consultado em 16 de setembro de 2022].

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.

Patrício, M., Loureiro, M., Caramelo, F. (2017). Bioestatística com SPSS – Abordagem Prática. 1ª Edição. Lisboa: Plátano Editora. ISBN 978-989-760-148-4

Rallo, L. & Cuevas, J. (2017) Frutificación y Producción. Em Barranco, D., Fernández Escobar, R., & Rallo, L., El cultivo del olivo. 7ª Ed, pp. 147-212. Madrid: Ediciones Mundi-Prens.

Ramos, A. (2014). Ciclo Vegetativo e Reprodutivo da Oliveira, *in*: P. Jordão, Boas Práticas no Olival e no Lagar, 1ª edª, pp. 38-42. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.

Rapoport, H.F. & Moreno-Alias, I. (2017). Botánica y Morfología, *in*: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., & Rallo, L., El cultivo del olivo. (7ª Edición, pp. 38-63). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Reis, P (2014). O olival em Portugal Dinâmicas, tecnologias e relação com o desenvolvimento rural.

Rodrigues, M.A. & Correia, C. (2009). Manual da Safra e Contrassafra do Olival: a alternância e os hábitos de frutificação da oliveira. Instituto Politécnico de Bragança. ISBN 978-972-745-103-6, pp. 18-19.

Rallo, L., Terreno, P., Vargas, A. & Alvarado, J. (1994). Dormancy and alternate bearing in olive. *Acta Horticulturae*, 356: 127-136. Disponível In: <https://www.ijcmas.com/7-9-2018/Darpreet%20Kour,%20et%20al.pdf>. [Consultado em 3 de setembro de 2022].

Sanz-Cortés, F., Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Bleiholder, H., Hack, H., Llácer, G. & Meier U. (2002). Phenological growth stages of olive trees (*Olea europaea*). *Annals of Applied Biology* 140: 151 - 157. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.2002.tb00167.x>. [Consultado em 3 de novembro de 2022].

Silva, A., Benhadi-Marin, J., Santos, S.A.P., Pereira, J.A., Bento, A., Gonçalves, C., Patanita, M.I. (2012). Efeitos da intensificação cultural na diversidade de Araneae no solo dos olivais da região Alentejo. VI Simpósio Nacional de Olivicultura, Mirandela. *Actas de Horticultura*, n. ° 21:281–290. ISBN: 978-972-8936-12-9

Stutte G., Martin, H.C. (1986). Effect of Killing the seed on return bloom of olive. *Scientia Horticulturae* 29: 107- 113. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304423886900361>. [Consultado em 3 de novembro de 2022].

Tapia, F.C., Astorga, M.P; Ibacache, A.G., Martínez, L.B., Sierra, C.E., Larraín, P.S., Riveros, F.B. (2003). Manual del cultivo del olivo. La Cereña: INIA. 128p. (Boletín n° 101).

Tous, J., Romero, A., (1993). Variedades del olivo. Especial referencia a Cataluña. Ed. Fundación 'La Caixa'-AEDOS. Barcelona, 172 pp.

Trigo, M.M; Jato V., Fernández D., Galán, C (Coords.). (2008) Atlas aeropalinalógicos de España. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de León, León, España.

Valverde, P., Carvalho, M., Serralheiro, R., Maia, R., Ramos, V., & Oliveira, B. (2014). Climate change impacts on rainfed agriculture in the Guadiana river basin (Portugal). *Agricultural Water Management*, 35-45.

Vargas-Chamorro, A., (1993). Relación entre producción y fructificación en olivo en árboles en contra alternancia. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.

Vilar, J., Santos, P., Caño, S., Caldeira, B., Dias, P.P., & Rosário, L. (2019). Alentejo: A liderar a olivicultura Moderna e Internacional. Relatório final. Disponível em: <https://www.oliveoiltimes.com/media/2019/12/portugal-olive-growing-report.pdf>. [Consultado em 2 de novembro de 2022].