

Necessidades de frio de sete cultivares portuguesas de oliveira (*Olea europaea* L.)

Dissertação

Curso de Mestrado em Agricultura Sustentável

RUI PEDRO FAROLEIRA DORES

Orientadores:

Orientador interno: Professor Doutor Francisco Mondragão Rodrigues

Orientador externo: Doutor António Manuel Cordeiro

Elvas, 2020

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

RUI PEDRO FAROLEIRA DORES

Necessidades de frio de sete cultivares portuguesas de oliveira (*Olea europaea* L.)

Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em agricultura sustentável conferido pelo Instituto Politécnico de Portalegre.

Orientador: António Manuel Cordeiro

Arguente principal: António Maria dos Santos Ramos

Arguente: Noémia do Céu Farinha

Presidente do Júri: Rute Duarte Guedes dos Santos

Classificação: 16 valores

Escola Superior Agrária de Elvas

Ano 2020

Agradecimentos

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

Ao meu colega de trabalho Dr. Paulo Pires, que me incentivou a inscrever-me no Curso de Mestrado;

Ao Professor Doutor Francisco Mondragão Rodrigues, pela sua disponibilidade demonstrada para ser meu orientador nesta etapa da minha vida, pela dedicação, amizade, profissionalismo que me transmitiu ao longo deste trabalho;

Ao Dr. António Manuel Cordeiro, orientador externo, pelo acolhimento no Departamento de Olivicultura da Unidade de Recursos Genéticos, Ecofisiologia e Melhoramento de Plantas (INIAV) de Elvas, pela disponibilidade, dedicação e ajuda, amizade, bem como pelos excelentes conhecimentos transmitidos e dados que me facultou para a concretização da Dissertação;

À Engenheira Maria Júlia Antunes Gonçalves pela revisão do texto e pelos comentários muito pertinentes;

À Engenheira Maria Pilar Hortas Sequeira pela colaboração no tratamento dos dados e resultados;

À minha colega de curso Maria da Conceição Pimpona Dias Ferreira pela excelente colaboração, revisão, comentários e correção do texto ABSTRACT;

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

À minha família, pelo amor, apoio, força, e incentivo a terminar este ciclo da minha vida, em especial ao meus pais que sempre se dedicaram com maior apreço;

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

Este trabalho foi realizado no âmbito da Operação ALT20-03-0145-FEDER-000014 – “Valorização das Variedades de Oliveira Portuguesas (OLEAVALOR)”, financiada pelo FEDER e por Fundos Nacionais, através do Programa Operacional Regional ALENTEJO 2020.

Resumo

Os processos que conduzem à frutificação da oliveira requerem duas estações consecutivas, na primeira são formados os ramos e ocorre a indução floral; na segunda, a anteceder o abrolhamento floral, os gomos axilares acumulam o frio necessário para a quebra da endodormência. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar as necessidades de frio em de cultivares portuguesas de oliveira. O estudo foi realizado no outono/inverno de 2018/2019 e desenvolveu-se em olivais regados e em produção estabelecidos no concelho de Campo Maior (cultivares: 'Azeiteira', 'Blanqueta de Elvas' e 'Carrasquenha de Elvas'), no concelho de Monforte (cultivares: 'Azeiteira', 'Galega Vulgar' e 'Cobrançosa'), no concelho de Elvas (cultivares: 'Azeiteira', 'Blanqueta de Elvas', 'Carrasquenha de Elvas', 'Cobrançosa', 'Cordovil de Serpa', 'Galega Vulgar' e 'Verdeal de Serpa'). O procedimento experimental consistiu em utilizar estacas de ramos do ano anterior, colhidos nos olivais durante seis semanas consecutivas, desde a 1ª semana de janeiro até à 2ª semana de fevereiro de 2019. As estacas com três pares de folhas/estaca foram colocadas em recipientes de plástico com perlite humedecida e mantidas em câmara de crescimento com uma temperatura de 20°C, fotoperíodo de 12 horas e humidade relativa superior a 65%. Depois de um período inicial de permanência, procedeu-se à caracterização da evolução dos gomos axilares, nomeadamente o surgimento dos gomos florais, de gomos vegetativos e dos gomos que permaneceram dormentes. Da caracterização da evolução do abrolhamento nos gomos axilares, a observação à 5ª semana de forçagem surgiu como a melhor data para avaliação discriminativa do abrolhamento floral entre cultivares e das horas de frio para a quebra da endodormência.

As cultivares de oliveira em estudo ficaram agrupadas em três grupos: 1º grupo com a menor exigência em quantidade de HF acumuladas, com a cultivar 'Azeiteira'; 2º grupo com exigências intermédias de HF acumuladas, com as cultivares 'Carrasquenha' e 'Cobrançosa'; 3º grupo com a 'Cordovil de Serpa' e 'Verdeal de Serpa', que foram as cultivares com maiores exigências, neste estudo com mais 35% HF que o primeiro grupo.

Palavras-chave: Olival, horas de frio, endodormência, abrolhamento.

Abstract

The processes that lead to fructification of the olive tree require two consecutive seasons, in the first are formed the branches and occurs the floral induction; in the second, in advance of the floral sprouting, the axillary buds accumulate the cold necessary for the breakage of the endodormancy. The present work aimed to characterize the needs of cold for the breakage of the period of endodormancy of Portuguese olive cultivars. The study carried out in autumn/winter 2018/2019 was developed in watered and in full production olive groves, established in the municipality of Campo Maior (cultivars: 'Azeiteira', 'Blanqueta de Elvas' and 'Carrasquenha de Elvas'), in the municipality of Monforte (cultivars: 'Azeiteira', 'Galega Vulgar' and 'Cobrançosa'), in the municipality of Elvas (cultivars: 'Olive Oil', 'Blanqueta de Elvas', 'Carrasquenha de Elvas', 'Cobrançosa', 'Cordovil de Serpa', 'Galega Vulgar' and 'Verdeal de Serpa'). The experimental procedure consisted of using branches cuttings from the previous year, harvested in olive groves along six consecutive weeks, from the 1st week of January to the 2nd week of February 2019. The shoot with three pairs of leaves/cutting were placed in plastic containers with moistened perlite and kept in a growth chamber with a temperature of 20°C, photoperiod of 12 hours and relative humidity greater than 65%. After an initial period of stay, the evolution of the axillary buds was characterized, namely the emergence of floral buds, vegetative buds and buds that remained dormant. From the characterization of the evolution of the axillary buds, the observation at the 5th week of force emerged as the best date for discriminative evaluation of the floral sprouting between cultivars and hours of cold for the breakage of the endodormancy. The olive cultivars under study were grouped into three groups: 1st group with the lowest requirement in accumulated HF quantity, with the cultivar 'Azeiteira'; 2nd group with intermediate requirements of HF accumulated, with the cultivars 'Carrasquenha' and 'Cobrançosa'; 3rd group with 'Cordovil de Serpa' and 'Verdeal de Serpa', which were the cultivars with the highest demands, in this study with 35% more HF than the first group.

Key words: Olive grove, hours of cold, endodormancy, budbreak

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AVI – Parcela de avaliação

BBCH – Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry

C – Herdade do Reguengo

C_Az – Cultivar ‘Azeiteira’ na Herdade do Reguengo

C_BI – Cultivar ‘Blanqueta de Elvas’ na Herdade do Reguengo

C_Ca – Cultivar ‘Carrasquenha de Elvas’ na Herdade do Reguengo

C_Co – Cultivar ‘Cobrançosa’ na Herdade do Reguengo

C_CS – Cultivar ‘Cordovil de Serpa’ na Herdade do Reguengo

C_GI – Cultivar ‘Galega Vulgar’ na Herdade do Reguengo

C_VS – Cultivar ‘Verdeal de Serpa’ na Herdade do Reguengo

CPRCO – Coleção Portuguesa de referência de cultivares de oliveira

DOP – Denominação de Origem Protegida

EPPO – European Plant Protection Organization

GDO – Growing Degree Days

ha – hectares

HC – Herdade de Castros

HC_Az – Cultivar ‘Azeiteira’ na Herdade de Castros

HC_BI – Cultivar ‘Blanqueta de Elvas’ na Herdade de Castros

HC_Ca – Cultivar ‘Carrasquenha de Elvas’ na Herdade de Castros

HTF – Herdade da Torre das Figueiras

HF – Horas de frio

INE – Instituto Nacional de Estatística

INIAV – Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

IPM – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

SAU – Superfície Agrícola Utilizada

TF_Az – Cultivar ‘Azeiteira’ na Herdade da Torre das Figueiras

TF_Co – Cultivar ‘Cobrançosa’ na Herdade da Torre das Figueiras

TF_GI – Cultivar ‘Galega Vulgar’ na Herdade da Torre das Figueiras

U – Unidades de frio

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. Classificação sistemática, origem e expansão.....	3
2.1.1 Taxonomia.....	3
2.1.2 Origem e expansão da cultura no mundo.....	3
2.2. Olival no mundo e em Portugal.....	3
2.3. Necessidades edafoclimáticas do olival.....	6
2.4. Ciclo de desenvolvimento da oliveira.....	8
2.4.1 Ciclo bienal.....	8
2.4.2 Floração da oliveira.....	11
2.4.3 Polinização.....	12
2.5. Fenologia da oliveira.....	13
2.5.1 Necessidades de horas-frio acumuladas para a quebra de dormência.....	14
2.5.2 Necessidades de acumulação de GDD (Growing Degree Days) para o desenvolvimento floral.....	15
2.6. Diversidade varietal.....	16
2.6.1 Principais características das cultivares em estudo.....	18
2.6.1.1 'Azeiteira'.....	18
2.6.1.2 'Blanqueta de Elvas'.....	19
2.6.1.3 'Carrasquenha de Elvas'.....	20
2.6.1.4 'Cobrançosa'.....	20
2.6.1.5 'Galega vulgar'.....	21
2.6.1.6 'Cordovil de Serpa'.....	21
2.6.1.7 'Verdeal de Serpa'.....	22

3. Material e Métodos	23
3.1. Material	23
3.1.1. Caracterização dos olivais acompanhados	23
3.1.2. Recolha de ramos.....	26
3.1.3. Preparação e cultivo de estacas.....	28
3.2. Métodos.....	29
3.2.1. Observação do desenvolvimento floral	29
3.2.2. Estimativa de horas de frio	29
3.2.3. Análise e apresentação dos resultados	30
4. Resultados	32
4.1. Caracterização Climática.....	32
4.1.1. Caracterização do ano em Campo Maior e em Elvas	32
4.1.2. Caracterização do período de outubro 2018 a fevereiro de 2019.....	34
4.1.3. Acumulação de frio. Efeito do ano e do local	35
4.2. Evolução do abrolhamento em gomos axilares.....	38
4.2.1. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 1ª data de colheita	39
4.2.2. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 2ª data de colheita	43
4.2.3. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 3ª data de colheita	45
4.2.4. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 4ª data de colheita	46
4.2.5. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 5ª data de colheita	48
4.2.6. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 6ª data de colheita	49
4.3. Exigências em frio e o abrolhamento floral.....	54
4.3.1. Cultivares de oliveira em Campo Maior.....	55
4.3.2. Cultivares de oliveira em Elvas	57
4.3.3. Cultivares de oliveira em Monforte.....	61
4.3.4. Análise comparativa do abrolhamento floral em Campo Maior, Elvas e Monforte	63
5. Discussão.....	66
6. Conclusões.....	68
7. Bibliografia	70
Anexos	76
Anexo A - Escala de classificação BBCH dos estados fenológicos da oliveira	76

Índice de Quadros

Quadro 1: Superfície de olival nos principais países produtores.....	4
Quadro 2: Determinação das horas de frio acumulado mensalmente pela fórmula de Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) entre outubro e fevereiro para Monforte e Elvas em 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019	36
Quadro 3: Teste de homogeneidade de variâncias das HF acumuladas para o local e o mês (ano 2018/2019) ($p \leq 0,05$)	37
Quadro 4: Datas de observação do abrolhamento de gomos florais e vegetativos em estacas de oliveira por data de colheita da rama nos olivais.....	38
Quadro 5: Horas de frio acumulado por cultivar e local registado no abrolhamento dos primeiros gomos florais	63
Quadro 6: Horas de frio acumulado por cultivar e local registado quando o abrolhamento foi $\geq 50\%$ de gomos florais.....	65

Índice de Figuras

Figura 1 – Representação gráfica do modelo utilizado para o cálculo das unidades de frio (U) (Fonte: De Melo-Abreu <i>et al.</i> , 2004).....	7
Figura 2 – Representação esquemática do crescimento vegetativo e do ciclo reprodutivo da oliveira em olivais com rega e em sequeiro (Fonte: Inês, 2016).....	9
Figura 3 – Localização no ramo do crescimento vegetativo (a azul) e do crescimento floral (Fonte: Inês, 2016).....	10
Figura 4 – Ciclo de desenvolvimento da oliveira segundo o esquema geral de classificação da escala BBCH com a indicação dos estados de crescimento principais para a oliveira (Fonte: adaptado de Meier <i>et al.</i> , 2009).....	14
Figura 5 – Mapa com a distribuição de variedades de oliveira em Portugal (Fonte: adaptado de INE, 2011)	16
Figura 6 – Ramo de ‘Azeiteira’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009).....	19
Figura 7 – Ramo de ‘Blanqueta de Elvas’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009).....	19
Figura 8 – Ramo de ‘Carrasquenha de Elvas’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)	20
Figura 9 – Ramo de ‘Cobrançosa’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009).....	20
Figura 10 – Ramo de ‘Galega vulgar’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)	21
Figura 11 – Ramo de ‘Cordovil de Serpa’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009).....	21
Figura 12 – Ramo de ‘Verdeal de Serpa’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009).....	22
Figura 13 – Herdade de Castros (Adaptado de Google Earth, 2020).....	23
Figura 14 – Herdade de Torre das Figueiras (Adaptado de Google Earth, 2020).....	24
Figura 15 – Herdade do Reguengo (Adaptado de Google Earth, 2020).....	25
Figura 16 – Parcela AVI da CPRCO (Fonte: Inês, 2016).....	26
Figura 17 – Oliveira do olival de Monforte, ramos de oliveira e modelo de estacas	27
Figura 18 – Câmara de crescimento.....	28
Figura 19 – Temperatura máxima, média e mínima e precipitação total em Elvas e em Campo Maior; valores mensais médios registadas entre setembro a agosto no período de 30 anos (1989 a 2019).	33
Figura 20 – Temperatura máxima, média e mínima e precipitação total em Elvas e Monforte; valores mensais médios registados desde outubro de 2018 a fevereiro de 2019. (Fonte: Própria)	34
Figura 21 – Estacas de oliveiras em vasos com perlite humedecida	39
Figura 22 – Abrolhamento em estacas colhidas na 1ª data de colheita.....	40
Figura 23 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Elvas a 5 de janeiro de 2019 (DATA 1).....	41
Figura 24 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Monforte a 5 de janeiro de 2019 (DATA 1)	42

Figura 25 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Elvas a 10 de janeiro de 2019 (DATA 2)	44
Figura 26 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Monforte a 10 de janeiro de 2019 (DATA 2)	45
Figura 27 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Elvas a 24 de janeiro de 2019 (DATA 4)	47
Figura 28 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Monforte a 24 de janeiro de 2019 (DATA 4)	48
Figura 29 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Elvas a 31 de janeiro de 2019 (DATA 5)	50
Figura 30 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Monforte a 31 de janeiro de 2019 (DATA 5)	51
Figura 31 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Elvas a 7 de fevereiro de 2019 (DATA 6)	52
Figura 32 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Monforte a 7 de fevereiro de 2019 (DATA 6)	53
Figura 33 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento I) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia <i>et al.</i> (2009) no olival em Campo Maior e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada	55
Figura 34 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento II) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia <i>et al.</i> (2009) no olival em Campo Maior e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada	56
Figura 35 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento I) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia <i>et al.</i> (2009) no olival AVI da CPRCO em Elvas e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada	59
Figura 36 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento II) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia <i>et al.</i> (2009) no olival AVI da CPRCO em Elvas e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada	60
Figura 37 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento I) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia <i>et al.</i> (2009) no olival em Monforte e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada	61
Figura 38 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento II) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia <i>et al.</i> (2009) no olival em Monforte e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada	62

I. Introdução e Objetivos

I.1. Introdução

A oliveira (*Olea europaea*, L.) é uma espécie vegetal bem adaptada às condições ambientais típicas do clima mediterrânico, ocorrendo o seu desenvolvimento vegetativo a temperaturas entre os 10°C e os 30°C (Lavee, 1996).

O aumento contínuo de consumo de azeite no Mundo devido às suas propriedades e ao benefício para a saúde humana justifica os aumentos contínuos da produção de azeitona a nível mundial. Portugal já foi o 4º produtor mundial, decresceu a partir dos anos 1950-1960. Nas últimas décadas tem vindo a recuperar gradualmente a produção e a produtividade, principalmente devido ao incremento, de novos blocos de rega da área de regadio agrícola no Alentejo pertencentes à barragem do Alqueva, à implementação de novos sistemas de condução, nomeadamente o olival em sebe, e à melhoria da tecnologia de produção.

A irregularidade climática característica desta região sugere que as cultivares autóctones estão bem adaptadas ao nosso clima e potencialmente melhor preparadas que as cultivares estrangeiras para estas condições climáticas adversas. Devido às alterações climáticas a produção de azeitona em Portugal poderá ficar fortemente condicionada dentro de algumas décadas. A época de floração é determinada pelas características genéticas do material vegetal, mas condicionada por fatores climáticos, variáveis de ano para ano (Cimato *et al.*; 1993; Barranco *et al.*, 1994; Cordeiro e Matins, 2002). O aquecimento global não é uma ilusão, tem vindo a ser observado um aumento médio da temperatura do ar. Em Portugal e desde 1970 a taxa média de aumento de temperatura é de cerca de 0,5°C por década e têm-se verificado também um aumento da humidade do ar. Outras variáveis climáticas como a precipitação também sofreram alterações significativas (De Melo-Abreu *et al.*, 2009). A falta de frio durante o inverno resultante da subida das temperaturas mínimas por ação das alterações climáticas, poderá ser um problema para a quebra de dormência, a carga floral, a qualidade da flor, a floração e o vingamento de algumas das principais cultivares portuguesas de oliveira utilizadas no Alentejo, com repercussões negativas na produtividade desses olivais.

I.2. Objetivos

O objetivo deste trabalho foi caracterizar as necessidades de frio em sete cultivares portuguesas de oliveira – ‘Galega Vulgar’, ‘Azeiteira’, ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Cobrançosa’, ‘Carrasquenha de Elvas’, ‘Verdeal de Serpa’ e ‘Cordovil de Serpa’. Estas cultivares constituem a base das denominações de origem dos azeites DOP da região do Alentejo - Azeites do Norte Alentejano DOP, Azeite do Alentejo Interior DOP e Azeite de Moura DOP – e das Azeitonas de Conserva de Elvas e Campo Maior DOP. Analisaram-se também as diferenças climáticas registadas no outono e inverno em três concelhos limítrofes – Campo Maior, Elvas e Monforte – e os seus efeitos para a quebra da dormência na oliveira.

Os resultados deste trabalho poderão também servir para inferir quais as cultivares que poderão ser menos afetadas nos diferentes cenários de aumento da temperatura esperada para a Península Ibérica.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Classificação sistemática, origem e expansão

2.1.1 Taxonomia

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma espécie vegetal que botanicamente pertence à classe das dicotiledóneas ou *Magnoliopsida*, ordem *Scrophulariales*, família *Oleaceae* e subfamília *Oleideae* (Cronquist, 1981, citado por Maia, 2010).

Existem aproximadamente 33 espécies do género *Olea*. São na maior parte árvores e arbustos, sendo a *Olea europaea* L. a única com fruto comestível. De acordo com Rapoport e Moreno Alias (2017), as oliveiras silvestres, também designadas por zambujeiros, classificam-se como *Olea europaea* L. subsp. *sylvestris* Miller e as oliveiras cultivadas como *Olea europaea* L. subsp. *europaea*.

2.1.2 Origem e expansão da cultura no mundo

O centro de origem da Oliveira não está bem definido, sendo que Vavilov (1951, citado por Rallo, 2004), considera que corresponde à região do atual Irão e da Síria. Pensa-se que a oliveira domesticada seja originária de um cruzamento entre diferentes espécies do género *Olea* (Coutinho, 1956, citado por Rallo, 2004).

Esta cultura expandiu-se de Este para Oeste ao longo de toda a bacia mediterrânea através de vários povos mercantis (Gregos, Fenícios, Romanos e Cartaginenses) (Gouveia, 2002). Na época dos descobrimentos, os portugueses e os espanhóis tiveram um papel importante na difusão da cultura da oliveira pelo continente Americano e posteriormente para o resto do Mundo, onde as condições climáticas foram favoráveis (Maia, 2010).

2.2. Olival no mundo e em Portugal

Na Bacia Mediterrânica, a oliveira é a espécie oleaginosa mais importante. O olival está presente em mais de 40 países, ocupando no Mundo em 2014, de acordo com Rallo (2017), 10.3 milhões de hectares, sendo que 97,9% da superfície olivícola se localiza na

Bacia Mediterrânea, 1,3% no Continente Americano, 0,4% na Oceânia e 0,4% restantes na Ásia.

No quadro I relativo à superfície de olival no Mundo, destaca-se a Espanha com 25.8% da área total e como principal país produtor, correspondendo a Portugal o 9º lugar com 3,6% de superfície mundial de olival. Os países produtores da União Europeia (Espanha, Itália, Grécia, Portugal, França, Chipre, Eslovénia e Malta) são responsáveis por 71% da produção mundial.

A maioria dos olivais do Mundo são cultivados em sequeiro, com densidades entre 100 a 150 árvores/hectare, utilizam cultivares autóctones e apresentam uma reduzida mecanização (Rallo, 2017).

Quadro I: Superfície de olival nos principais países produtores

País	Superfície (ha)	Superfície (% no mundo)
Espanha	2 579 001	25,8
Tunísia	1 528 028	15,3
Itália	1 147 505	11,5
Marrocos	1 045 186	10,5
Grécia	963 120	9,6
Turquia	864 428	8,6
Síria	851 089	8,5
Argélia	431 009	4,3
Portugal	361 483	3,6
Líbia	268 153	2,7

(Fonte: FAOSTAT, 2018)

O olival ocupa uma área em Portugal aproximadamente 9% da superfície agrícola utilizada (SAU) (INE, 2011). Cordeiro, Inês & Morais (2014) destacam que são quatro as principais regiões olivícolas em Portugal: Alentejo, Beira Interior, Trás-os-Montes e Ribatejo, sendo o Alentejo a principal região olivícola de Portugal. De acordo com a informação estatística do INE (Instituto Nacional de Estatística), em 2018, a superfície agrícola do continente com olival era de 361.177 hectares, estando a maior área de olival localizada no Alentejo, com 188.194 hectares, o que corresponde a 52% da superfície nacional, seguindo-se a região da Beira Interior com 82.088 hectares (23% da superfície nacional) e a região Norte com 81.369 hectares (23% da superfície nacional) (INE, 2019).

Da área total do olival, cerca de 97% é destinada à produção de azeite, sendo a restante para a produção de azeitona de mesa. Em 2018, a produção de azeite em Portugal alcançou os 1,1 milhões de hectolitros, sendo que foi no Alentejo onde se verificou a maior produção de azeite com aproximadamente 75% do total nacional (INE, 2019).

O olival tradicional em Portugal tem uma área aproximada de 263.500 hectares, correspondendo a 7,2% da SAU (Coelho & Machado, 2016). Os compassos utilizados são muito largos (10 x 10 m a 12 x 12 m), com 60 a 100 árvores por hectare, sendo a maioria cultivada em sequeiro e alcançando a plena produção entre os 13 e os 15 anos (Azeite do Alentejo, 2019). As cultivares utilizadas nestes olivais são autóctones, mais tolerantes a pragas e doenças e mais adaptados à falta de água. Esta última característica é importante devido ao fenómeno das alterações climáticas e à ocorrência frequente de anos com escassez de água (Coelho & Machado, 2016).

No olival intensivo os compassos são mais apertados, predominam os compassos 7 x 5 m e 6 x 4 m, com 285 e 416 árvores por hectare, respetivamente. A entrada em produção ocorre, normalmente, ao 3º ou ao 4º ano e a plena produção ao 7º ou ao 8º ano após a plantação em campo (Inês *et al.*, 2017).

No olival superintensivo ou em sebe, predominam os compassos de distância na linha entre 1,35 m e 1,50 m e na entrelinha entre 3,5 m e 4,0 m, a que corresponde 1600 a 2200 árvores por hectare, respetivamente. Este tipo de olival é explorado em regadio, as cultivares são maioritariamente estrangeiras e precoces na entrada em produção (ao 2º ou ao 3º ano), a plena produção ao 5º ano e a azeitona apresenta elevado rendimento em gordura (Olint, 2018).

De uma maneira geral, a cultivar autóctone mais utilizada no olival em Portugal é a 'Galega Vulgar'. No Alentejo a 'Azeiteira', a 'Cobrançosa', a 'Cordovil de Serpa' e a 'Carrasquenha de Elvas' são também muito utilizadas (Cordeiro, 2014 b).

2.3. Necessidades edafoclimáticas do olival

A oliveira é uma cultura típica da região Mediterrânica presente nas latitudes 30° a 45° do hemisfério Norte e Sul. É uma espécie que está bem adaptada às condições ambientais características deste clima subtropical, de verões quentes e secos e com invernos suaves em que se concentra a precipitação (Lavee, 1996).

As temperaturas ótimas para o desenvolvimento vegetativo desta espécie estão compreendidas entre os 10°C e os 30°C. Acima dos 35°C a árvore fecha os estomas para regular a temperatura e pode originar paragens no crescimento (Cordeiro, 2014c). Nestas regiões, a cultura do olival está limitada à altitude de 800 metros, uma vez que acima destas altitudes as temperaturas abaixo de -5°C ocorrem com bastante frequência (Maia, 2010). A qualidade do azeite é igualmente afetada por temperaturas inferiores 0°C durante o período de crescimento e da maturação dos frutos.

O frio tem também o papel de sincronizar o abrolhamento dos gomos florais para garantir a polinização simultânea. No hemisfério Norte, o período de saída do repouso nas fruteiras ocorre em janeiro / fevereiro. Durante o repouso invernal, temperaturas entre 0°C e -5°C podem originar feridas nos ramos e rebentos do ano, ocasionando a sua morte a temperaturas de -5°C a -10°C. Abaixo dos -10°C toda a parte aérea da árvore morre (Maia, 2010).

De Melo-Abreu *et al.* (2004) trabalharam com um modelo de previsão baseado no modelo Utah - FlowerCalc© - que permite prever, nomeadamente, as datas de floração. Trata-se de um modelo com duas fases. Na primeira fase do modelo, acumulam-se unidades de frio necessário para a quebra da endodormência.

Uma unidade de frio equivale a uma hora de exposição à temperatura ideal para a quebra do repouso. A exposição a temperaturas superiores ou inferiores a esta, as unidades de frio (U) são inferiores a 1, podendo até ser negativas.

Para a oliveira as temperaturas entre 0°C e 21,1°C limitam as necessidades de frio (Denney *et al.*, 1985) e a acumulação é máxima para a temperatura T_m igual a 7,2°C

(Rallo e Martin, 1991); T_x é a temperatura (em °C) a partir da qual U é constante e é igual a a (De Melo-Abreu et al., 2004) (Figura 1)

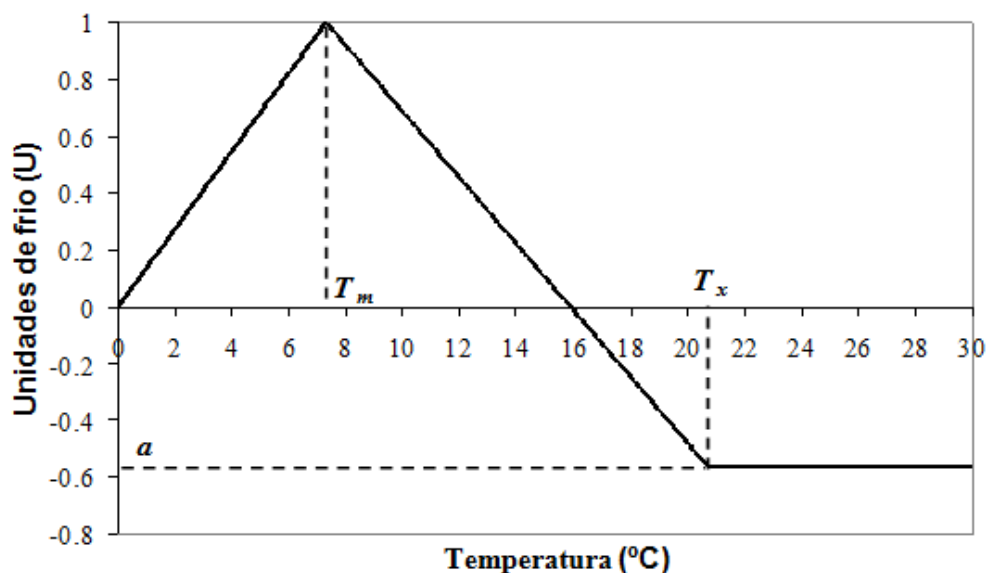


Figura 1 – Representação gráfica do modelo utilizado para o cálculo das unidades de frio (U) (Fonte: De Melo-Abreu et al., 2004)

A segunda fase do modelo determina a acumulação de calor necessária ao desenvolvimento floral - a fase de forçagem. O tempo térmico (TT) corresponde ao somatório de temperaturas médias diárias (T_i) acima de uma temperatura base (T_b) (Monteith, 1977):

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

De acordo com De Melo-Abreu et al. (2004), a temperatura base (T_b) para a fase de forçagem, que melhor se ajusta às cultivares de oliveira estudadas, é de 9,1°C. Os parâmetros do modelo de acumulação de frio de acordo com De Melo-Abreu et al. (2009), com exceção da soma das unidades de frio, são conservativos para todas as cultivares.

A precipitação influencia a produção e, por isso, para se obterem boas produções em sequeiro, a oliveira deve ser cultivada em zonas com a precipitação média anual entre

os 500 e os 800mm, embora seja uma espécie com capacidade de adaptação a precipitações médias anuais entre os 200mm e os 250mm (Cordeiro, 2014c)

A oliveira prefere os solos profundos para um desenvolvimento radicular adequado e com uma textura mediana (franca, franco-limosa, franco-argilo-limosa) o que favorece o arejamento, a retenção de água e a permeabilidade apropriada que impede a asfixia radicular (DGADR, 2010).

Em síntese, a oliveira é uma espécie resistente a seca, tolerante à salinidade e sensível ao encharcamento prolongado.

2.4. Ciclo de desenvolvimento da oliveira

2.4.1 Ciclo bienal

O ciclo reprodutivo da oliveira é bienal, porém, existe produção de frutos todos os anos porque num mesmo ano ocorrem dois ciclos reprodutivos. A presença simultânea de frutos e ramos em fase de crescimento origina uma série de processos de competição por assimilados e de inibição. São estes processos que determinam a intensidade do crescimento vegetativo e o nível da floração, assim como a produção de frutos no ano. Por exemplo, uma poda excessiva realizada durante o período de paragem invernal pode comprometer a produção de frutos na campanha seguinte, em consequência do excessivo vigor vegetativo dos novos rebentos. É este fenómeno que é responsável pela alternância na produção de frutos da oliveira (Rallo, 2017).

Os gomos foliares são inibidas pelas folhas de se desenvolverem durante o inverno (paradormência), não precisando de frio para abrolhar (Ramos, 2000). O reinício da atividade vegetativa, que se encontrava inibida pelas baixas temperaturas, ocorre ao final do inverno / princípio da primavera e marca o início do ciclo anual da oliveira (Figura 2). Este crescimento é iniciado com temperaturas acima dos 12°C. O crescimento vegetativo mantém-se ativo enquanto não existirem fatores de stress. No verão e em olivais regados, também se regista uma redução no crescimento vegetativo durante as horas de calor mais intenso, devido à menor atividade fotossintética. Esta redução do crescimento é maior ou menor de acordo com a cultivar e a temperatura máxima

observada. Um segundo período de rápido crescimento ocorre a partir do mês de setembro, devido à diminuição da temperatura máxima (Figura 2), mas no caso de oliveiras em sequeiro desde que também exista humidade no solo (Cordeiro e Inês, 2017).

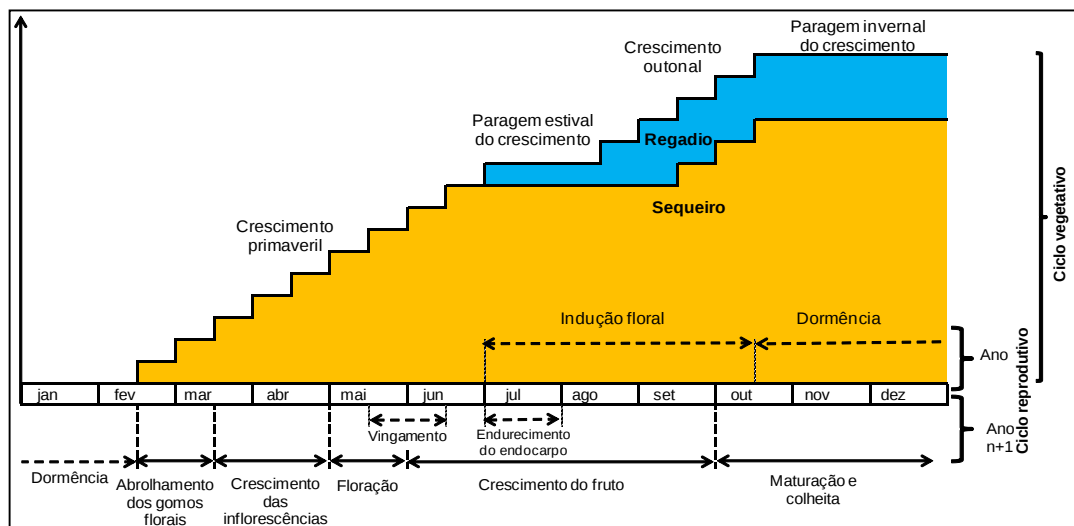


Figura 2 – Representação esquemática do crescimento vegetativo e do ciclo reprodutivo da oliveira em oliveiras com rega e em sequeiro (Fonte: Inês, 2016)

Nos oliveiros em sequeiro, esta segunda fase do crescimento pode ser bastante modesta por estar também condicionada pela distribuição e pela quantidade de precipitação outonal (Cordeiro & Inês, 2017). No decorrer do ano, os lançamentos têm um ou dois fluxos de crescimento vegetativo, dependendo da temperatura, da disponibilidade da água e da radiação solar (Lavee, 1996).

Em zonas mais setentrionais ou em altitudes mais elevadas (temperaturas de verão mais baixas) o pico de crescimento dá-se no verão (Lavee, 1996). Da mesma forma, as baixas temperaturas nestas zonas durante o inverno produzem uma redução no crescimento (Maia, 2010).



Figura 3 – Localização no ramo do crescimento vegetativo (a azul) e do crescimento floral (Fonte: Inês, 2016)

O crescimento dos ramos e o desenvolvimento dos frutos na oliveira são fenómenos cíclicos. O crescimento e o desenvolvimento dos gomos que se formam nas axilas das folhas dos lançamentos (ramos do ano), fica completo 6 semanas após o início da sua formação. A maioria dos gomos permanece dormente, isto é, não modifica a sua morfologia até ao abrolhamento na primavera seguinte (Figura 3). O gomo antes de completar o seu desenvolvimento recebe estímulos que determinam o seu carácter floral ou vegetativo (Rallo, 2017).

Os processos que conduzem à floração / frutificação requerem duas estações consecutivas. Na primeira estação, formam-se os gomos nas axilas das folhas dos ramos do ano, ocorre a indução floral e finaliza com a entrada em repouso. A indução floral consiste no processo de alteração fisiológica de um gomo axilar que determina o seu carácter floral (Seh, 1998, citado por Maia, 2010). Este processo verifica-se a partir da fase de endurecimento do endocarpo dos frutos que ocorre no verão, 7 a 8 semanas após a plena floração (Maia, 2010). A indução floral é inibida pelas giberelinas sintetizadas nas sementes dos frutos (Rallo, 2017). Num ano de safra, o crescimento vegetativo é muito reduzido, condicionado pela elevada produção de frutos. Por este facto, a floração no ano seguinte a um ano de safra é menor porque a presença de frutos em elevada quantidade inibe a indução floral (Ramos, 2000). A floração, o vingamento, o crescimento do fruto e a maturação ocorrem, no ano seguinte ao do crescimento vegetativo, nos lançamentos do ano anterior (Cordeiro & Inês, 2017).

A iniciação floral ocorre no fim do verão e no início do Outono, como é o caso de muitas outras fruteiras (Rallo & Martin, 1991). Durante o outono, os gomos florais entram progressivamente em endodormência, precisando a oliveira de acumular frio para que ocorra o abrolhamento (Ramos, 2000; Rallo & Cuevas, 2008).

Na segunda estação, ocorre a fase de iniciação dos gomos florais, o crescimento das inflorescências e das flores, a floração / frutificação, o desenvolvimento e a maturação dos frutos (Rallo & Cuevas, 2008). Estes processos são sequenciais e contínuos.

A fase de abrolhamento ou quebra da dormência dos gomos florais ocorre depois que as plantas são expostas a um período suficiente de frio. Antes da quebra da dormência dos gomos florais, parte do efeito do frio pode ser anulado devido a temperaturas relativamente elevadas. No hemisfério Norte, o período de saída de repouso ocorre desde a segunda metade de janeiro até à primeira metade de fevereiro, variando com a espécie, a cultivar e o ano. Durante este período e em condições experimentais, a desfoliação e as temperaturas elevadas (25-30°C) interferem no desenvolvimento floral (Ramos, 2000). Por outro lado, quando ocorrem geadas na fase de abrolhamento, os gomos florais podem ser destruídos (Rallo, 2017). O frio tem um papel importante na sincronização do abrolhamento dos gomos florais, garantindo assim a polinização simultânea. Pode-se dizer deste último aspeto que se trata de uma estratégia de sobrevivência da espécie (De Melo-Abreu *et al.*, 2009).

2.4.2 Floração da oliveira

Depois da quebra de dormência, o tempo de crescimento das inflorescências e a ocorrência da floração diminui quando aumenta a temperatura. No período de formação das inflorescências, formam-se os diferentes andares de botões florais. O número de botões por inflorescência é característico de cada cultivar. Segue-se o inchamento dos botões florais, que possuem um pedicelo curto. Por fim, as brácteas separam-se do eixo floral e deixam ver o cálice. Posteriormente as corolas desenvolvem-se à medida que ocorre o abrolhamento, pois com a separação das brácteas torna possível distinguir entre o cálice e a corola. Os pedicelos alargam-se permitindo a separação entre os botões florais e o eixo da inflorescência. É nesta fase que se formam os grãos de pólen, através da meiose. Os botões continuam-se a desenvolver e ao fim de pouco tempo as

primeiras flores começam a desabrochar, permitindo a observação dos estames e das corolas que são brancas (Rapoport e Moreno, 2017).

A floração é um fenómeno gradual dentro de uma mesma planta e mesmo no interior da inflorescência. A antese na oliveira inicia-se na parte central de cada inflorescência. Em condições médias e numa mesma árvore, entre o surgimento da primeira flor e a última, passam cerca de 10-20 dias (Rapoport e Moreno, 2017). A época de floração é determinada pelas características genéticas do material vegetal, mas condicionada por fatores climáticos, variáveis de ano para ano (Cimato *et al.*, 1993; Barranco *et al.*, 1994; Cordeiro & Martins, 2002), sendo que a oliveira é uma espécie insensível ao fotoperíodo. A temperatura que se verifica nos dois meses anteriores à floração é o principal fator para condicionar a data da floração: (a) Temperaturas altas implicam floração precoce; (b) Temperaturas baixas implicam floração mais tardia.

A duração deste período está também relacionada com a temperatura registada durante a época de floração. Assim, as temperaturas baixas determinam um período de floração prolongado e as temperaturas altas determinam uma menor duração da floração (Rallo, 2017). Cordeiro e Miranda (2001) na caracterização do período floração de setenta cultivares estabelecidas no INIAV (Herdade do Reguengo – Elvas) encontraram uma duração média de floração de 12 dias para o ano de 1998 e de 14 dias para 1999. A ordem de floração das diversas cultivares mantém-se relativamente constante de uns anos para os outros (Barranco *et al.*, 1994; Cordeiro e Martins, 2002).

2.4.3 Polinização

Com a abertura das pétalas ocorre a libertação dos grãos de pólen por parte das anteras, verificando-se grandes quantidades de pólen no ambiente. Por sua vez, os estigmas encontram-se recetivos, ocorrendo a polinização. Em oliveira, a polinização ocorre pela ação do vento, daí denominar-se de polinização anemófila. Após a polinização, dá-se a germinação do grão de pólen no estigma e consequente crescimento do tubo polínico, uma vez que vai até ao interior do saco embrionário, onde descarrega os gâmetas masculinos para que ocorra a fusão com a ovocélula. Dá-se assim a fecundação.

O vingamento dos frutos tem lugar após a floração (Figura 2). Na primeira etapa, o fruto cresce e engrossa, atingindo o tamanho de um grão de pimenta (junho); logo que se

inicia o crescimento dos frutos ocorre uma competição pelos assimilados da planta eliminando em parte os frutos vingados. Na segunda etapa, os frutos alcançam cerca de 8mm a 10mm de comprimento, iniciando a lenhificação ou endurecimento do endocarpo (julho - agosto). Durante a lenhificação progressiva do endocarpo até atingir o tamanho final, tal como o embrião, o crescimento é lento. Na etapa posterior, o crescimento é rápido e o mesocarpo aumenta de tamanho (setembro). Durante este período as disponibilidades hídricas do fruto determinam o seu tamanho e a acumulação de azeite (Rallo, 2017).

2.5. Fenologia da oliveira

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos periódicos relacionando-os com o ambiente, especialmente com o clima. Os eventos biológicos referem-se a determinadas etapas do desenvolvimento (estado fenológico) das espécies vegetais como por exemplo: o abrolhamento, a floração, a maturação e a senescência (Maia, 2010).

Os estados fenológicos do ciclo vegetativo e reprodutivo da oliveira têm sido descritos através de diferentes escalas. Uma das escalas de classificação mais completa e atual para a oliveira é a descrita por Sanz-Cortez *et al.* (2002) (Anexo A). Trata-se de uma adaptação da escala BBCH (Biologische Bundesanstalt, Chemische Industrie) que é a escala oficialmente aceite pela European Plant Protection Organization (EPPO). Na escala BBCH é considerado todo o ciclo anual do desenvolvimento de uma planta, o que significa que podem-se descrever simultaneamente as fases do crescimento vegetativo e do desenvolvimento reprodutivo. É uma escala decimal de dois dígitos, sendo o primeiro referente ao estado principal e o segundo ao estado secundário. Para a oliveira, Sanz-Cortez *et al* (2002) consideraram 8 estados principais de crescimento (Figura 4): *estado 0*: desenvolvimento dos gomos vegetativos; *estado 1*: desenvolvimento das folhas; *estado 3*: desenvolvimento dos lançamentos; *estado 5*: desenvolvimento das inflorescências; *estado 6*: floração; *estado 7*: desenvolvimento dos frutos; *estado 8*: maturação dos frutos; e *estado 9*: senescência (veja-se escala BBCH para a oliveira em anexo A).

Ao longo do ciclo anual, os diferentes estados fenológicos manifestam-se de forma progressiva na oliveira. Para o seu registo é normalmente seguida uma metodologia baseada na observação com uma determinada periodicidade (semanal ou bissemanal). Em cada data de observação, depois de uma avaliação ao redor da copa da árvore, e à altura do observador, é registado o estado fenológico mais adiantado, o dominante e o mais atrasado.

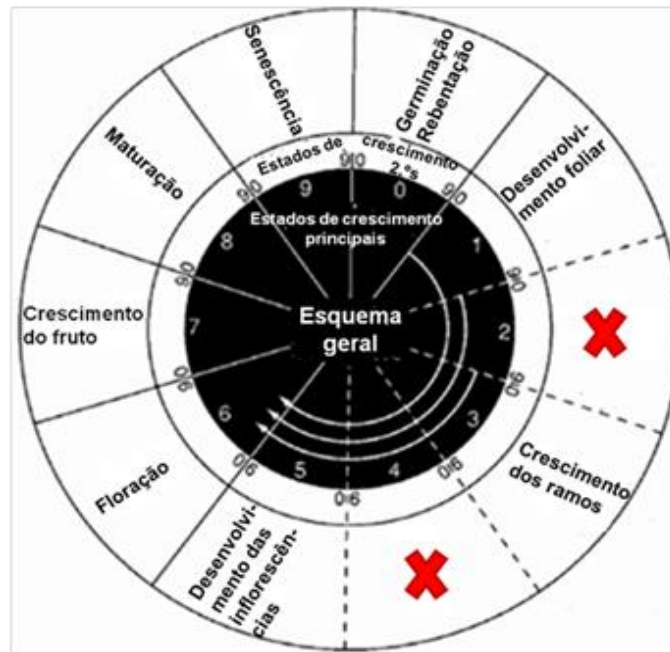


Figura 4 – Ciclo de desenvolvimento da oliveira segundo o esquema geral de classificação da escala BBCH com a indicação dos estados de crescimento principais para a oliveira (Fonte: adaptado de Meier et al, 2009)

2.5.1 Necessidades de horas-frio acumuladas para a quebra de dormência

O estado fenológico 5 dá-se quando ocorre o desenvolvimento das inflorescências. No estado 50, os gomos florais estão completamente fechadas nas axilas das folhas. A sua ponta é afiada e tem uma cor ocre. No estado 51, os gomos começam a inchar e, no 53, os gomos florais abrem-se e começa o desenvolvimento das flores (Barros, 2011).

Segundo Oteros et al (2013), o número de horas-frio acumuladas durante novembro, dezembro e janeiro (no seu estudo) correlacionaram-se negativamente com todas as fenofases, ou seja, maior acumulação de frio levou a um desenvolvimento fenológico

mais rápido. Assim, como um maior acúmulo de GDD (Growing Degree Days) levou, também, a um desenvolvimento fenológico mais rápido e a datas de floração antecipadas. Também os resultados obtidos por Ramos *et al.* (2018) indicam a quebra de dormência nos botões potencialmente reprodutivos após a acumulação de frio e antes do início do desenvolvimento das inflorescências. Além das informações sobre o desenvolvimento, os resultados permitem padronizar o protocolo para determinar o período de quebra de dormência em botões reprodutivos de oliveira.

Noutro estudo, realizado em olivais em Espanha e em Itália, Aguilera *et al.*, (2012) constataram a existência de um acúmulo diferenciado de frio na oliveira, dependendo de sua localização geográfica. As oliveiras de Perugia (Itália central) precisam acumular 18% mais unidades de frio para que os botões comecem a manifestar mudanças morfológicas visíveis, mostrando um desenvolvimento fenológico mais atrasado do que as oliveiras da província de Jaén (sul da Espanha). O mesmo acontece com o período de floração, que no olival espanhol ocorre aproximadamente um mês antes do olival italiano que necessita acumular 14% mais unidades de frio para a abertura das primeiras flores (Aguilera *et al.*, 2012).

2.5.2 Necessidades de acumulação de GDD (Growing Degree Days) para o desenvolvimento floral

Os dias em graus crescentes ou unidades de graus crescentes (GDD) é uma medida de acumulação de calor para determinar taxas de desenvolvimento, como a quebra de dormência. Dos resultados obtidos do seu estudo (Espanha, Itália e Tunísia), Aguilera *et al.* (2020) concluiu que as oliveiras das regiões norte necessitam de maiores requisitos de calor para o desenvolvimento de seus botões florais e precisam de um período maior do que as oliveiras de outras áreas para satisfazer completamente suas necessidades biotérmicas. As oliveiras localizadas nas regiões com invernos mais quentes têm uma transição mais rápida de inibição endógena para exógena uma vez que o pico das necessidades de frio seja atingido e mostram um desenvolvimento floral mais rápido (Aguilera *et al.*, 2013).

2.6. Diversidade varietal

A riqueza varietal autóctone da oliveira em Portugal é bastante extensa, facto que se reflete nos azeites e nas azeitonas de conserva típicos de cada região produtora. Embora se encontrem oliveiras em todo o território continental (Figura 5) a aptidão olivícola não é uniforme (Cordeiro e Inês, 2013).

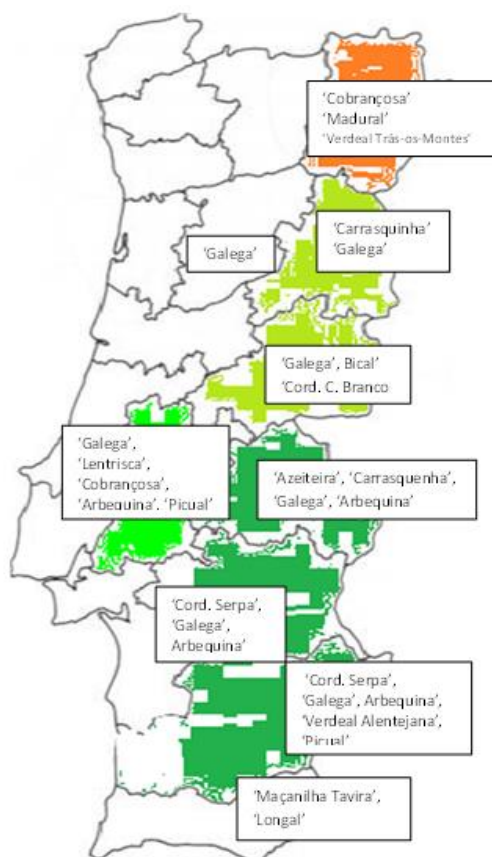


Figura 5 – Mapa com a distribuição de variedades de oliveira em Portugal (Fonte: adaptado de INE, 2011)

Do norte para o sul do país, as principais regiões olivícolas são: Região da Terra-Quente Transmontana; Região da Beira Interior; Região do Ribatejo e Oeste; e Região do Alentejo.

A região de Trás-os-Montes registou o segundo maior crescimento da superfície olivícola nos últimos anos (INE, 2011). Contribuíram para este aumento a plantação de novos olivais intensivos (densidade de plantação entre 101-300 árvores/ha), muitos deles ainda em sequeiro. As cultivares tradicionais da região continuaram a ser as eleitas pelos

olivicultores. Destacam-se a ‘Cobrançosa’, a ‘Verdeal de Trás-os-Montes’, a ‘Madural’ e a ‘Cordovil de Trás-os-Montes’.

A região da Beira Interior é a terceira maior do País produtora de azeite. Numa tentativa de diferenciação, os olivais tradicionais têm sido convertidos para modo de produção biológico, para garantir a competitividade e sustentabilidade do sector olivícola regional. As cultivares mais utilizadas por parte de alguns olivicultores são a ‘Galega’, a ‘Cordovil’ e a ‘Madural’.

Na região do Ribatejo, embora tenha diminuído a área de olival tradicional, as plantações de novos olivais em sistema de produção intensivo e em sebe mantiveram a importância do setor na região. As cultivares estrangeiras ‘Picual’ e ‘Arbequina’ têm tido grande aceitabilidade por parte dos olivicultores, assim como a ‘Cobrançosa’ (Cordeiro e Inês, 2013).

Na região do Alentejo, e de acordo Cordeiro e Inês (2018), a área destinada a novas plantações de olival tem aumentado substancialmente, devido à reconversão de solos outrora ocupados por culturas arvenses na sequência do aparecimento de novos empreendimentos hidroagrícolas. Nesta região, para além das cultivares tradicionais portuguesas ‘Galega Vulgar’, ‘Cordovil de Serpa’, Carrasquenha de Elvas’ e ‘Cobrançosa’, estão a assumir elevada importância as cultivares estrangeiras ‘Arbequina’, ‘Picual’ e ‘Arbosana’ (Cordeiro e Inês, 2013).

A recomendação / divulgação junto dos olivicultores para maior utilização de cultivares de oliveira portuguesas não pode estar baseada no empirismo mas antes no conhecimento técnico – científico do comportamento agronómico dos diferentes materiais. Na fruticultura, os estudos em coleção realizados seguindo um determinado desenho experimental têm permitido uma avaliação comparativa de um grande número de cultivares numa parcela experimental relativamente pequena (Cordeiro *et al.*, 2019). A caracterização / identificação, a valorização agronómica e a melhoria do potencial produtivo das variedades regionais de oliveira cultivadas em Portugal são os principais objetivos da Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira instalada na Herdade do Reguengo do INIAV em Elvas, tendo Cordeiro *et al.* (2019), verificado:

- ✓ A entrada em produção identifica o ano em que a maioria das oliveiras de uma determinada variedade ocorre a floração / polinização / vingamento. Entre as cultivares mais precoces (2º ano após a plantação) destacaram-se ‘Azeiteira’, ‘Cordovil de Serpa’ e ‘Galega Vulgar’. A maioria das oliveiras das cultivares ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Verdeal Alentejana’ manifestaram a floração / vingamento ao 3º ano após a sua plantação, mas houve algumas como ‘Carrasquenha de Elvas’ que apenas iniciaram ao 4º ano;
- ✓ Após a entrada em produção e nas últimas cinco campanhas, a produção média de azeitonas tem aumentado gradualmente, particularmente em ‘Azeiteira’, ‘Cordovil de Serpa’ e ‘Galega Vulgar’ (‘Azeiteira’ e ‘Galega Vulgar’ destacaram-se como as mais produtivas); também já se registou pelo menos um ano com menor produção de azeitona, por exemplo em ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Cobrançosa’ ou ‘Verdeal Alentejana’;
- ✓ Apreciam-se também grandes diferenças na estrutura da árvore e nos hábitos de desenvolvimento das ramificações que devem condicionar a realização da poda das árvores. Algumas cultivares como ‘Azeiteira’, ‘Cobrançosa’, ‘Cordovil de Serpa’ ou ‘Verdeal Alentejana’ apresentam o hábito de crescimento das árvores aberto; outras como ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Galega Vulgar’ apresentam o hábito de crescimento vertical ou ereto; enquanto outras, como ‘Carrasquenha de Elvas’ apresentam um hábito de crescimento mais aberto, tendencialmente um porte mais prostrado;
- ✓ O rendimento em gordura é uma característica que apresenta grande diversidade, tal como a qualidade do azeite ou a aptidão da cultivar para azeite ou para a conserva.

A diversidade de comportamentos / características nas cultivares é o que traduz a diversidade e permite a escolha de material vegetal de acordo aos critérios mais idóneos.

2.6.1 Principais características das cultivares em estudo

2.6.1.1 ‘Azeiteira’

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo baixo a médio e as oliveiras um porte aberto. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 6) apresenta a forma ligeiramente alongada, um ápice obtuso e uma base truncada, alcançando a cor violeta em plena maturação (posição A) (Cordeiro *et al.*,

2013). Apresenta alguma tolerância à gafa e à mosca da oliveira, com fraco rendimento em azeite (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al.*, 2013). Está incluída na denominação de origem protegida (DOP) Azeitonas de Conserva de Elvas e Campo Maior (DGADR, 2017).



Figura 6 – Ramo de ‘Azeiteira’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

2.6.1.2 ‘Blanqueta de Elvas’

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo baixo a médio e as oliveiras um porte erguido. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 7) apresenta a forma ligeiramente alongada, um ápice arredondado e uma base truncada, alcançando a cor preta em plena maturação (posição A) (Cordeiro *et al.*, 2013). Apresenta-se mais tolerante à gafa do que à mosca da oliveira, com alguma suscetibilidade à tuberculose e o seu rendimento em azeite é muito bom (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al.*, 2013). Está incluída na denominação de origem protegida (DOP) Azeites do Norte Alentejano (DGADR, 2017).



Figura 7 – Ramo de ‘Blanqueta de Elvas’ (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

2.6.1.3 'Carrasquenha de Elvas'

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo baixo e as oliveiras um porte aberto a pendente. O seu porte é aberto a pendente. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 8) apresenta a forma moderadamente alongada, um ápice arredondado e uma base truncada, alcançando a cor violeta em plena maturação (posição A) (Cordeiro *et al*, 2013). É tolerante à gafa e suscetível à mosca da azeitona (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al*, 2013). Está incluída na denominação de origem protegida (DOP) Azeitonas de Conserva de Elvas e Campo Maior (DGADR, 2017).



Figura 8 – Ramo de 'Carrasquenha de Elvas' (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

2.6.1.4 'Cobrançosa'

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo médio e as oliveiras um porte aberto. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 9) apresenta a forma moderadamente alongada, um ápice obtuso e uma base truncada, alcançando a cor violeta em plena maturação (posição A) (Cordeiro *et al*, 2013). O seu rendimento em azeite é médio, sendo sensível à mosca da azeitona e resistente à gafa (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al*, 2013). Está incluída nas denominações de origem protegida (DOP), Azeites do Norte Alentejano, Azeites de Trás-os-Montes, Azeites da Beira Alta e Azeite do Alentejo Interior (DGADR, 2017).



Figura 9 – Ramo de 'Cobrançosa' (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

2.6.1.5 'Galega vulgar'

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo elevado e as oliveiras um porte erguido. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 10) apresenta a forma moderadamente alongada, um ápice obtuso e uma base truncada (posição A) (Cordeiro *et al.*, 2013). Esta cultivar é caracterizada por apresentar uma elevada rusticidade e os frutos com um baixo rendimento em azeite. É sensível à gafa e à mosca da azeitona (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al.*, 2013). Está incluída nas denominações de origem protegida (DOP), Azeites do Norte Alentejano, Azeites do Ribatejo, Azeites da Beira Alta, Azeite do Alentejo Interior e Azeite de Moura (DGADR, 2017).



Figura 10 – Ramo de 'Galega vulgar' (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

2.6.1.6 'Cordovil de Serpa'

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo médio e as oliveiras um porte aberto. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 11) apresenta a forma moderadamente alongada, um ápice arredondado e uma base arredondada a truncada (posição A) (Cordeiro *et al.*, 2013). É suscetível à mosca da azeitona e ao olho de pavão (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al.*, 2013). Está incluída nas denominações de origem protegida DOP Azeite do Alentejo Interior e Azeite de Moura (DGADR, 2017).



Figura 11 – Ramo de 'Cordovil de Serpa' (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

2.6.1.7 'Verdeal de Serpa'

Esta cultivar caracteriza-se por apresentar um vigor vegetativo médio e as oliveiras um porte aberto. As folhas têm uma largura e um comprimento médios. O fruto (Figura 12) apresenta a forma moderadamente alongada, um ápice arredondado e uma base arredondada a truncada (posição A) (Cordeiro *et al*, 2013). É suscetível à gafa e a mosca. Tem uma dupla aptidão, ou seja, é utilizada para azeite e conserva em verde (Leitão *et al.*, 1986; Cordeiro *et al.*, 2013). Está incluída na denominação de origem protegida DOP Azeite de Moura (DGADR, 2017).



Figura 12 – Ramo de 'Verdeal de Serpa' (Fonte: INIAV-Olivicultura, 2009)

3. Material e Métodos

3.1. Material

3.1.1. Caracterização dos olivais acompanhados

A Herdade de Castros (HC) está localizada no concelho de Campo Maior (Latitude: 39°16'N; Longitude: 7°05'W; Altitude: 215 m). Os três olivais onde foram colhidos os ramos foram instalados em 1960, com orientação das linhas no sentido este/oeste. O terreno das parcelas (Figura 13) é sensivelmente plano (2% declive) e as cultivares implantadas são 'Azeiteira' (Az), 'Blanqueta' (Bl) e 'Carrasquenha de Elvas' (Ca).



Figura 13 – Herdade de Castros (Adaptado de Google Earth, 2020)

O olival HC_Az tem uma área de 5,5 hectares, em sistema intensivo de regadio, com um compasso de 9,0 m x 4,5 m, o que corresponde a uma densidade de 247 árvores por hectare.

O olival HC_Bl tem uma área de 4,2 hectares, em sistema intensivo de regadio, com um compasso de 9,0 m x 4,5 m, o que corresponde a uma densidade de 247 árvores por hectare.

O olival HC_Ca tem 2,3 hectares, em sistema intensivo de regadio, com um compasso de 9,0 m x 4,5 m, a que corresponde a uma densidade de 247 árvores por hectare.

Nas parcelas em estudo existem dois tipos de solos, os solos Vc+Pac e solos Pac. Os solos Vc+Pac são uma mistura entre a família Vc dos “solos calcários vermelhos normais de calcários” e a família Pac dos “solos argiluvados pouco insaturados, mediterrâneos pardos” (Cardoso, 1965).

Os olivais da Herdade da Torre das Figueiras (TF) (Latitude: 39°08'N; Longitude: 7°20'W; Altitude: 300 m) (B) estão localizados no concelho de Monforte (figura 14), foram instalados em 2006 e tem implantadas parcelas com as cultivares ‘Azeiteira’ (Az), ‘Cobrançosa’ (Co) e ‘Galega Vulgar’ (Gl).



Figura 14 – Herdade de Torre das Figueiras (Adaptado de Google Earth, 2020)

A parcela onde está plantada a cultivar ‘Azeiteira’ (TF_Az) tem uma área de 7,0 hectares de olival intensivo de regadio (declive médio 11,0%), um compasso de 7,0mx5,0m, a que corresponde uma densidade de 286 árvores por hectare. A orientação das linhas é noroeste/sudeste.

A parcela onde está plantada a cultivar ‘Cobrançosa’ (TF_Co) tem uma área de 3,44 hectares de olival intensivo de regadio (declive médio 18,0%), um compasso de 7,0mx5,0m, a que corresponde uma densidade de 286 árvores por hectare. A orientação das linhas é noroeste/sudeste.

A parcela onde está implantada a cultivar ‘Galega Vulgar’ (TF_Gl), tem uma área de 9,1 hectares de olival intensivo de regadio (declive médio 11,0%), um compasso de

7.0m x 5.0m, a que corresponde a uma densidade de 286 árvores por hectare. A orientação das linhas é sudoeste/nordeste.

Nas parcelas em estudo existem três tipos de solos diferentes:

- Os solos do tipo Vcv são da família dos “solos mediterrâneos vermelhos ou amarelos, de materiais calcários, normais, de calcários cristalinos associados a outras rochas cristalofílicas básicas” (Cardoso, 1965).
- Os solos do tipo Scv, pertencem à família dos “solos mediterrânicos vermelhos ou amarelos, de materiais calcários, normais, de material coluviado dos solos da família Vcv” (Cardoso, 1965).
- Os solos do tipo Pcx, são da família dos “solos calcários, pardos, dos climas sub-húmidos e semiáridos, normais, de xistos associados a depósitos calcários” (Cardoso, 1965).

A parcela de olival AVI da Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira (CPRCO) está estabelecida na Herdade do Reguengo pertencente ao INIAV, I.P., Pólo de Elvas (Figura 15), no concelho de Elvas (Latitude: 38°53'N; Longitude: 7°09'W; Altitude: 200 m). A parcela AVI da CPRCO tem uma área de 2,5 ha e foi estabelecida em junho de 2012, num compasso de 7 m entre as linhas e de 5 m na linha. Atualmente na parcela estão plantadas 55 cultivares e para cada cultivar existem 6 repetições de duas árvores, distribuídas aleatoriamente (Figura 16).



Figura 15 – Herdade do Reguengo (Adaptado de Google Earth, 2020)

Coleção Portuguesa de Referência de Cultivares de Oliveira (CPRCO) - Parcela AVI																											
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	
Bloco I			Bloco II			Bloco III			Bloco IV				Bloco V				Bloco VI										
1	13	21	8	110	62																						
7	5	31	12	2	62	3	23																				
7	5	31	12	2	66	3	23																				
9	3	19	16	11	66	1	8	19	12															70	70	22	
9	3	19	16	11	65	1	8		12	24	32	35								7				12	28	22	
1	15	24	18	14	65	66	36	19	13	24	32	35	66	89	33	18	25	27	7	4	15	21	16	12	28	3	
62	15	24	18	14	64	66	36	17	13	30	20	28	66	89	33	18	25	6	9	17	33	11	5	23	10	3	
62	29	17	22	23	64	62	7	17	25	30	20	28	62	93	35	32	2	6	9	17	33	11	5	23	10	7	
65	29	17	22	23	63	62	7	34	25	33	9	26	62	93	35	32	2	10	12	14	18	30	24	1	19	7	
65	36	33	25	30	63	63	22	34	11	33	9	26	63	94	62	13	29	10	12	14	18	30	24	1	19	35	
63		33	25	30	68	63	22	14	11	5	21	18	63	94	62	13	29	16	3	8	31	27	36	13	26	35	
63	27	20	32	24	68	65	30	14	27	5	21	18	65	99	66	20	36	16	3	8	31	27	36	13	26	85	
66	27	20	32	24	73	65	30	16	27	3	29	15	65	99	66	20				22	11	1	2	25	9	34	
66	10	35	26	31	73	64	5	16	35	3	29	15	64	101	63	28	15	22	11	1	2	25	9	34	85	93	
64	10	35	26	31	86	64	5	10	35	23	17	70	64	101	63	28	15	21	23	5	20	29	32	110			
64	18	23	28	29	86	68	13	10	31	23	17	70	93	109	65	17	24	21	23	5	20	29	111				
68	18	23	28	29	85	68	13	28	31	8	19	2	93	109	65	17	24	34	26	109	52						
68	30	34	33	21	85	73	33	28	24	8	19	2	94	52	68	14	19	34	26	109							
70	30	34	33	21	99	73	33	9	24	36	34	1	94	52	68	14	19	30	52								
70	12	14	13	15	99	85	25	9	20	36	34	1	99	110	73	8	31	30									
73	12	14	13	15	101	85	25	2	20	7	31	68	99	70	73	8	31										
73	25	2	7	17	101	86	27	2	15	7	31	68	101	70	85	109											
86	25	2	7	17	52	86	27	26	15	22	14	73	101	111	85												
86	32	110	36	20	52	89	29	26	21	22	14	73	52	109													
85	32	111	36	20	109	89	29	32	21	16	10	85	52														
85	26	11	9	27	109	93	6	32	18	16	89	85															
89	26	11	9	27	70	93	6	12	18	10	89																
89	8	1	10	34	70	94	11	12	101	110																	
93	8	1	10	34	111	94	101	11	70																		
93	16	3	19	93	x	99																					
94	16	3	19	93	x	99																					
94	22	5	35	94	x																						
96	22	5	35	94																							
96	28	89	96																								
99	28	89																									
99	101																										
101																											

Identificação das cultivares em estudo na CPRCO

- 8 - 'Azeiteira'
- 9 - 'Blanqueta de Elvas'
- 10 - 'Carrasqueira de Elvas'
- 11 - 'Cobrançosa'
- 17 - 'Cordovil de Serpa'
- 20 - 'Galega Vulgar'
- 31 - 'Verdeal de Serpa'

Figura I6 – Parcela AVI da CPRCO (Fonte: Inês, 2016)

A parcela AVI está localizada numa mancha de “Aluviossolos modernos de calcários” (Ac) e entre as suas principais características destacam-se ter declive médio <1%, serem solos incipientes, apresentarem uma textura média e não terem uma diferenciação de horizontes (Cardoso, 1965).

3.1.2. Recolha de ramos

Em Monforte, nas parcelas de olival na Herdade de Torre das Figueiras e em Campo Maior, nas parcelas de olival da Herdade de Castros selecionou-se uma oliveira em cada parcela / cultivar com bom desenvolvimento vegetativo onde se colheram, em cada quadrante e data de colheita, dois ramos que cresceram na primavera / outono do ano anterior. As parcelas serão referenciadas no trabalho com a abreviatura do nome da Herdade e a abreviatura da cultivar presente em cada parcela (Monforte: TF_Az, TF_Co, TF_Gl; Campo Maior: HC_Az; HC_Bl; HC_Ca).

Em Elvas, na parcela AVI da CPRCO na Herdade do Reguengo foram marcadas duas oliveiras de cada cultivar no Bloco III onde se colheu um ramo em cada quadrante e data de colheita. Este material foi identificado individualmente com a letra C seguida da

abreviatura de cada cultivar (C_Az, C_Bl, C_Ca, C_Co, C_CS, C_Gl, C_VS), da data de colheita e do número da repetição.

A colheita de ramos nos olivais (Figura 17) decorreu durante 6 semanas, tendo-se iniciado na primeira semana de janeiro e finalizado na primeira semana de fevereiro do ano de 2019. As datas de colheita foram: 5 de janeiro; 10 de janeiro; 17 de janeiro; 24 de janeiro; 31 de janeiro e 7 de fevereiro.

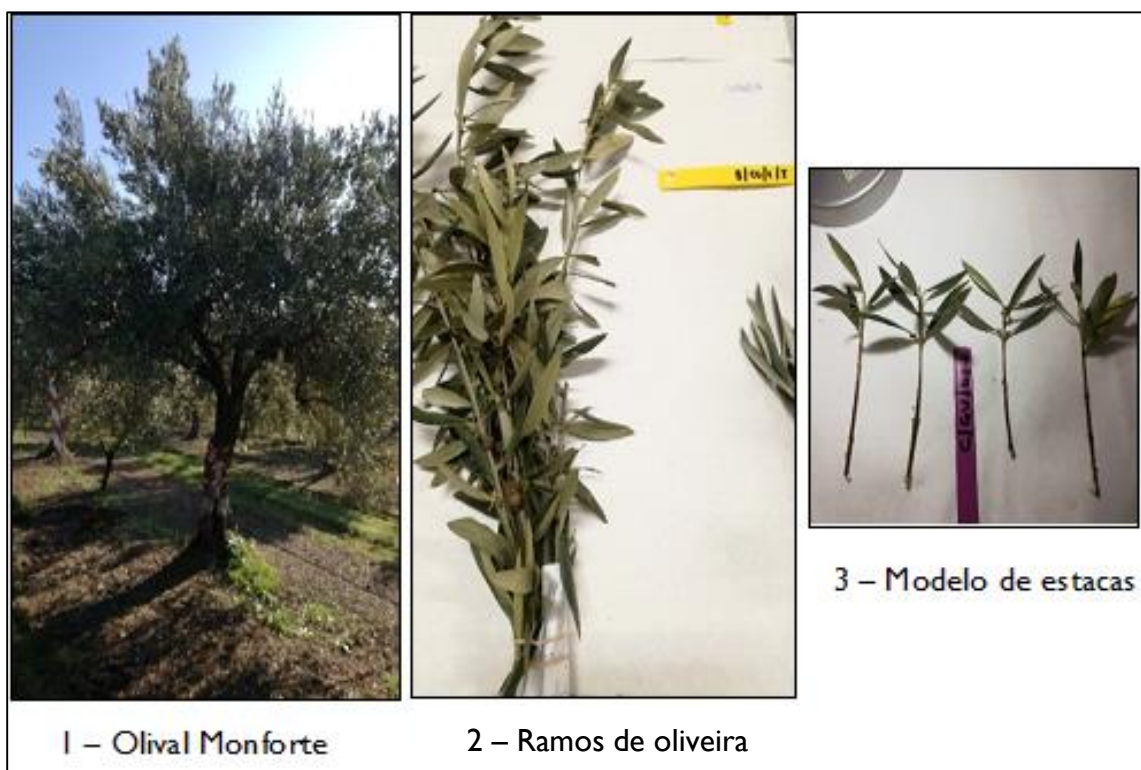


Figura 17 – Oliveira do olival de Monforte, ramos de oliveira e modelo de estacas

3.1.3. Preparação e cultivo de estacas

Os ramos colhidos em cada data de colheita foram levados para o laboratório do INIAV, onde se prepararam as estacas. Em cada data de colheita plantaram-se oito estacas por cultivar e local. O procedimento para a preparação das estacas baseou-se na metodologia proposta por Ramos (2018).

As estacas foram preparadas com a parte mais distal do ramo, junto ao ápice, havendo o cuidado de se eliminar o gomo apical. Cada estaca ficou com três pares de folhas. As estacas assim preparadas foram colocadas em recipientes de plástico (capacidade 200 ml) com perlite humedecida até à saturação.

Os recipientes com as estacas foram colocados numa câmara de crescimento (Fitoclima D1200) (Figura 18) com os seguintes parâmetros ambientais: temperatura a 20°C, fotoperíodo de 12 horas e humidade relativa $\pm$ 80%. Nestas condições e após a data de colheita dos ramos, as estacas permaneceram no Fitoclima durante oito semanas.



Figura 18 – Câmara de crescimento

3.2. Métodos

3.2.1. Observação do desenvolvimento floral

Após a colocação das estacas em ambiente controlado, as condições de cultivo foram monitorizadas bissemanalmente, assim como a evolução do abrolhamento.

Os registos do abrolhamento iniciaram-se na 4^a e 5^a semana para as três primeiras datas de colheita de ramos e à 3^a semana nas três últimas datas de colheita. A recolha desta informação prolongou-se até à 8^a semana, mas na maioria dos casos o registo de novas ocorrências não ultrapassou a 6^a semana. Em cada registo anotou-se, para cada estaca, cultivar e local, o número e a fase fenológica de gomos abrolhados florais, vegetativos e o número de gomos em repouso, assim como o número de estacas mortas.

A avaliação do abrolhamento floral em cada cultivar de oliveira e data de colheita foi realizada após cinco semanas de permanência em Fitoclima.

3.2.2. Estimativa de horas de frio

Esta determinação corresponde ao número de horas de exposição a temperaturas inferiores à temperatura umbral de 7,2°C dos locais onde estão instalados os olivais / oliveiras seleccionadas – Monforte, Campo Maior e Elvas. À temperatura umbral, de acordo com Rallo & Martin (1991), corresponde a acumulação máxima de frio para satisfazer os requisitos necessários para a quebra da dormência em oliveira.

No cálculo das horas de frio diárias (HF) utilizou-se a fórmula de Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia *et al.* (2009):

$$HF \text{ acumuladas} = ((7,2 - m)/(M-m)) \times 24$$

Onde M corresponde à temperatura máxima diária em °C; m à temperatura mínima diária em °C; e 7,2°C é a temperatura umbral.

Esta fórmula apresenta algumas condicionantes: (1) se a temperatura mínima diária (m) for maior que temperatura umbral (7,2°C), a HF diária é igual a zero; (2) se a temperatura mínima diária (m) for igual à temperatura máxima diária (M), a HF diária é igual a zero; (3) se a temperatura média diária for igual a zero a HF diária é também igual a zero.

As HF diárias foram calculadas a partir dos registos diários e desde o dia 1 de outubro de 2018 em Campo Maior, Monforte e Elvas, fazendo-se os registos até ao final do primeiro decêndio de fevereiro de 2020. Finalmente, utilizou-se um algoritmo para determinar o somatório Graus-dia registados em Monforte, Campo Maior e Elvas para a quebra da dormência nas cultivares de oliveira em estudo.

3.2.3. Análise e apresentação dos resultados

A caracterização climática dos locais (Campo Maior e Elvas) foi realizada sobre os registos meteorológicos de 30 anos, período entre 1989 e 2019. A informação meteorológica de Campo Maior é procedente da estação meteorológica da Associação de Beneficiários do Caia instalada nas proximidades da albufeira da barragem do Caia. A informação de Elvas provém da estação meteorológica instalada na ex-Estação Nacional de Melhoramento de Plantas. Os parâmetros analisados foram: temperatura mínima, temperatura máxima, temperatura média e precipitação total.

O período entre outubro 2018 e fevereiro de 2019 dos locais Monforte e Elvas foi caracterizado com base nos registos das estações meteorológicas instaladas nesses locais. Com as horas de frio diárias acumuladas procedeu-se a realizar uma análise de variância para o local e o mês. O teste de homogeneidade de variâncias do frio acumulado condicionou a realização desta análise apenas ao local.

Os resultados do abrolhamento são expressos em percentagem segundo duas metodologias e utilizando a escala de classificação BBCH dos estados fenológicos da oliveira (Sanz-Cortés *et al.*, 2002):

- Procedimento 1 - o abrolhamento de uma cultivar é determinado pela percentagem de gomos florais (estados 53, 55 ou superior) ou vegetativos (estados 03, 07 ou superior) por data de colheita, relativamente ao número total de gomos axilares (8 estacas/cultivar/data e 6 gomos axilares/estaca). Esta metodologia foi utilizada no capítulo 4.2 – Evolução do Abrolhamento em Gomos Axilares e no capítulo 4.3 – Exigências em Frio para o Abrolhamento Floral;

- Procedimento II – o abrolhamento de uma cultivar é determinado pela percentagem de estacas com abrolhamento floral ou vegetativo relativamente ao número total de estacas por data de colheita. Considerou-se uma estaca com abrolhamento desde apresentasse pelo menos um gomo floral (estados 53, 55 ou superior) ou um gomo vegetativo (estados 03, 07 ou superior). Esta metodologia foi utilizada no capítulo 4.3 – Exigências em Frio para o Abrolhamento Floral.

Para medir o grau de associação linear entre o abrolhamento floral (variável dependente) e as unidades de frio acumulado por cada cultivar em cada olival (variável independente) estabeleceu-se uma regressão linear simples e procurou-se também conhecer qual a percentagem da variação total da variável dependente (R^2) que pôde ser explicada pelo modelo elaborado para cada cultivar e local.

Finalmente, convencionou-se que uma cultivar teve as suas necessidades de frio satisfeitas quando numa determinada data de colheita de ramos, pela primeira vez, o abrolhamento floral registou pelo menos 50% de gomos florais ou de estacas com abrolhamento floral.

4. Resultados

4.1. Caracterização Climática

Os concelhos de Campo Maior, Monforte e Elvas, de acordo com a Classificação Climática de Koppén (Vivas, P. 2018), estão inseridos numa região do tipo climático Csa – clima mediterrânico temperado húmido, caracterizado por apresentar um verão quente e seco, um inverno ameno, com a precipitação concentrada no outono e no inverno e uma insolação forte durante todo o ano.

4.1.1. Caracterização do ano em Campo Maior e em Elvas

A informação climática de Campo Maior¹ e Elvas² está realizada sobre os registos meteorológicos de 30 anos, período entre 1989 e 2019. Nesta análise não foi considerada a informação climática sobre Monforte por apenas existir informação meteorológica dos dois últimos anos (2018 e 2019).

A Figura 19 apresenta as médias mensais das temperaturas mínimas, das temperaturas máximas e da precipitação registadas em Campo Maior e em Elvas no período de 1989 a 2019.

Neste período, os valores médios mensais das temperaturas mínimas mais baixas foram registadas no mês de janeiro. Neste mês, as médias das temperaturas mínimas registadas em Campo Maior e em Elvas foram 4,5°C e 4,1°C, respetivamente. Os valores médios das temperaturas máximas mais elevadas ocorreram nos meses de julho e de agosto, aproximadamente 33°C. Neste período, as diferenças mensais nas temperaturas mínimas e máximas registadas nestas duas localidades foram, inferiores a 1°C.

A precipitação média anual registada no período de 1989 a 2019 foi, em Elvas, de 523,0 mm e 468.8 mm em Campo Maior. A precipitação total média em Elvas foi 12% superior à registada em Campo Maior. Os meses de outubro, novembro e dezembro foram, normalmente, os meses de maior precipitação em ambas as localidades. Neste período, Elvas com uma precipitação superior em cerca de 14%, relativamente a Campo Maior,

¹ Dados cedidos pela Associação de Beneficiários do Caia

² Dados cedidos pelo INIAV – Polo de Elvas

registou em média 239,6 mm. Em Elvas, o mês com maior registo de precipitação foi dezembro com 82,2 mm, contrariamente ao que aconteceu em Campo Maior, onde os meses de outubro e novembro foram os que registaram maiores valores de precipitação, com valores de 74 mm. O mês de julho foi o mês com menor precipitação, tanto em Campo Maior como em Elvas, com valores médios de 1,9 mm e de 1,5 mm, respetivamente.

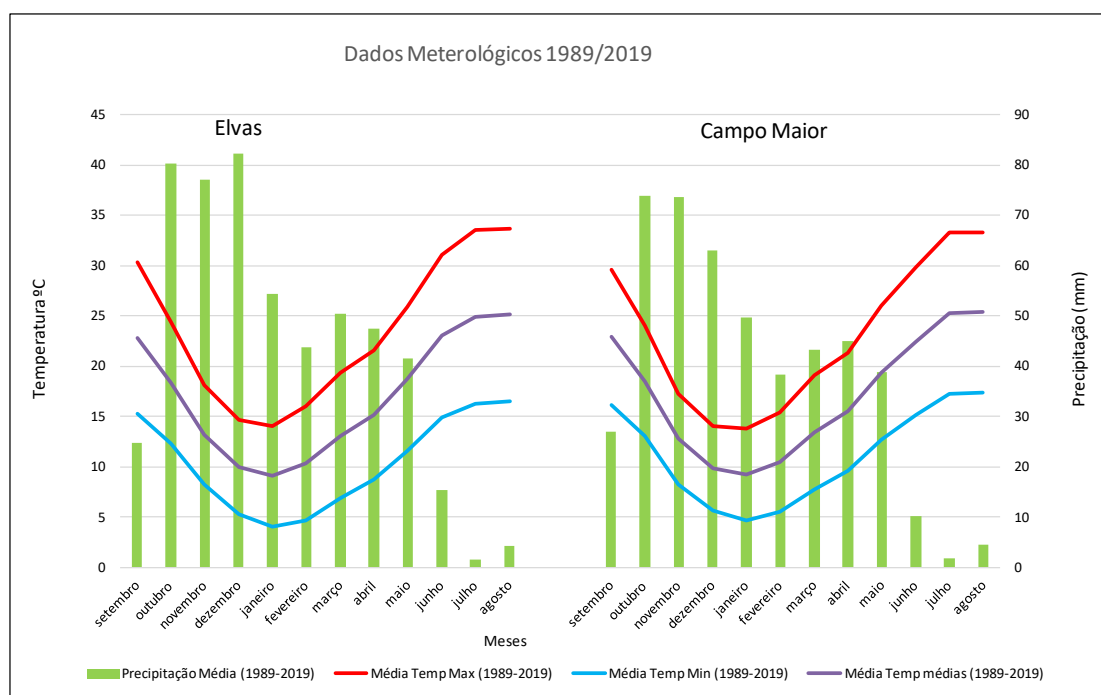


Figura 19 – Temperatura máxima, média e mínima e precipitação total em Elvas e em Campo Maior; valores mensais médios registadas entre setembro a agosto no período de 30 anos (1989 a 2019).

Nestas localidades, e no período de 1989 a 2019, observa-se que a pluviosidade média nos meses de junho a setembro é muito baixa indiciando para esse período um défice hídrico no olival cultivado em sequeiro, maior ou menor de acordo com o tipo de solo. No ciclo anual da oliveira, o ideal seria a planta não estar sujeita a stresse hídrico, mas a oliveira é uma cultura bastante tolerante a este stresse. No entanto, este período de défice sobrepõe-se, pelo menos parcialmente aqueles em que, segundo Orgaz & Fereres (1998), não deve haver stresse. Assim, o primeiro período de défice ocorre no início do verão, data em que se inicia a formação do fruto e até ao início do endurecimento do endocarpo e, por sua vez, o segundo ocorre no final do verão, coincidindo com o crescimento do fruto e a acumulação de gordura.

4.1.2. Caracterização do período de outubro 2018 a fevereiro de 2019

O outono e o inverno são as estações do ano em que a oliveira acumula a quantidade de frio necessário para a quebra da endodormência e o abrolhamento dos gomos florais que se observam ao início da primavera. Nas condições mediterrânicas considera-se que a acumulação de frio possa ocorrer a partir do início do mês de outubro.

Os concelhos de Campo Maior, Monforte e Elvas são concelhos vizinhos e as estações meteorológicas estão distanciadas, aproximadamente, entre 25 a 40 Km. Os registos meteorológicos das estações de Elvas e Monforte³ no período de outubro de 2018 a fevereiro de 2019 são apresentados na Figura 20 (para Campo Maior vai-se considerar a informação da estação meteorológica de Elvas).

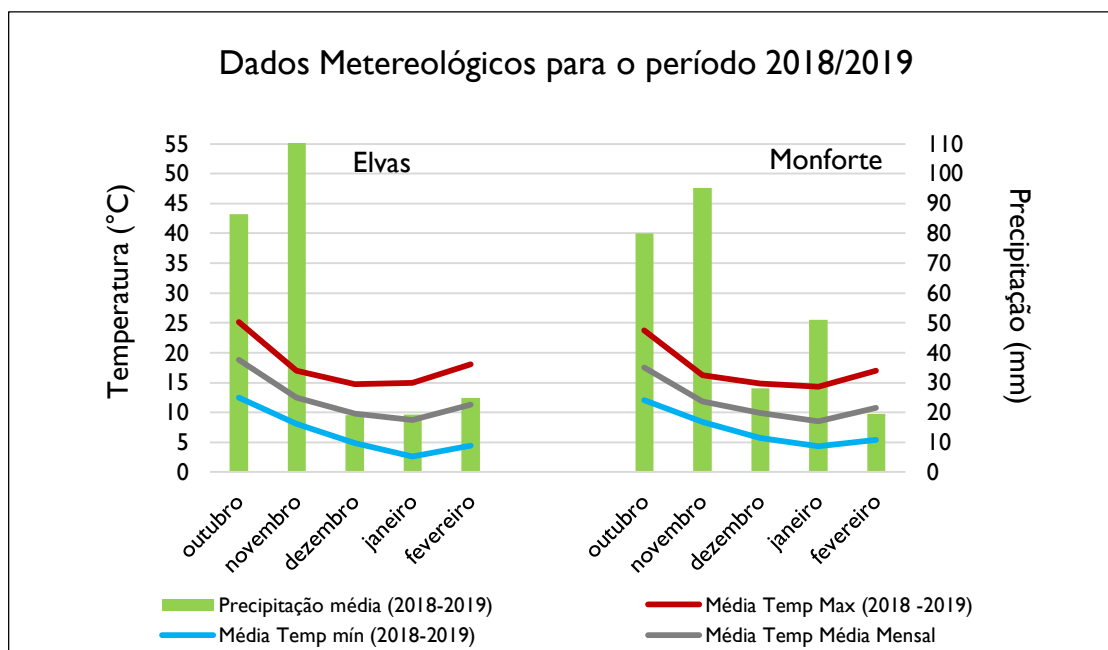


Figura 20 – Temperatura máxima, média e mínima e precipitação total em Elvas e Monforte; valores mensais médios registados desde outubro de 2018 a fevereiro de 2019. (Fonte: Própria)

As médias das temperaturas mínimas no mês de outubro estiveram próximas dos 12°C em Elvas e em Monforte. Nos meses seguintes, as temperaturas baixaram drasticamente em ambas localidades, tendo sido janeiro de 2019 o mês que registou as temperaturas mínimas mais baixas: Elvas com 2.6°C (localidade mais fria) e Monforte com 4.1°C (localidade com temperatura mínima mais elevada).

³ Estação meteorológica da Herdade de Torre das Figueiras

Para o período considerado, as médias das temperaturas máximas mais elevadas foram registadas em outubro de 2018: Elvas com 25,2°C (localidade mais quente) seguida de Monforte com 23,6°C. No mês mais frio, janeiro de 2019, a média da temperatura máxima mais elevada foi registada em Elvas, 15°C, tendo Monforte registado valores mais baixos, 11°C.

Se atendermos à evolução das temperaturas, constatou-se que Elvas se destaca como sendo a localidade que apresentou maior amplitude térmica diária, sobretudo entre os meses de novembro de 2018 a janeiro de 2019. Neste período a média da temperatura mínima registada em Monforte foi quase sempre superior à registada em Elvas.

A precipitação total neste período variou entre os 260,1 mm registados em Elvas e os 226,9 mm registados em Monforte. Os meses de outubro e novembro foram os meses com maior precipitação, tendo Elvas registado 195 mm, enquanto Monforte registou um quantitativo inferior a 10%. Contudo, será de referir que o mês de novembro foi o que registou a maior precipitação total, sendo em Elvas e Monforte de 110,6 mm e 95,2 mm, respetivamente. As diferenças registadas têm a ver possivelmente com fenómenos de precipitação localizada (neste período Elvas registou mais 30 mm que Monforte).

4.1.3. Acumulação de frio. Efeito do ano e do local

Com base no procedimento descrito por Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia *et al.* (2009) procedeu-se ao cálculo das horas-frio (HF) acumuladas mensalmente entre outubro e fevereiro do ano seguinte, período que coincide com a endodormência da oliveira. Para este trabalho selecionou-se a temperatura umbral de 7,2°C proposta por Rallo e Martin (1991).

Nos anos em análise – 2016 / 2017; 2017 / 2018; e 2018 / 2019 (Quadro 2) - foi no mês de janeiro que se observou maior registo de HF acumuladas logo seguido do mês de dezembro. No primeiro mês de registo de HF - outubro – e nos anos de 2016 / 2017 e 2017 / 2018 não se registaram horas de frio acumulado. No último mês de registo de HF - fevereiro - o frio acumulado ocorre sobretudo até ao final do 1º decêndio, sendo que, na maior parte dos anos em análise, no 3º decêndio não se regista HF acumuladas.

Entre anos, foi em 2017 / 2018 que se registou o maior número de HF acumuladas, mais de 100 horas de frio acumulada comparativamente a outros anos. Este resultado explica-se pela ocorrência de um outono e inverno anormalmente frios em 2017/2018.

Entre localidades (Quadro 2) e nos anos em análise, regista-se uma diferença nas HF acumuladas. Elvas foi a localidade com maior registo de HF acumuladas em 2017 / 2018 (mais 28 HF) e em 2018 / 2019 (mais 97 HF); no ano 2016 / 2017 essas diferenças foram mínimas. Estes resultados estão associados com a temperatura mínima mais baixa registada em Elvas.

Quadro 2: Determinação das horas de frio acumulado mensalmente pela fórmula de Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) entre outubro e fevereiro para Monforte e Elvas em 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019

2016/2017	outubro	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	TOTAL
Monforte	0	92	113	290	72	567
Elvas	0	86	132	279	69	566
2017/2018	outubro	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	TOTAL
Monforte	0	32	196	251	228	706
Elvas	1	65	220	243	204	734
2018/2019	outubro	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	TOTAL
Monforte	26	38	137	219	116	536
Elvas	11	55	182	246	139	633

O procedimento Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia *et al.* (2009), de cálculo das HF acumuladas mensalmente apenas contabiliza os períodos do dia em que a temperatura mínima é inferior à temperatura umbral. Comparativamente a esta metodologia, Melo e Abreu *et al.* (2004) propuseram uma outra metodologia para a determinação das HF acumuladas para a oliveira que contabiliza também os períodos do dia com temperatura acima da temperatura umbral e até à temperatura média de 16°C,

assim como propuseram que as oliveiras perdem HF acumuladas nos períodos do dia com temperatura média superior a 16°C e até aos 20,4°C. Nesta circunstância, no procedimento proposto por Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia *et al.* (2009) as HF acumuladas serão menores que as determinadas pela outra metodologia.

Com as horas de frio acumuladas em 2018/2019 realizou-se uma análise estatística. Previamente procedeu-se à realização do teste de homogeneidade das variâncias do frio acumulado (Qui quadrado) para o local e para o mês (Quadro 3).

Quadro 3: Teste de homogeneidade de variâncias das HF acumuladas para o local e o mês (ano 2018/2019) ($p \leq 0,05$)

Fator	Teste Bartlett	Graus de liberdade	Significância
Local	4,774	1	0,029
Mês	393.950	4	0,000

Da análise do Quadro 3, verificamos que o teste de homogeneidade de variâncias, deu significativo para o fator “Local de colheita de material” e altamente significativo para o fator “Mês” o que contraria um dos pressupostos para a realização da análise de variância.

Assim e de acordo com o apresentado no Quadro 2, os registos meteorológicos de acumulação de HF nos dois locais (Elvas e Monforte), foram tendencialmente diferentes e maiores em Elvas.

Os resultados relativamente ao efeito do mês (Quadro 2) indicam que as HF acumuladas foram tendencialmente diferente de uns meses para os outros, sendo que dezembro e janeiro foram os meses em que ocorreu uma maior acumulação de HF.

4.2. Evolução do abrolhamento em gomos axilares

Neste capítulo caracteriza-se a evolução do abrolhamento floral, vegetativo e dos gomos que permaneceram dormentes em estacas de oliveira preparadas a partir de ramos colhidos em olivais durante o período de repouso invernal e após um período de permanência do material vegetal em camara de crescimento.

A colheita de ramos de oliveira selecionados formados na última estação de crescimento foi iniciada na 1ª semana de janeiro de 2019 e decorreu durante seis semanas consecutivas (Quadro 5), tendo a última data de colheita ocorrido na 1ª semana de fevereiro de 2019. As oliveiras foram selecionadas em olivais estabelecidos em Campo Maior – Herdade de Castros, em Elvas – CPRCO, Herdade do Reguengo do INIAV e em Monforte – Sociedade Agrícola Torre das Figueiras. Nesta caracterização optou-se por não apresentar a informação sobre o material colhido no olival em Campo Maior porque os resultados diferenciaram-se dos registados nos outros dois locais, o que poderá justificar-se pelas oliveiras, na campanha anterior, estiveram em safra.

Quadro 4: Datas de observação do abrolhamento de gomos florais e vegetativos em estacas de oliveira por data de colheita da rama nos olivais

DATA 1 (05/01/019)	DATA 2 (10/01/019)	DATA 3 (17/01/019)	DATA 4 (24/01/019)	DATA 5 (31/01/019)	DATA 6 (07/02/019)
5ª semana	4ª semana	5ª semana	3ª semana	3ª semana	3ª semana
6ª semana	5ª semana		5ª semana	5ª semana	4ª semana
8ª semana	7ª semana			6ª semana	5ª semana

As estacas de oliveira durante o seu período de permanência em Fitoclima manifestaram uma boa adaptação a este condicionalismo, não se tendo observado cloroses, necroses, nem secagem dos gomos ou perda de grande número de folhas. A quantidade de estacas que se perderam foi inferior a 1% (Figura 21). A monitorização do abrolhamento floral e vegetativo foi realizada durante várias semanas após a colocação do material vegetal no Fitoclima. A primeira observação com registo verificou-se apenas na 3ª semana.



Figura 21 – Estacas de oliveiras em vasos com perlite humedecida

Nas duas primeiras datas de colheita de rama de oliveira, os registos de observações efetuaram-se à 5^a e 4^a semana, respetivamente, porque o abrolhamento era muito reduzido. Pelo contrário, a partir da 4^a data de colheita de rama de oliveira começou a observar-se o surgimento dos primeiros abrolhamentos em datas anteriores. Estes resultados sugerem que a fase de forçagem, de acumulação de calor, já teria sido iniciada no olival, em muitas das oliveiras.

4.2.1. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 1^a data de colheita

Na Figura 22 apresentam-se as fotos de estacas de algumas cultivares da 1^a data de colheita de rama. De destacar as fotos das cultivares 'Cobrançosa' (CO) e 'Verdeal de Serpa' (VS).

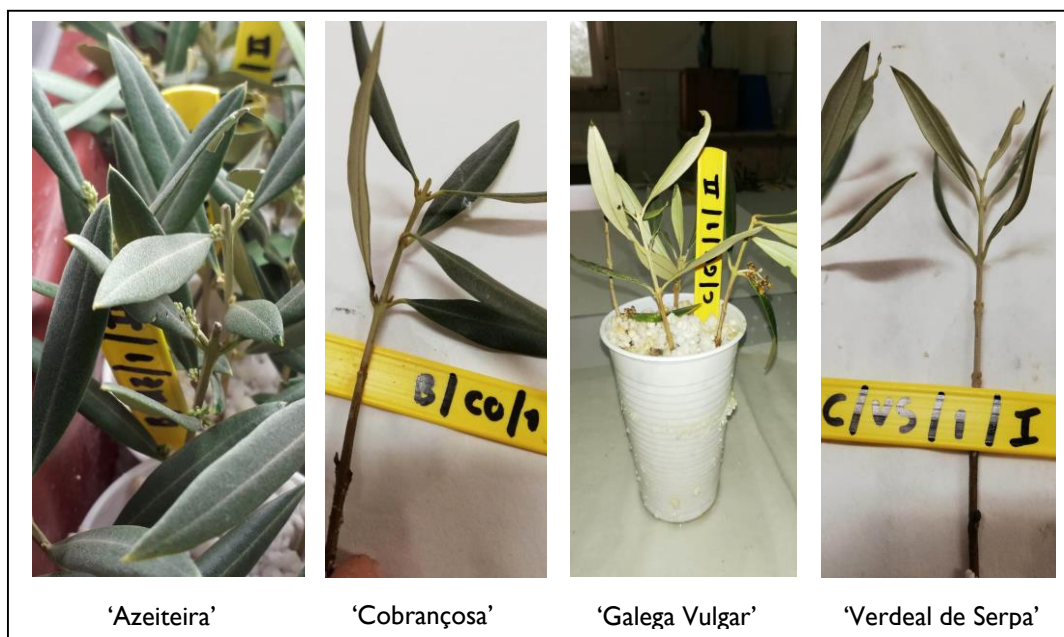


Figura 22 – Abrolhamento em estacas colhidas na 1ª data de colheita

Da 1ª data de colheita de rama (05 de janeiro), em Elvas (Figura 23) as estacas de 'Cobrançosa' e 'Cordovil de Serpa' não registaram abrolhamento de gomos florais em nenhuma data de observação. Nas restantes cultivares observou-se abrolhamento de gomos florais na primeira data de observação (5ª semana) tendo incrementado esse número para as datas de observação seguintes, com exceção de 'Verdeal de Serpa' em que foi registado abrolhamento apenas a partir da segunda data de observação (6ª semana). Na 1ª data de colheita de ramos em Elvas todas as cultivares tiveram um abrolhamento floral inferior a 50%, com exceção de 'Azeiteira' com 69% de gomos florais abrolhados a partir da 6ª semana.

Nesta data de colheita, em Monforte (Figura 24) não se registou abrolhamento de gomos florais em nenhuma estaca de 'Cobrançosa' e 'Galega Vulgar'. A cultivar 'Azeiteira' destacou-se por apresentar um abrolhamento de gomos florais superior a 50% desde a 1ª data de observação (5ª semana).

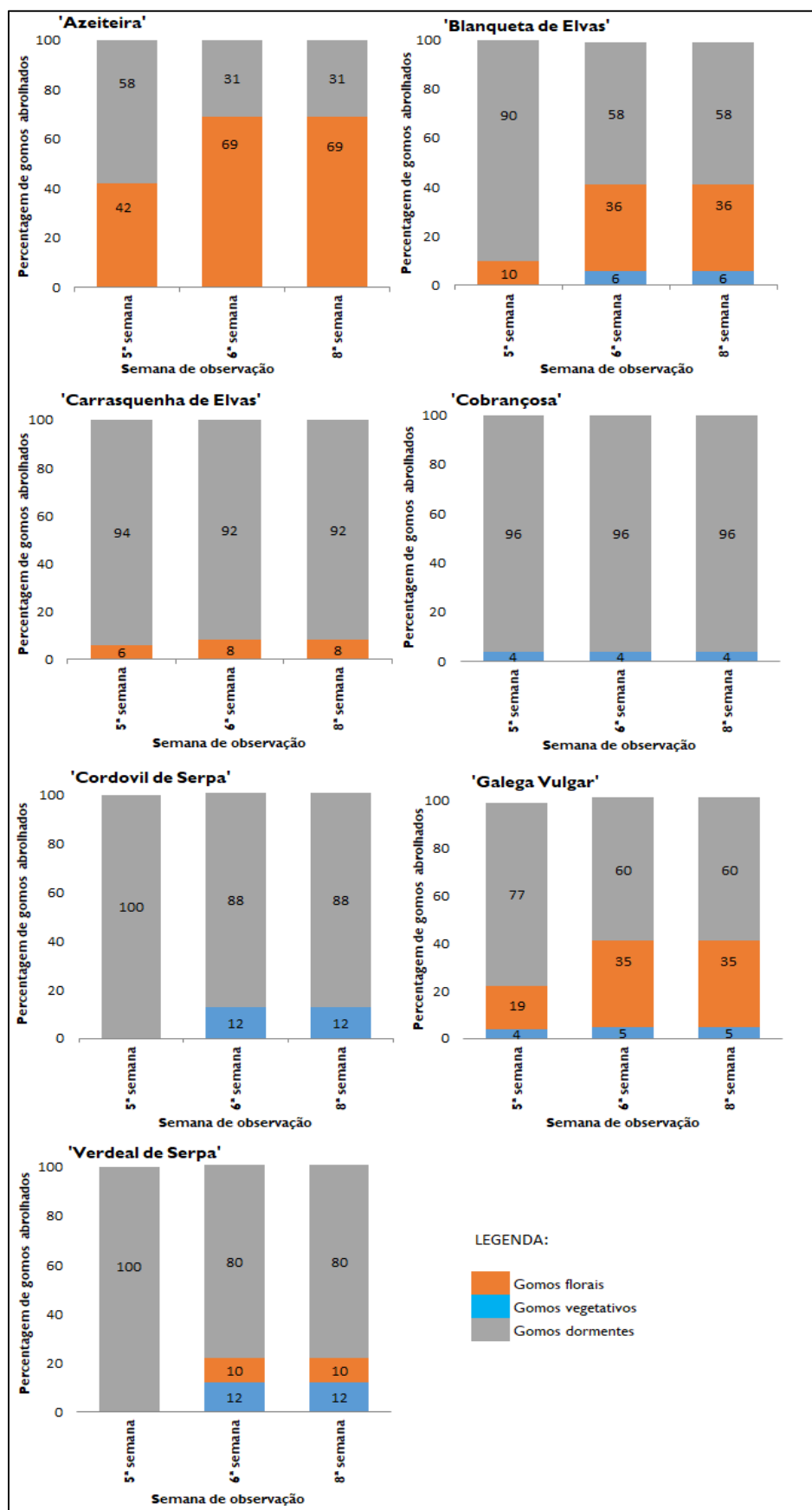


Figura 23 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Elvas a 5 de janeiro de 2019 (DATA I)

Nas estacas colhidas nos dois locais, a maioria dos gomos axilares permaneceu dormente durante todo o período. Em Elvas a quantidade de gomos dormentes foi superior a 80% do total de gomos axilares em ‘Carraquenha de Elvas’, ‘Cobrançosa’, ‘Cordovil de Serpa’ e ‘Verdeal de Serpa’; ou superior a 55% em ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Galega Vulgar’. Em Monforte, a proporção de gomos dormentes manteve-se igual ou superior. O abrolhamento de gomos vegetativos foi reduzido, inferior a 15%.

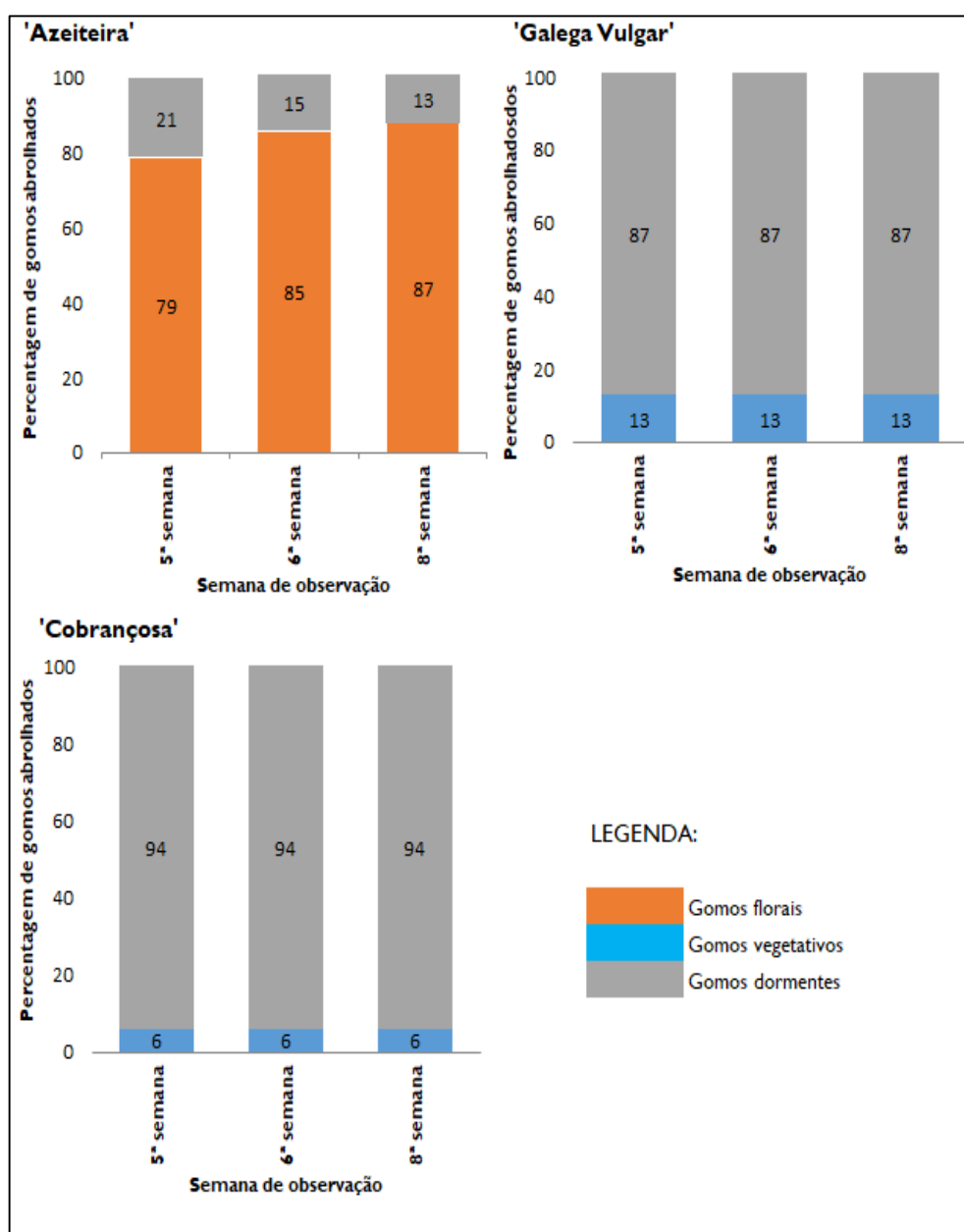


Figura 24 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Monforte a 5 de janeiro de 2019 (DATA I)

4.2.2. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 2ª data de colheita

Na 2ª data de colheita (10 de janeiro), em Elvas (Figura 25) não se apresenta a evolução do abrolhamento nas cultivares ‘Cobrançosa’, ‘Cordovil de Serpa’ e ‘Verdeal de Serpa’ por se terem registado resultados considerados anómalos.

Nas restantes cultivares foi observado abrolhamento floral; em ‘Azeiteira’ e ‘Carrasquenha de Elvas’ a partir da 2ª data de observação (5ª semana); e nas restantes a partir da 1ª data de observação (4ª semana). Nesta data todas as cultivares tiveram um abrolhamento floral inferior a 50%, à exceção de ‘Azeiteira’ com 50% a partir da 2ª data de observação (5ª semana).

Nesta data de colheita em Monforte (Figura 26) não se registou abrolhamento floral em nenhuma estaca de ‘Cobrançosa’; em ‘Azeiteira’ e em ‘Galega Vulgar’ houve abrolhamento floral a partir da 1ª (4ª semana) e 2ª data de observação (5ª semana), respetivamente.

Em Elvas e Monforte e nesta data de colheita também se registou um acentuado incremento no abrolhamento floral da 4ª para a 5ª semana de observação. Em ambos os locais e comparativamente à data de colheita de rama anterior também se registou uma redução de gomos axilares dormentes sendo que o abrolhamento de gomos vegetativos foi inferior a 16%, à exceção de ‘Galega Vulgar’ com 27% em Elvas.

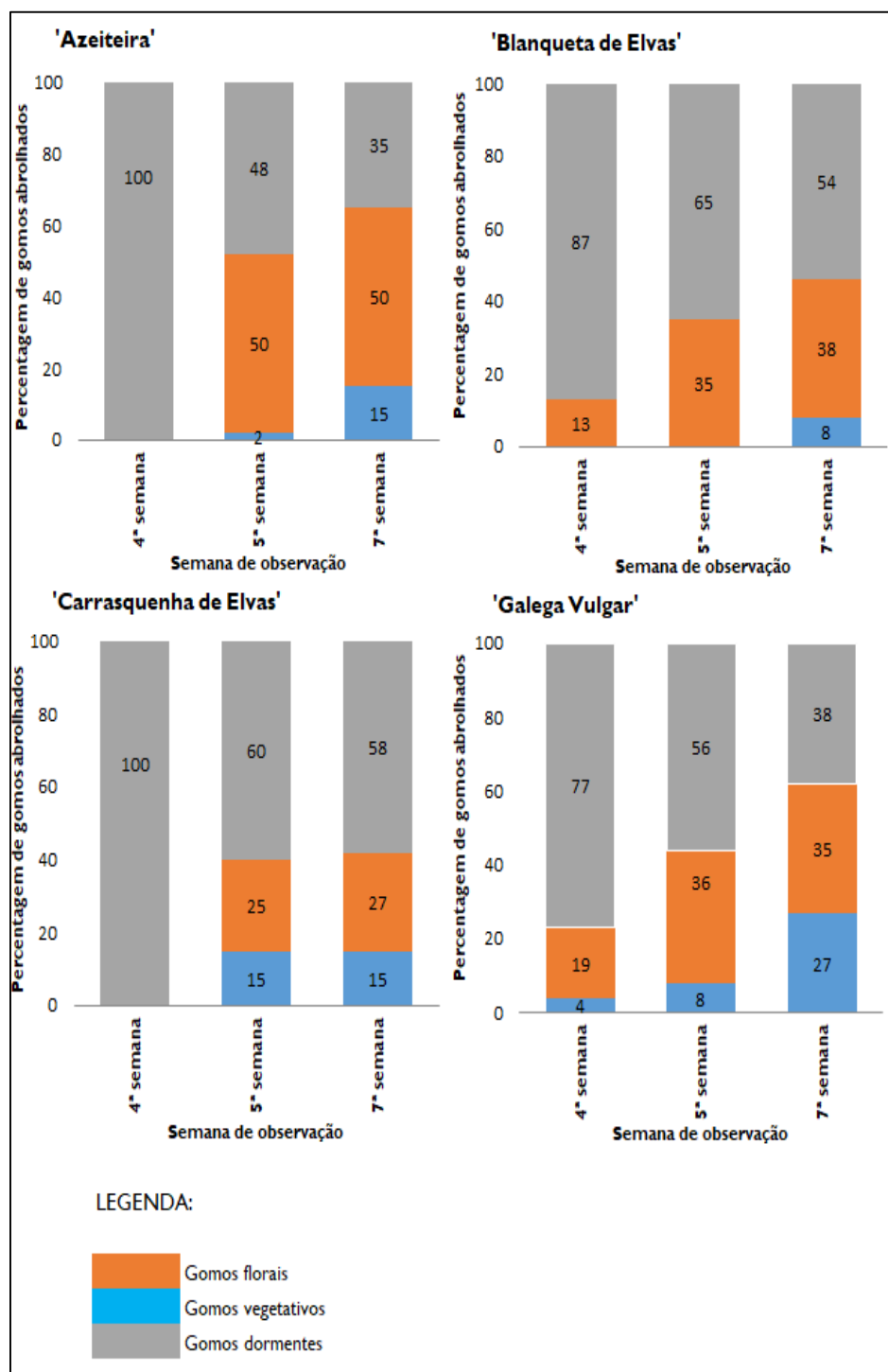


Figura 25 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Elvas a 10 de janeiro de 2019 (DATA 2)

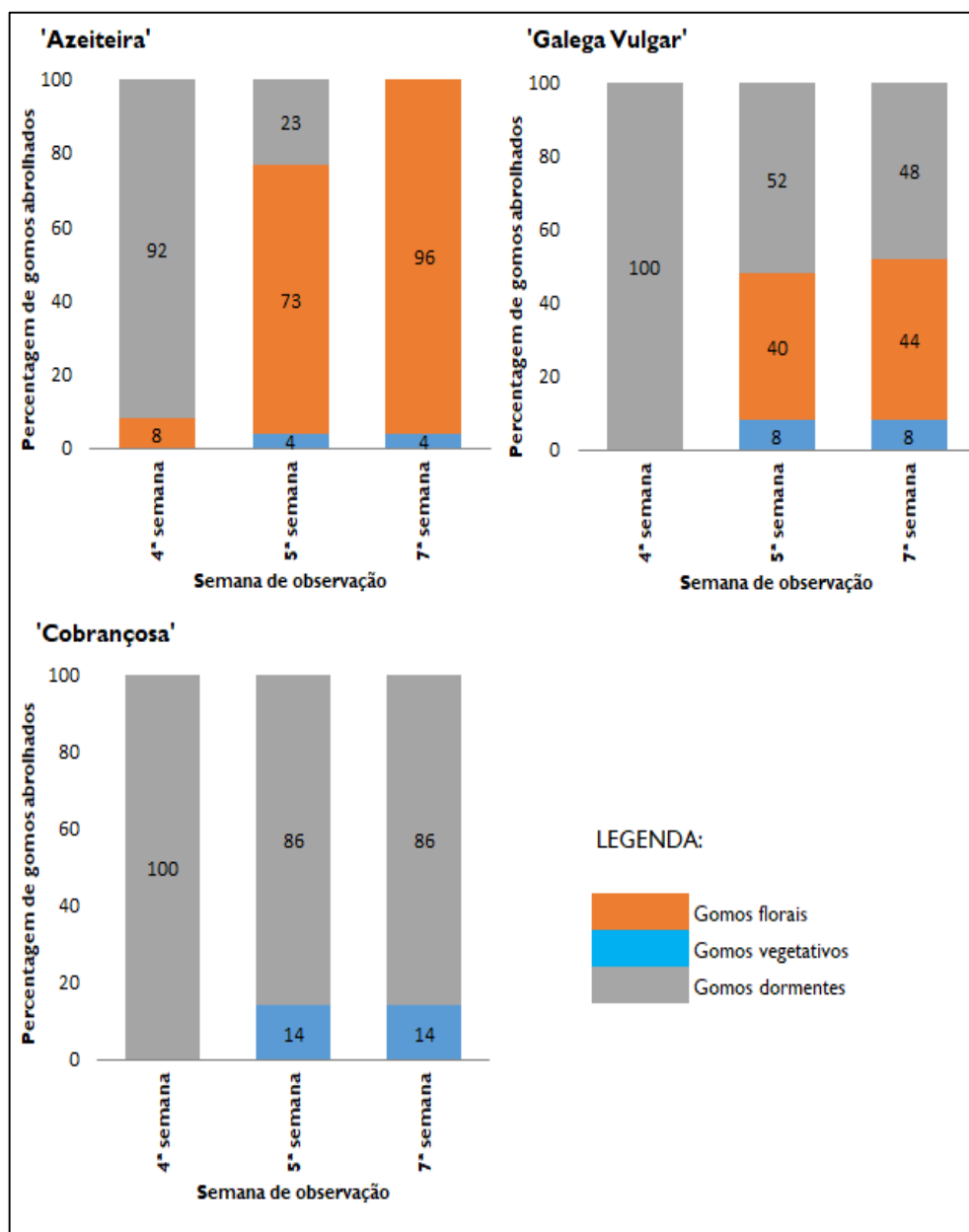


Figura 26 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar colhidas em Monforte a 10 de janeiro de 2019 (DATA 2)

4.2.3. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 3ª data de colheita

Houve uma falha no procedimento experimental para o material vegetal colhido nesta data de colheita (dia 17 de janeiro) e apenas permitiu a avaliação à 5ª semana após a sua colocação na camara de crescimento (ver subcapítulo 4.3).

4.2.4. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 4ª data de colheita

A partir da 4ª data de colheita (dia 24 de janeiro), as primeiras estacas com gomos florais começaram a observar-se mais cedo e na 1ª data de observação (3ª semana) registaram-se para todas as cultivares em estudo. Nesta data de colheita e em Elvas (Figura 27) observou-se um acréscimo no abrolhamento floral da 1ª data (3ª semana) para a 2ª data de observação (5ª semana), particularmente em ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Cobrançosa’ e ‘Galega Vulgar’; o valor do abrolhamento floral desde a 1ª data de observação (3ª semana), em ‘Azeiteira’, ‘Carrasquenha de Elvas’, ‘Cobrançosa’ e ‘Galega Vulgar’ foi superior a 50%.

Nesta data de colheita em Monforte (Figura 28), apenas em ‘Azeiteira’ se observou um acréscimo no abrolhamento floral da 1ª (3ª semana) para a 2ª data de observação (5ª semana); e esse abrolhamento foi, desde a 1ª data de observação (3ª semana), superior a 50%.

A maioria dos gomos axilares permaneceu dormente (>50%) em Elvas nas cultivares ‘Cordovil de Serpa’ e ‘Verdeal de Serpa’; e em Monforte em ‘Cobrançosa’ e ‘Galega Vulgar’ (Figuras 27 e 28). O abrolhamento vegetativo foi reduzido (<10%), com exceção de ‘Blanqueta de Elvas’ (em Elvas) e ‘Galega Vulgar’ (em Monforte) que superaram os 20%.

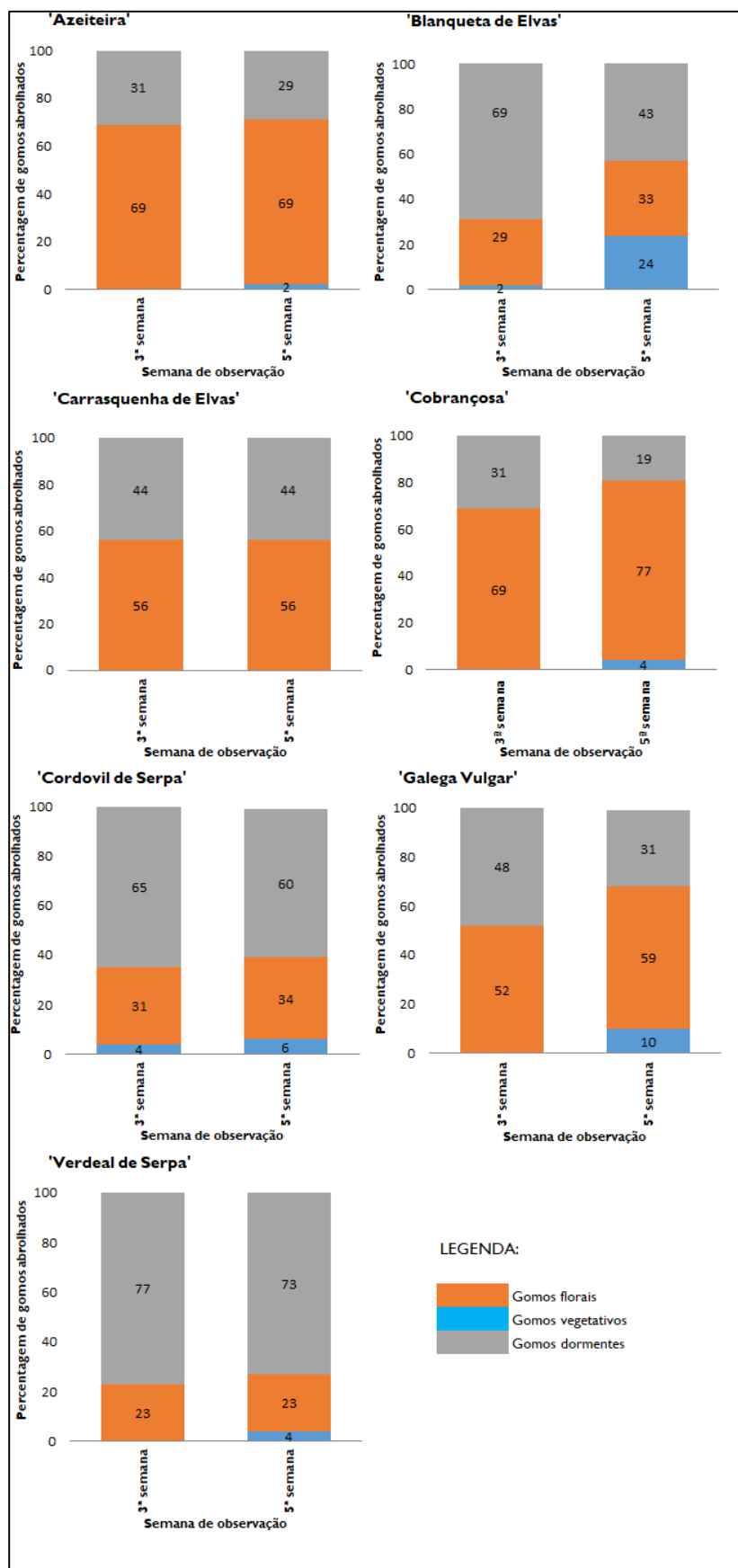


Figura 27 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Elvas a 24 de janeiro de 2019 (DATA 4)

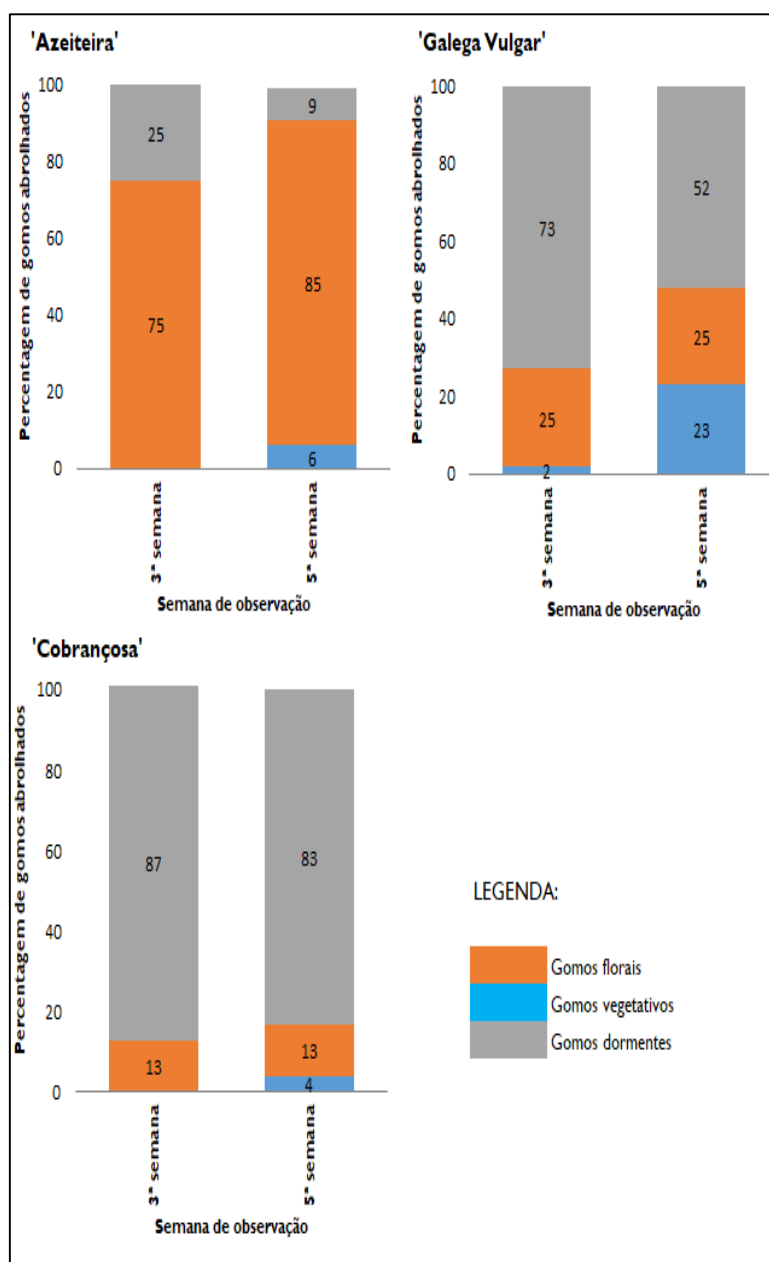


Figura 28 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Monforte a 24 de janeiro de 2019 (DATA 4)

4.2.5. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 5ª data de colheita

Na 5ª data de colheita de rama (31 de janeiro) em Elvas (Figura 29), tal como na data anterior, observou-se um acréscimo no abrolhamento floral da 1ª data de observação (3ª semana) para a 2ª data (5ª semana) e para a seguinte (6ª semana). Na 2ª data (5ª

semana) foi no entanto possível apreciar as principais diferenças entre as cultivares de oliveira para o abrolhamento floral. Nesta data, e pela primeira vez em todas as cultivares em estudo, o abrolhamento floral foi superior a 50%.

Nesta data de colheita, em Monforte (Figura 30), também se registou um acréscimo no abrolhamento floral, particularmente da 1ª data (3ª semana) para a 2ª data (5ª semana). Nesta data, apenas em ‘Galega Vulgar’ o abrolhamento floral não superou os 50%.

Nesta data e em ambas as localidades, e pela primeira vez em todas as cultivares, a maioria dos gomos axilares não ficou dormente. O abrolhamento de gomos vegetativos, nomeadamente na 6ª semana de observação, superou os 20% nas cultivares ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Cobrançosa’, ‘Cordovil de Serpa’ e ‘Verdeal de Serpa’ em Elvas e ‘Galega Vulgar’ em Monforte.

4.2.6. Evolução do Abrolhamento nas estacas da 6ª data de colheita

Na 6ª data de colheita de rama (7 de fevereiro) em Elvas (Figura 31), a semelhança das datas anteriores, observou-se um acréscimo no abrolhamento floral da 1ª data de observação (3ª semana) para as datas seguintes (4ª e 5ª semana). Na 1ª data de observação, o abrolhamento floral apenas não superava os 50% em algumas cultivares. Na 3ª data de observação (5ª semana) foi possível apreciar as principais diferenças no abrolhamento floral entre as cultivares de oliveira.

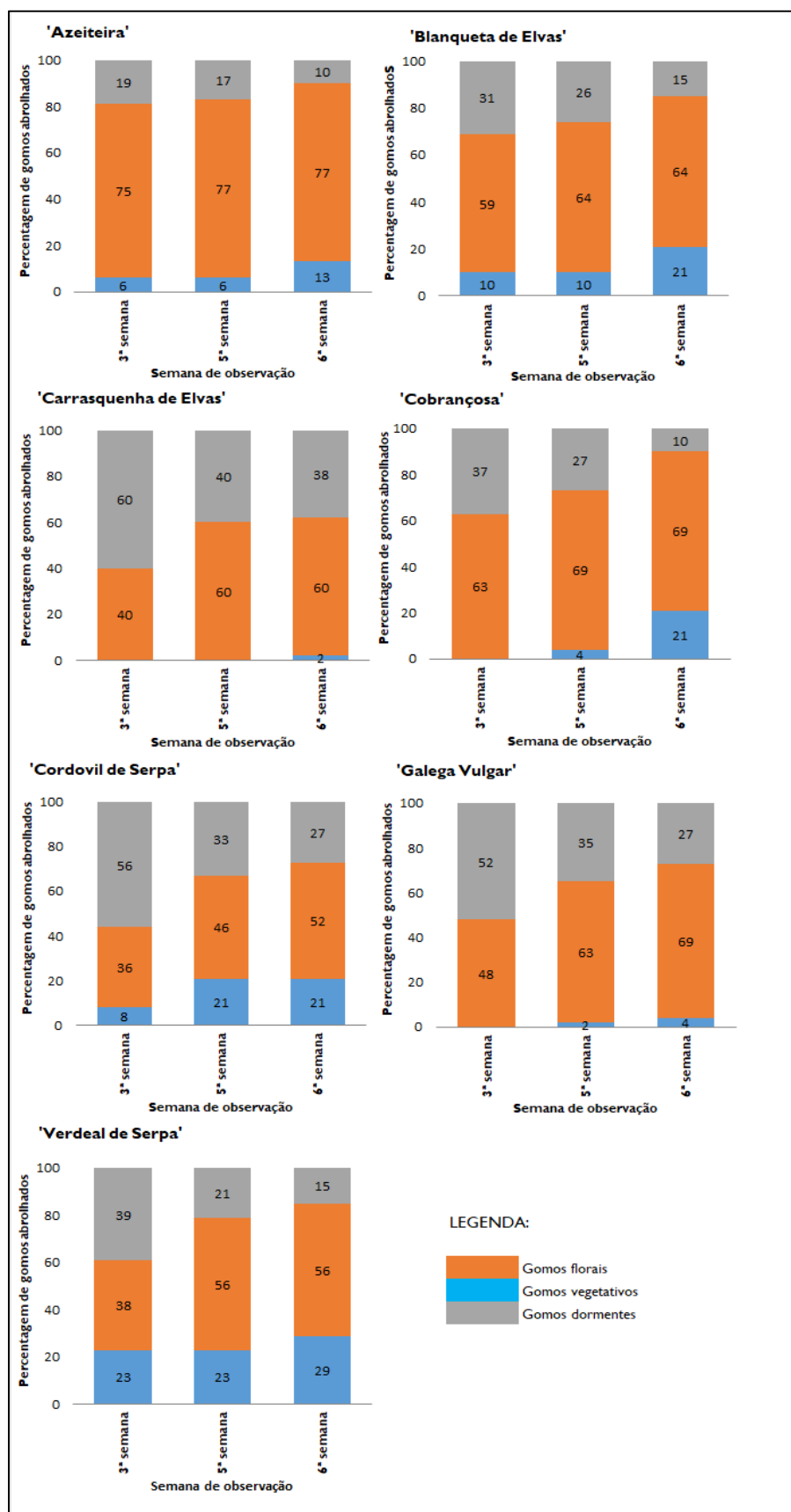


Figura 29 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Elvas a 31 de janeiro de 2019 (DATA 5)

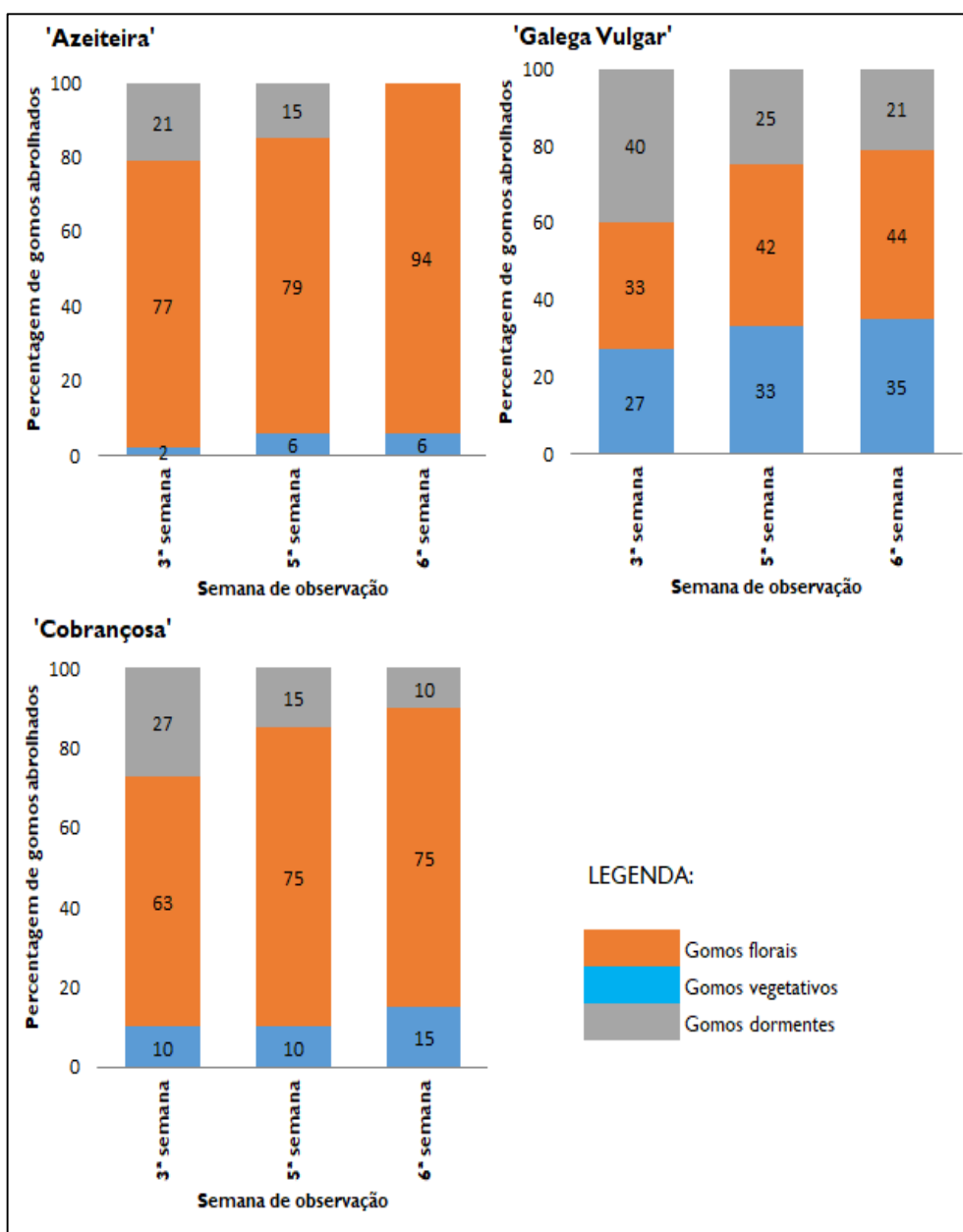


Figura 30 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Monforte a 31 de janeiro de 2019 (DATA 5)

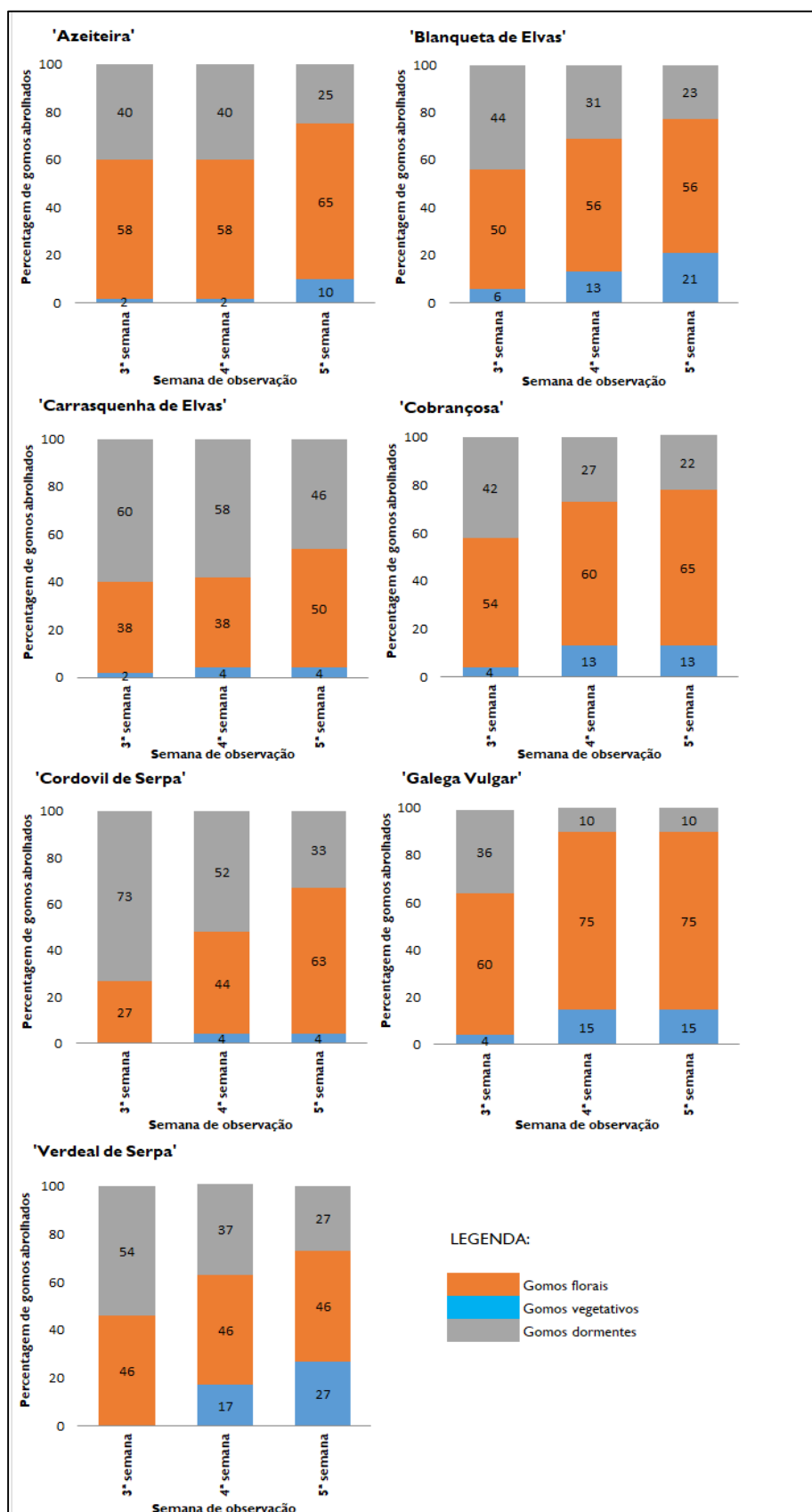


Figura 31 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Elvas a 7 de fevereiro de 2019 (DATA 6)

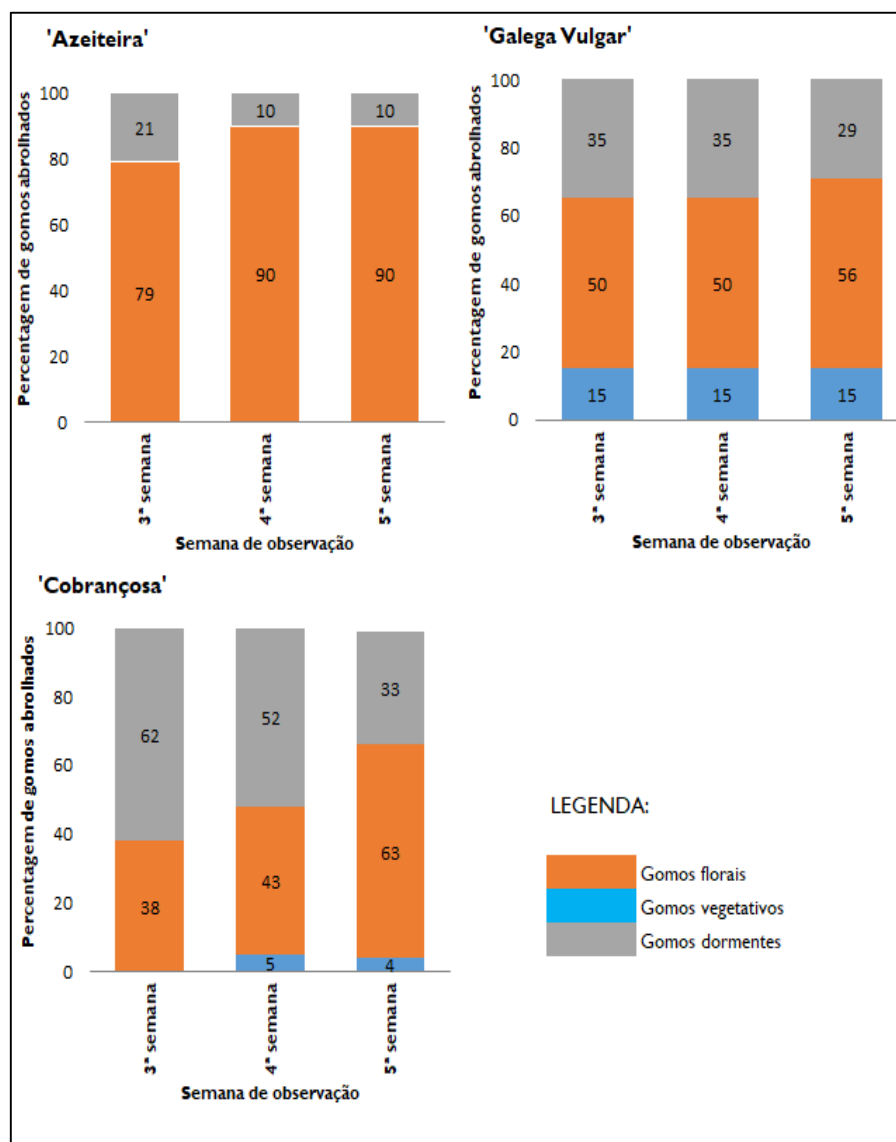


Figura 32 – Evolução do abrolhamento em estacas de oliveira por cultivar, colhidas em Monforte a 7 de fevereiro de 2019 (DATA 6)

Nesta data de colheita em Monforte (Figura 32), todas as cultivares registaram um abrolhamento floral acima de 50%, sendo que em 'Cobrançosa' apenas ocorreu na 3ª data de observação (5ª semana).

Nesta data, como nas duas anteriores datas de colheita, em ambas as localidades a maioria dos gomos axilares não ficaram dormentes. O abrolhamento de gomos vegetativos observou-se sobretudo na 3ª semana de observação (5ª semana) e apenas a 'Verdeal de Serpa' em Elvas superou os 25%.

Na 5ª data de colheita (31 de janeiro), e que se repetiu na 6ª e última data, em todas as cultivares de oliveira em Elvas e na maioria das cultivares em Monforte, o abrolhamento floral foi superior a 50%. A partir dessa data também a maioria dos gomos axilares não permaneceram dormentes. Num trabalho experimental em condições controladas Ramos *et al.* (2005), compararam o abrolhamento em estacas de oliveira com e sem folhas e concluíram que as folhas jogaram um papel importante na prevenção do abrolhamento extemporâneo dos gomos e no desenvolvimento dos gomos da oliveira responsáveis pela floração do ano seguinte. Este mecanismo poderá justificar o elevado número de gomos dormentes presentes nas estacas das primeiras datas de colheita.

4.3. Exigências em frio e o abrolhamento floral

A oliveira frutifica em ramos que se desenvolveram na estação anterior. No final do período de crescimento a planta entra em repouso invernal, sendo necessária a acumulação de unidades de frio para a quebra da endodormência e o abrolhamento floral nesses ramos. As exigências em frio variam com as cultivares utilizadas.

Neste capítulo são apresentados os resultados do abrolhamento floral para as cultivares de oliveira estabelecidas em três locais (Campo Maior, Elvas e Monforte) e obtidos mediante a caracterização do abrolhamento em estacas cultivadas em Fitoclima (temperatura de 20°C, humidade relativa elevada e fotoperíodo de 12 horas) após período de permanência de cinco semanas.

Esta caracterização foi realizada utilizando duas metodologias, conforme anteriormente referido. Na primeira (procedimento I), o abrolhamento floral de uma cultivar foi determinado pela proporção de botões florais (estados 53, 55 ou superior da classificação BBCH) relativamente ao número total de gomos axilares. Na segunda (procedimento II), o abrolhamento floral foi determinado pela proporção de estacas com abrolhamento floral, sendo considerada estaca abrolhada desde que apresentasse um gomo floral no estado 53, 55 ou superior da classificação BBCH (Sanz-Cortés *et al.*, 2002).

4.3.1. Cultivares de oliveira em Campo Maior

Nesta localidade utilizaram-se as cultivares 'Azeiteira', 'Blanqueta de Elvas' e 'Carrasquenha de Elvas' estabelecidas em olivais intensivos e regados da Herdade de Castros. No inverno de 2018, a maioria das oliveiras apresentavam reduzido crescimento vegetativo da estação anterior dado que a campanha da azeitona que estava a terminar coincidiu com um ano de safra importante.

Nas Figuras 33 e 34 desenharam-se as linhas de tendência linear / equações de regressão para descrever a relação entre as variáveis HF (variável independente - x) e o abrolhamento floral (variável dependente - y) e o valor do R-quadrado que indica o nível de precisão desta linha. As equações lineares que se apresentam para 'Azeiteira' e 'Carrasquenha de Elvas' apresentam geralmente um coeficiente R^2 muito alto indicando um elevado grau de associação linear. Em 'Blanqueta de Elvas' a enorme dispersão observada nos resultados apurados justificam o baixo coeficiente de Regressão.

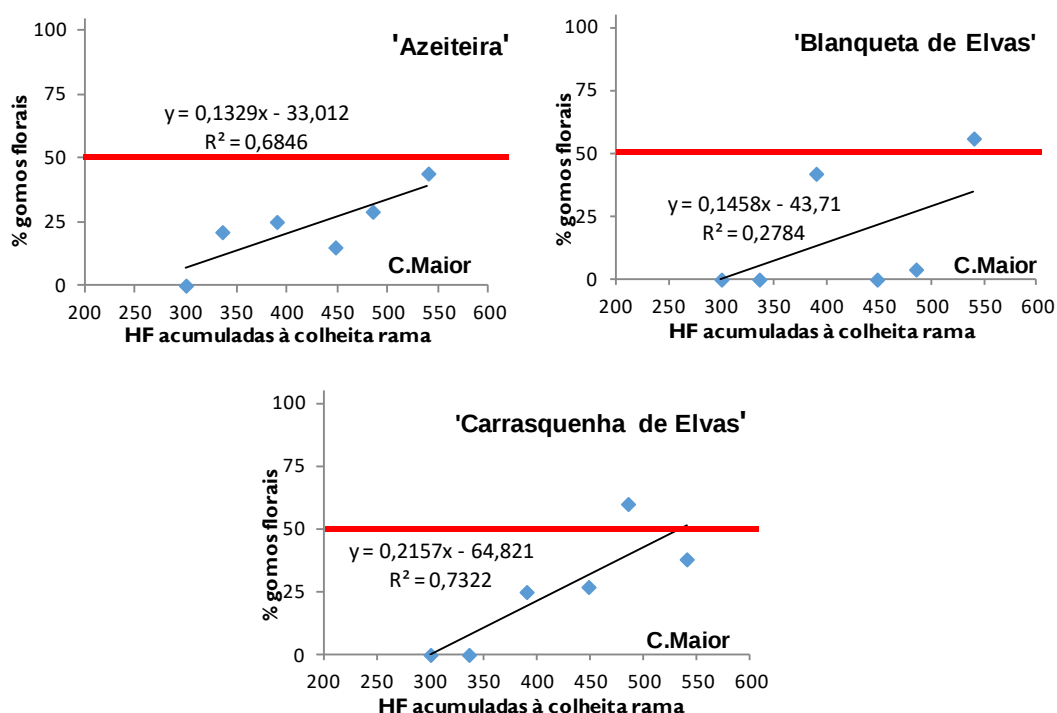


Figura 33 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento I) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Cross-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) no olival em Campo Maior e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada

Na 1ª data de colheita de rama em Campo Maior – 300 HF (mais 53HF acumulado que o registado em Monforte) - o abrolhamento floral foi nulo em todas as cultivares avaliadas (Figura 33 e 34). Na 2ª data de colheita – 336HF - verificou-se abrolhamento floral apenas em ‘Azeiteira’. Nesta data e de acordo com o Procedimento I apenas abrolharam cerca de 20% de gomos florais; pelo Procedimento II, a maioria das estacas (> 50%) apresentou pelo menos um gomo abrolhado floral. Nas cultivares ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Carrasquenha de Elvas’, o primeiro registo de gomos abrolhados florais ocorreu na 3ª data – 390HF. Nas datas de colheita posteriores em ‘Azeiteira’ e em ‘Carrasquenha de Elvas’ verificou-se um aumento progressivo do abrolhamento floral; em ‘Blanqueta de Elvas’ registou-se uma elevada irregularidade nos registos, que poderá estar associada com erros de observação e/ou à qualidade da rama.

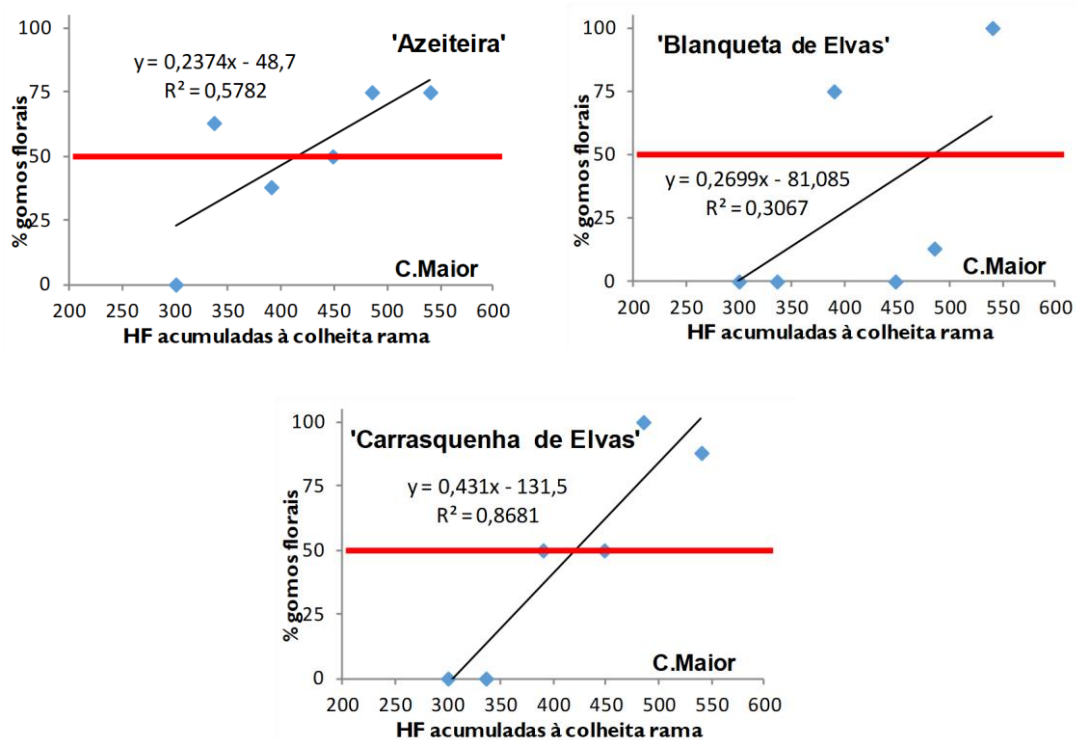


Figura 34 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento II) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) no olival em Campo Maior e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada

Na última data de colheita de rama – 540HF – o abrolhamento floral pelo Procedimento I em todas as cultivares foi inferior a 50% (Figura 33); o abrolhamento floral pelo Procedimento II e para todas as cultivares foi superior a 50% (Figura 34).

Estes resultados são aparentemente contraditórios, pois pelo Procedimento I, ao contrário do Procedimento II, no final do período de colheita de rama de oliveira nenhuma cultivar tinha as HF satisfeitas. Em todas as cultivares avaliadas em Campo Maior e em todas as datas de colheita de rama nos olivais da Herdade de Castro a maioria dos gomos axilares das estacas colocadas em Fitoclima permaneceu no estado dormente. Esta condição foi também registada entre o material vegetal procedente dos outros locais, com exceção de ‘Azeiteira’, mas só na 1ª e 2ª datas de colheita tendo a maioria dos gomos permanecido no estado dormente (ver capítulo 4.2 - caracterização do abrolhamento).

Antes da 1ª data de colheita de rama procedeu-se nas parcelas de olival de Campo Maior a uma avaliação exaustiva das oliveiras tendo-se selecionado as árvores que apresentaram os maiores crescimentos vegetativos da campanha anterior. Esta ação foi positiva para a seleção das oliveiras com mais ramos mas não evitou o efeito da safra. Uma das principais características desta espécie é a safra e a contrassafra, sendo que num ano de contrassafra as árvores apresentam uma forte redução da carga floral e em condições extremas podem chegar a não produzir frutos (Lavee, 1996). Esta menor produção de frutos em ano de contrassafra está diretamente associada com o menor crescimento vegetativo e à inibição da indução floral registado em ano de safra.

4.3.2. Cultivares de oliveira em Elvas

Nesta localidade utilizaram-se as cultivares ‘Azeiteira’, ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Carrasquenha de Elvas’, ‘Cobrançosa’, ‘Cordovil de Serpa’, ‘Galega Vulgar’ e ‘Verdeal de Serpa’ estabelecidas na parcela AVI da CPRCO, em Elvas.

Na 1ª data de colheita de rama em Elvas - 305 HF (mais 58 HF acumulado que o registado em Monforte), a cultivar ‘Azeiteira’ apresentou um abrolhamento floral de acordo com

o Procedimento I e II, de $\pm 40\%$ e $\geq 50\%$, respetivamente. Nesta data e pelo Procedimento I, 'Blanqueta de Elvas', 'Carrasquenha de Elvas' e 'Galega Vulgar' registaram um abrolhamento inferior a 20% de gomos florais; pelo Procedimento II o abrolhamento floral observado foi superior, mas menor que 50% (Figuras 35 e 36).

Em 'Cobrançosa', 'Cordovil de Serpa' e 'Verdeal de Serpa' os primeiros registos de gomos abrolhados florais em Elvas ocorreram na 3ª data - 447 HF acumulado.

Nas datas de colheita posteriores, verificou-se um aumento progressivo do abrolhamento floral. Na última data de colheita de rama em Elvas – 7 de fevereiro de 2019, 552 HF (mais 75HF acumulado que o registado em Monforte) - o abrolhamento floral em todas as cultivares e com as duas metodologias de avaliação foi superior a 50%. Este resultado indica que no final do período experimental de colheita de rama, neste olival em Elvas, todas as cultivares em estudo tinham as HF satisfeitas.

As linhas de tendência linear / equações de regressão que medem o grau de associação linear entre as HF acumuladas e o abrolhamento floral (Procedimento I e II) são apresentadas nas Figuras 35 e 36. As equações lineares apresentam um elevado coeficiente R^2 para as cultivares estudadas, indicando um elevado valor de associação linear, com exceção de 'Azeiteira' e 'Carrasquenha de Elvas' com o Procedimento II; para se obter outro resultado com estas cultivares o procedimento experimental deveria ter sido iniciado mais cedo.

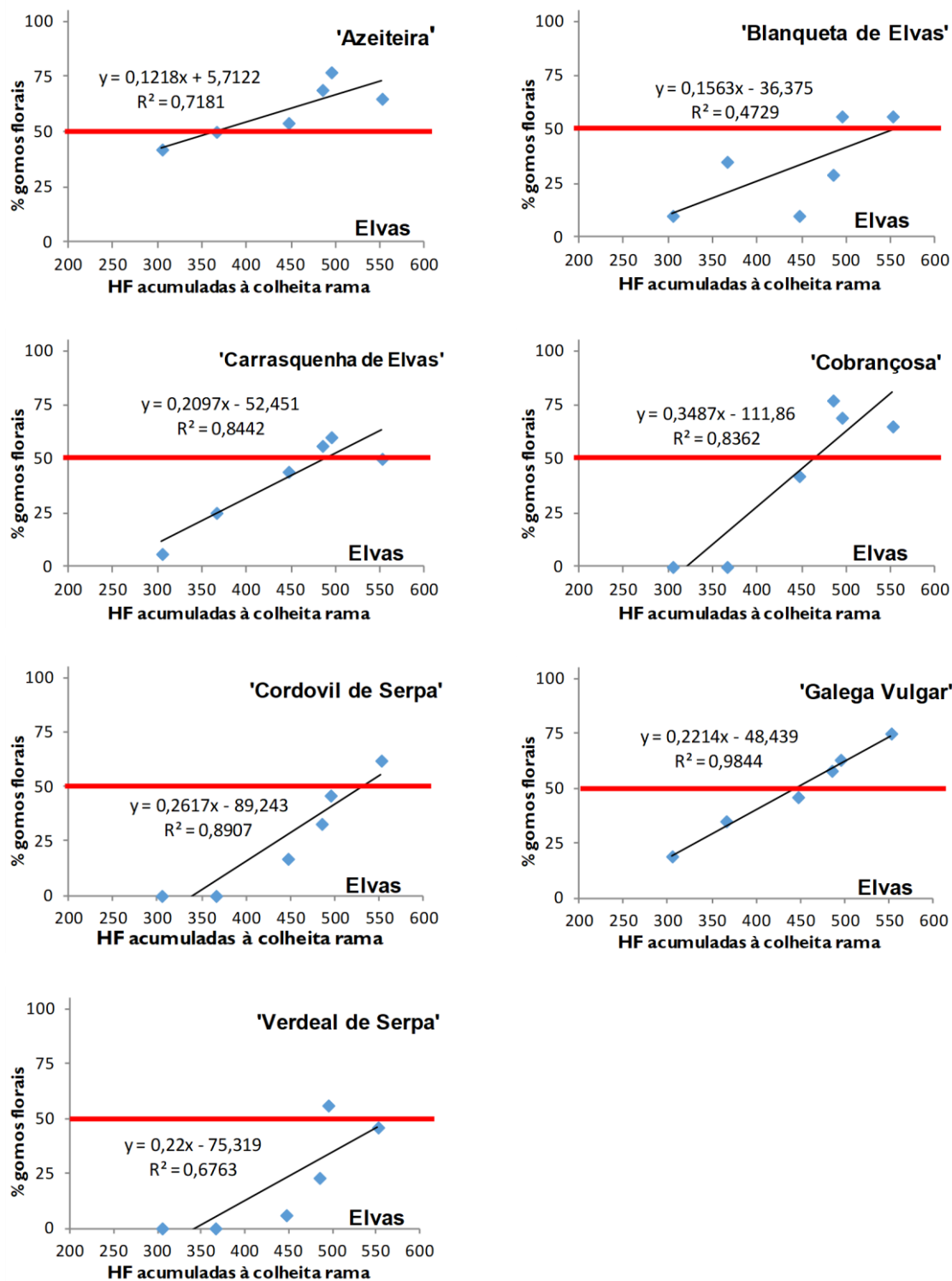


Figura 35 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento I) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) no olival AVI da CPRCO em Elvas e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada

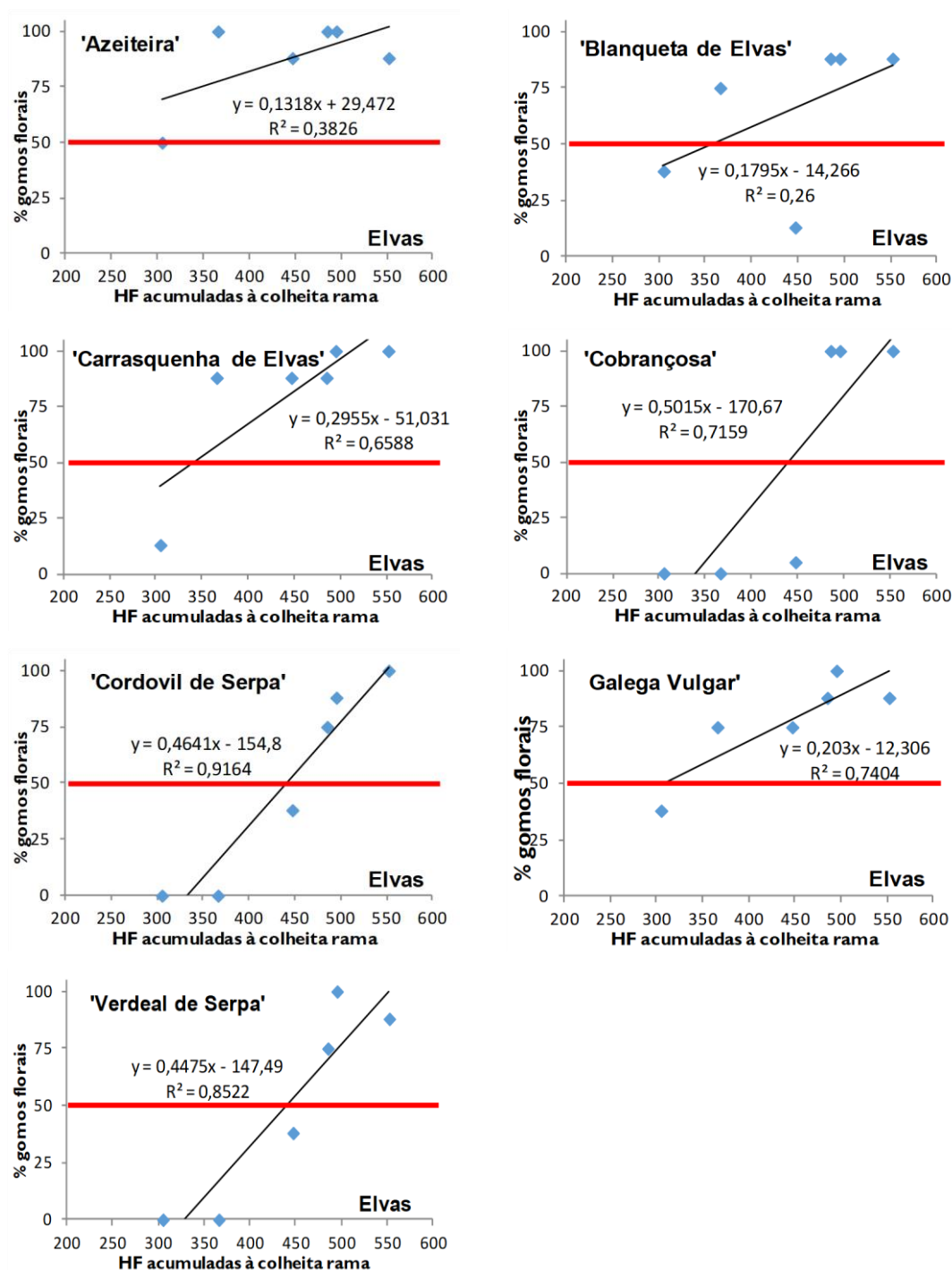


Figura 36 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento II) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) no olival AVI da CPRCO em Elvas e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada

4.3.3. Cultivares de oliveira em Monforte

Nesta localidade, utilizaram-se as cultivares ‘Azeiteira’, ‘Cobrançosa’ e ‘Galega Vulgar’ estabelecidas nos olivais intensivos regados da Sociedade Agrícola Torre das Figueiras, Monforte. Nas Figuras 37 e 38 são apresentados os resultados do abrolhamento floral após o período de permanência de 5 semanas em câmara de crescimento.

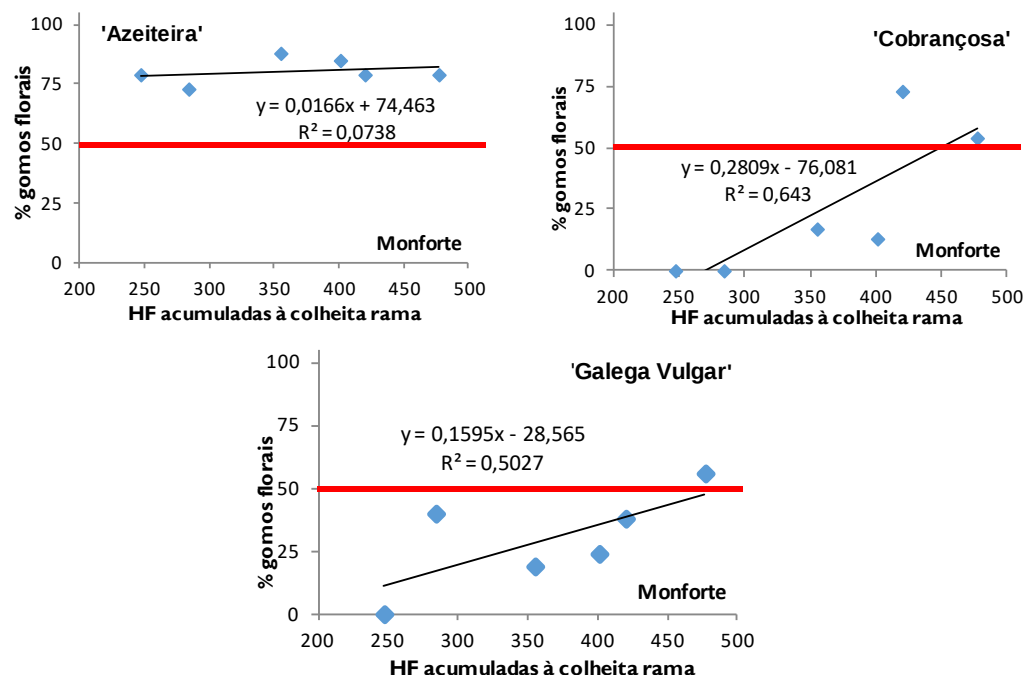


Figura 37 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento I) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) no olival em Monforte e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada

O abrolhamento floral na 1ª data de colheita de rama em Monforte – 247HF – apenas se registou em ‘Azeiteira’. Nesta data e de acordo com Procedimento I, a maioria dos gomos abrolhados foram florais, > 50% (Figura 37); e pelo Procedimento II, a maioria das estacas apresentava pelo menos um gomo abrolhado floral (Figura 38). Na 1ª data no olival em Monforte, a cultivar ‘Azeiteira’ teria as necessárias HF acumuladas.

Nas cultivares ‘Galega Vulgar’ e ‘Cobrançosa’ o primeiro registo de gomos abrolhados florais ocorreu apenas a partir da 2ª data (284 HF) e da 3ª data (355 HF), respetivamente. Nas datas posteriores, em ‘Cobrançosa’ e ‘Galega Vulgar’ apreciou-se um aumento

progressivo do abrolhamento floral; em ‘Galega Vulgar’ verificou-se um registo anormal de abrolhamento na 2ª data de colheita que poderá estar associado a um erro de observação.

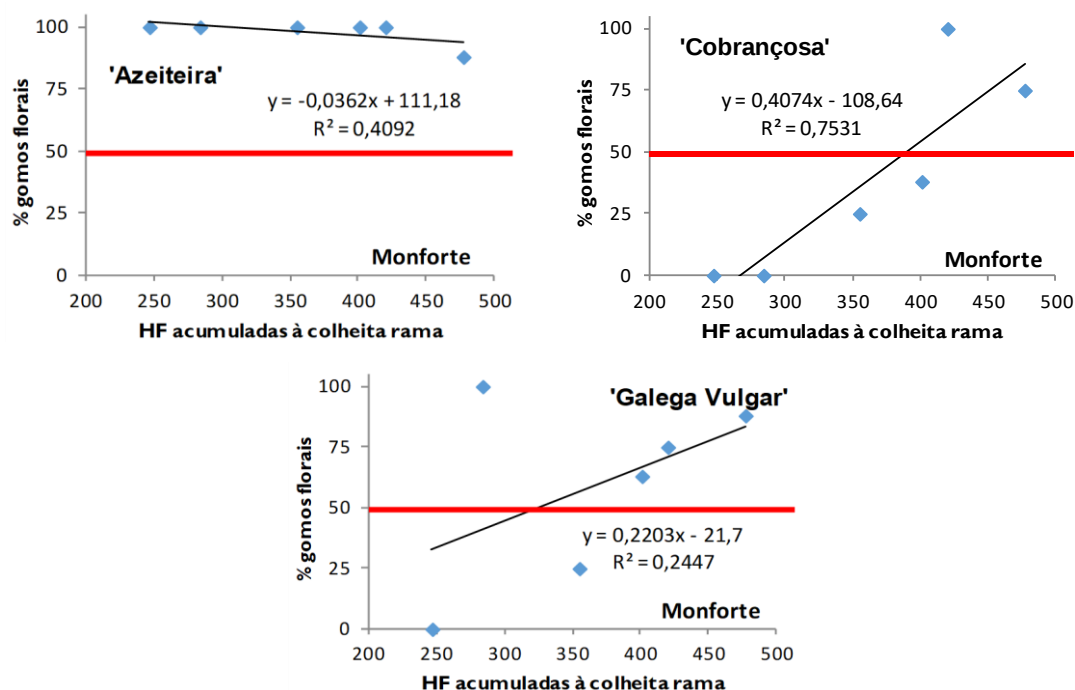


Figura 38 – Abrolhamento floral em estacas de oliveira (Procedimento II) colhidas em diferentes datas e acumulações de frio (HF – método Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia et al. (2009) no olival em Monforte e após cinco semanas de permanência em Fitoclima a 20°C, fotoperíodo de 12 h e humidade relativa elevada

O abrolhamento floral na última data de colheita de rama – 7 de fevereiro de 2019 (477 HF) – e em todas as cultivares, foi superior a 50%. Este resultado indica que neste olival em Monforte, no final do período experimental de colheita de rama de oliveira, todas as cultivares em estudo tinham as necessárias HF acumuladas.

As linhas de tendência linear / equações de regressão linear incluídas nas Figuras 37 e 38 apresentam para ‘Cobrançosa’ um elevado coeficiente R^2 , enquanto ‘Galega Vulgar’ apresentou um baixo coeficiente R^2 , justificado pelo resultado anómalo registado na 2ª data. Em ‘Azeiteira’ a equação de regressão linear, que relaciona as HF acumuladas com o abrolhamento floral, apresentou um coeficiente R^2 muito baixo o que implica que nesta

cultivar para se obter outro resultado teria sido necessário o procedimento experimental ter sido iniciado mais cedo.

4.3.4. Análise comparativa do abrolhamento floral em Campo Maior, Elvas e Monforte

Nas localidades onde decorreu o estudo, a cultivar 'Azeiteira' estava presente nos três locais; as cultivares 'Blanqueta de Elvas' e 'Carrasquenha de Elvas' apenas em Campo Maior e Elvas; e as cultivares 'Cobrançosa' e 'Galega Vulgar' apenas em Elvas e Monforte. No Quadro 5, onde se indica o número de horas de frio acumulado ao abrolhamento dos primeiros gomos florais, verifica-se que em Campo Maior, e comparativamente aos outros dois locais, houve um atraso no início do abrolhamento. As anomalias no comportamento poderão estar associadas ao fato dos olivais de Campo Maior se encontrarem em contrassafra. Por esta circunstância não iremos analisar os resultados obtidos deste local.

Quadro 5: Horas de frio acumulado por cultivar e local registado no abrolhamento dos primeiros gomos florais

Cultivar	Horas de frio acumuladas	Data da recolha em Campo Maior	Horas de frio acumuladas	Data da recolha em Elvas	Horas de frio acumuladas	Data da recolha em Monforte
'Azeiteira'	336	10/jan.	305	5/jan.	247	5/jan.
'Blanqueta de Elvas'	390	17/jan.	305	5/jan.		
'Carrasquenha de Elvas'	390	17/jan.	305	5/jan.		
'Cobrançosa'			447	17/jan.	355	17/jan.
'Cordovil de Serpa'			447	17/jan.		
'Galega Vulgar'			305	5/jan.	284	10/jan.
'Verdeal de Serpa'			447	17/jan.		

As unidades de frio (HF) acumulado diferiram logo na 1ª data de colheita de rama, tendo Elvas, e de acordo com a fórmula de Crossa-Raynaud (1956) citado por Garcia *et al.* (2009), acumulado mais 58HF que em Monforte; no período entre outubro de 2018 e a última data de colheita, 7 fevereiro de 2019, esse acréscimo foi de 75HF para Elvas

(Quadro 2, capítulo 4.1.3). O abrolhamento floral foi primeiro iniciado em Monforte ainda que com menos HF. Este resultado não era expectável mas como se referiu anteriormente (ver capítulo 4.1 Caracterização Climática) este procedimento contabiliza, e de forma igualitária, como HF acumulado desde que a temperatura mínima seja inferior à temperatura umbral (7,2°C). Outros autores, nomeadamente Melo e Abreu *et al.* (2004), consideram que as temperaturas mínimas próximas da temperatura umbral contribuem mais para as HF acumuladas e sendo este efeito decrescente com a diminuição da temperatura mínima. Aplicando este princípio aos dados meteorológicos de Monforte, poder-se-á constatar ter existido uma subavaliação nas HF acumuladas, pois a temperatura mínima neste período foi, no geral, mais baixa em Elvas (Figura 20, capítulo 4.1.2).

O abrolhamento floral das cultivares nos dois locais seguiu a mesma ordem. A cultivar ‘Azeiteira’ apresentou desde a 1ª data de colheita de rama, um elevado abrolhamento floral; ‘Galega Vulgar’ e ‘Cobrançosa’ apresentaram maiores exigências em frio e os registos do início do abrolhamento floral ocorreram em datas posteriores, entre a 2ª e 4ª data de colheita.

A determinação das necessidades de frio para cada cultivar e local foi realizada tendo em consideração dois critérios pré-estabelecidos: 1) considerou-se que as necessidades de frio ficaram completas (HF acumulado) quando o abrolhamento floral duma cultivar num dado local foi $\geq 50\%$; 2) utilizou-se o Procedimento II de caracterização do abrolhamento floral. A opção por este Procedimento teve em conta que na caracterização da evolução do abrolhamento constatou-se terem existido gomos que permaneceram dormentes durante todo o período experimental e teve grande repercussão na caracterização, sobretudo entre o material vegetal colhido nas primeiras datas. Os resultados desta caracterização são apresentados no Quadro 7.

Previamente à análise do Quadro 7, importa referir que na caracterização do abrolhamento floral, as cultivares ‘Blanqueta de Elvas’ em Elvas e ‘Galega Vulgar’ em Monforte apresentaram um registo irregular que condicionou a apreciação das necessidades de frio.

Quadro 6: Horas de frio acumulado por cultivar e local registado quando o abrolhamento foi $\geq 50\%$ de gomos florais

Cultivar	Horas de frio acumuladas	Data da recolha em Campo Maior	Horas de frio acumuladas	Data da recolha em Elvas	Horas de frio acumuladas	Data da recolha em Monforte
'Azeiteira'	336	10/jan.	305	5/jan.	247	5/jan.
'Blanqueta de Elvas'	390	17/jan.	366	10/jan.		
'Carrasquenha de Elvas'	390	17/jan.	366	10/jan.		
'Cobrançosa'			447	17/jan.	420	31/jan.
'Cordovil de Serpa'			485	24/jan.		
'Galega Vulgar'			366	10/jan.	401	24/jan.
'Verdeal de Serpa'			485	24/jan.		

Neste trabalho experimental foi possível identificar três grupos de cultivares de acordo com as horas de frio acumulado (HF). O primeiro grupo, das cultivares com menor exigência em unidades de frio acumulado (<300 HF) inclui a 'Azeiteira' - 247HF em Monforte e 305HF em Elvas. No outro extremo, o grupo das cultivares com maiores exigências (>450 HF) inclui 'Cordovil de Serpa' e 'Verdeal de Serpa' - 485 HF em Elvas (com mais 35% de HF acumulado necessário que a cultivar 'Azeiteira' em Elvas). O segundo grupo, grupo intermédio, inclui as restantes cultivares – 'Carrasquenha de Elvas' e 'Cobrançosa' - apresentou exigências de HF acumulado intermédias.

Esta informação corresponde a resultados de uma única campanha, sendo por isso recomendável a sua validação noutras campanhas. Ainda assim, Maia (2010), que realizou simulações de cálculo das necessidades de frio para a floração, encontrou, como aconteceu neste trabalho experimental, exigências similares de HF acumulado em 'Galega Vulgar' e 'Cobrançosa'. Estes resultados confirmam também o conhecimento sobre algumas cultivares de oliveira, nomeadamente na fenologia da maturação, pois a 'Azeiteira' é uma cultivar temporã (a maturação dos frutos inicia-se em ano normal na 2ª quinzena de setembro) e a 'Verdeal de Serpa' uma cultivar tardia (a maturação dos frutos inicia-se em ano normal na 2ª quinzena de novembro). As maiores exigências de frio acumulado registadas por 'Cordovil de Serpa' e 'Verdeal de Serpa' poderão eventualmente corresponder a um mecanismo importante para responder às geadas mais tardias na primavera, comuns no interior do Alentejo.

5. Discussão

Os processos que conduzem à floração / frutificação na oliveira requerem duas estações consecutivas. Na primeira estação, formam-se os ramos do ano e os gomos nas axilas das folhas; ocorre a indução floral; e finaliza com a entrada em repouso (Rallo & Cuevas, 2008; Ramos, 2013; Carla *et al.*, 2016). No início da segunda estação (durante o outono / inverno), de acordo com Rallo e Martin (1991), Lavee (1988), Melo e Abreu *et al.* (2004), nos ramos formados no ano anterior os gomos axilares irão acumular frio para a quebra da endodormência e acumular calor necessário para o desenvolvimento floral.

Pelo procedimento experimental descrito (ver capítulo 3 – Material e Métodos) o material vegetal (ramos de oliveira formados no ano anterior) foi colhido ao início da 2ª estação, coincidindo com o período de máxima acumulação de frio (ver subcapítulo 4.1) – a partir da 1ª semana de janeiro e durante seis semanas consecutivas. Com os ramos produziram-se estacas com folhas que foram colocadas num Fitoclima. As condições culturais selecionadas para o cultivo das estacas - substrato de perlite humedecida, temperatura ambiente de 20°C, fotoperíodo de 12 horas de luz (dia/noite) e humidade relativa elevada – foram as adequadas para o abrolhamento e o número de estacas que se perdeu durante o período de forçagem foi inferior a 1%.

O material vegetal colhido em diferentes datas diferiu no frio acumulado pelas oliveiras nos olivais. Durante o período de permanência das estacas no Fitoclima, numa duração máxima de 8 semanas, as condições favoreceram a acumulação de calor. Constatou-se que a duração deste período em condições controladas foi particularmente importante para o abrolhamento floral nas duas primeiras datas de colheita de material vegetal. Nas últimas datas de colheita, embora variando com a cultivar, verificou-se que o material vegetal já vinha do campo com um período de forçagem acumulado, particularmente as cultivares que apresentaram maiores níveis de abrolhamento floral.

O período de observação iniciou-se logo após a colocação do material vegetal no Fitoclima e bissemanalmente fez-se uma avaliação dos parâmetros culturais. Os registos do abrolhamento foram efetuados entre a 3ª e a 8ª semana de permanência no Fitoclima.

O procedimento utilizado permitiu acompanhar e avaliar o abrolhamento floral e vegetativo das cultivares de oliveira e em todas as datas de colheita de rama.

No conjunto das seis datas de colheita – entre 5 de janeiro e 7 de fevereiro - a observação realizada à 5ª semana de forçagem surge como a melhor data para a avaliação discriminativa do abrolhamento floral das cultivares de oliveira. Nessa data foi possível apreciar as principais diferenças entre as cultivares de oliveira para o abrolhamento floral e apenas para a 1ª data de colheita, outra semana suplementar de observação (6ª semana) pôde ser melhor para a caracterização do abrolhamento floral. Este resultado difere do apresentado por Ramos *et al.* (2005), que observou que o abrolhamento floral em estacas de oliveira após 4 semanas de forçagem em câmara de crescimento e poderá estar justificado por ter trabalhado com uma cultivar, a ‘Manzanilla de Sevilha’, que é diferente das cultivares utilizadas neste estudo.

O abrolhamento dos gomos vegetativos em oliveira deve ocorrer a partir do momento em que a temperatura ambiente seja favorável ao crescimento vegetativo, não precisando de frio para abrolhar. Entre o material vegetal cultivado no Fitoclima o abrolhamento vegetativo foi bastante reduzido em todas as cultivares de oliveira e datas de colheita de rama, particularmente nas primeiras duas datas. Na copa de uma oliveira Lavee (1996), refere que é através do gomo terminal dos ramos que se dá o reinício do crescimento vegetativo anual. Neste caso, e em todas as estacas houve o cuidado em eliminar o gomo terminal e talvez com essa ação o abrolhamento vegetativo possa ter sido condicionado.

Para a quebra do repouso das gomos florais, a oliveira necessita numa primeira fase de acumular frio e numa segunda fase de acumular calor para o desenvolvimento floral até à floração. Melo e Abreu *et al.* (2009) consideram que possa existir uma grande diversidade intervarietal na acumulação de unidades de frio (HF) enquanto a acumulação de calor consideraram ser conservativa para todas as cultivares. Este conhecimento é de enorme importância pelas previsíveis repercussões das alterações climáticas na olivicultura dado que estas duas fases do desenvolvimento da oliveira são influenciadas principalmente pela temperatura.

6. Conclusões

Com este trabalho pretendeu-se contribuir para o estudo das necessidades de frio das cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.) ‘Azeiteira / Azeitoneira’, ‘Blanqueta de Elvas’, ‘Carrasquenha de Elvas’, ‘Cobrançosa’, ‘Cordovil de Serpa’, ‘Galega Vulgar’ e ‘Verdeal de Serpa’. Do presente estudo, as principais conclusões são as seguintes:

- ✓ As horas de frio acumulado (HF) em Elvas e Monforte foram tendencialmente diferentes.
- ✓ Nas condições experimentais de cultivo de estacas de oliveira em Fitoclima (fotoperíodo de 12h, temperatura ambiente 20°C e humidade relativa elevada) o material vegetal apresentou uma boa adaptação (reduzido número de estacas perdidas ou com queda de folhas) durante todo o período de permanência - um máximo de 8 semanas - assim como permitiu a monitorização do abrolhamento floral dos gomos axilares.
- ✓ O início do abrolhamento floral dos ramos colhidos nas primeiras semanas de janeiro ocorreu a partir da 4^a e 5^a semana; nos ramos colhidos a partir da 4^a semana, o início do abrolhamento dá-se logo a partir da 2^a semana de permanência no Fitoclima.
- ✓ O número de gomos axilares das estacas que permaneceu no estado dormente durante o período experimental foi muito elevado, sobretudo entre as estacas dos ramos colhidos nas primeiras datas de colheita. O abrolhamento vegetativo, foi muito reduzido.
- ✓ A metodologia utilizada para a caracterização e a avaliação do abrolhamento floral em oliveira, permitiu obtenção de resultados clarificadores quanto às necessidades de frio.
- ✓ A caracterização da evolução do abrolhamento floral permitiu identificar a 5^a semana, como o período ideal para a caracterização das principais diferenças no abrolhamento floral.
- ✓ O período de colheita de ramos, que decorreu entre 05 janeiro e 07 de fevereiro de 2019, permitiu a caracterização do abrolhamento floral da maioria das cultivares em estudo. Para algumas, como a ‘Azeiteira / Azeitoneira’ o início da colheita de ramos deveria ter sido iniciada uma a duas semanas antes.

- ✓ Neste trabalho foi possível caracterizar cultivares com diferentes necessidades de frio. A ‘Azeiteira / Azeitoneira’ destacou-se como a menos exigente e a ‘Cordovil de Serpa’ e a ‘Verdeal de Serpa’ foram as mais exigentes (mais 35% de HF). A ‘Carrasquenha de Elvas’ e a ‘Cobrançosa’ apresentaram exigências intermédias. O registo irregular de ‘Blanqueta de Elvas’ e ‘Galega Vulgar’ condicionou a sua apreciação.

Para validação das necessidades de frio de cada cultivar de oliveira é necessário dispor de informação em várias campanhas. A informação meteorológica detalhada particularmente da evolução da temperatura contabilizada a partir de 1 de outubro permitirá avaliar esse efeito para cada uma das cultivares em estudo, que representam as principais cultivares portuguesas usadas nos azeites do Alentejo, em particular os de Denominação de Origem Protegida.

7. Bibliografia

AEA (2015). A agricultura e as alterações climáticas. Obtido em 12 de 2019 de Agência Europeia do Ambiente: <http://www.eea.europa.eu>

Aguilera, Fátima; Orlandi, Fabio; Fornaciari, Marco; Valenzuela, Luís Ruiz. (2012) Acumulación de frío en el olivo (*Olea europaea* L.): estudio comparativo entre olivares del sur de España y el centro de Italia. Apresentação no FORO DEL OLIVAR Y EL MEDIO AMBIENTE: OLI-12. EXPOOLIVA - XV simposio científico-técnico del aceite de oliva EXPOOLIVA. Acedido 11 de Março de 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/313058161_Acumulacion_de_frio_en_el_olivo_Olea_europaea_L_estudio_comparativo_entre_olivares_del_sur_de_Espana_y_el_centro_de_Italia.

Barranco, D. Milona, G., & Rallo, L. (1994). Épocas de floración de cultivares de olivo en Cordoba. Investigación Agraria: producción vegetables 9 (2) 213-220.

Cardoso, J. (1965). Nova Classificação dos Solos em Portugal. Em Solos de Portugal-Sua Classificação, Caracterização e Génese. Lisboa: Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas.

Cimato, A., Cantani, C., Sani, G., Marranci, M. (1993). Il germoplasma dell' olivo in Toscana. Instituto Propagazione Specie Legnose. Roma. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Scansicci, 257p.

Coelho, P. & Machadi, D. (2016). Olivais Tradicionais espaços Multifuncionais. Em Vida Rural, edição de julho/agosto 2016 (pp. 36-37).

Cordeiro, A. (2014a). Distribuição do olival em Portugal - Distribuição regional do olival nacional de acordo com as cultivares. Em 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. (2014b). Exigências Edafoclimáticas da Oliveira: Climáticas. Em P. Jordão, Boas práticas no olival e no lagar (1º ed., p. 43). Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.)

Cordeiro, A., & Inês, C. (2013). Recursos genéticos em Olivicultura. Agrotec 9(4): 52-53.

Cordeiro, A., & Inês, C. (2016). Recursos genéticos da oliveira e a sua preservação no contexto das alterações climáticas. Em Olivicultura, edição de abril/maio/junho 2016 (pp.-6-9). Acedido em 19 de Fevereiro 2020. Disponível em http://www.inia.pt/fotos/editor2/recursos_geneticos_da_oliveira.pdf

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

Cordeiro, A., & Martins, P. (2002). Épocas de Floração de Variedades de Oliveira na Região de Elvas. Em Melhoramento (pp.2052-214)

Cordeiro, A., Santos, M., Morais, N., Miranda, A. (2013). As variedades de oliveira de referência. Em J. Bohm, O Grande Livro da Oliveira e do Azeite, Portugal Oleícola. Dinalivro.

Cordeiro, A., & Inês, C., & Morais, N. (2014). Principais cultivares de oliveira existentes em Portugal. Em P. Jordão, Boas práticas no olival e no lagar (pp.44-51). Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.).

Cordeiro, A., Quintans, F., Peixe, A., Inês, C. (2019). Valorização de Variedades de Oliveira Portuguesas: Avaliação em Coleção. Em OleaVitis, edição outubro/novembro/dezembro 2019 (pp. 6-9).

DGADR. (2010). Produção Integrada do Olival. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

FAOSTAT, 2018. Acedido 19 de fevereiro de 2020. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/oc>

FAO (2019). Climate Change. Obtido em 15 de 2019, de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org>

García, María Soledad; Leva, Perla E.; Valtorta, Silvia E.; Gariglio, Norberto; González, Lucas (2009). Disponibilidad de Horas de Frío para la localidad de Rafaela (Santa Fe, Argentina): Modelos de Estimación. Revista de la Facultad de Agronomía – UBA, 29(3): 00-00, 2009.

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

GPP Gabinete de Planeamento e Políticas do MADRP, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e das Pescas (2007). Olivicultura – Diagnóstico Sectorial. Acedido em 19 de Fevereiro 2020. Disponível em https://www.gpp.pt/images/GPP/O_que_disponibilizamos/Publicacoes/Azeite_Diagnostico_Sectorial.pdf.

INE. (2011). Recenseamento Agrícola de 2009. Instituto Nacional de Estatística.

INE. (2017). Estatísticas Agrícolas de 2016. Instituto Nacional de Estatística.

INE. (2019). Estatísticas Agrícolas de 2018. Instituto Nacional de Estatística.

Inês, C. (2016). Variedades de olivo: Caracterización de los Primeiros Estadios del Desarrollo Vegetativo y Reprodutivo y Caracterización Agronómica. Tese de Doutoramento, Universidad de Extremadura, Espanha.

IOC. (2019). World Olive Oil Figures. Obtido em 15 de 2019, International Olive Council: <http://www.internationaloliveoil.org>

Lavee, S. (1996). Biología e fisiología del olivo. Em Consejo Oleícola International, Enciclopedia mundial del olivo. Barcelona: Plaza & Janés Editores

Leitão, F., Potes, M., Calado, M., & Almeida, F. (1986). Descrição de 22 Variedades de Oliveira Cultivadas em Portugal. Lisboa: Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação – Direcção-Geral de Planeamento e Agricultura.

Luedeling, Eike; Brown, Patrick H. (2010). A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. Artigo publicado em 22 de Agosto de 2010. Acedido em 19 de Fevereiro 2020. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-010-0352-y>

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

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

Melo-Abreu, J., Cordeiro, A., Rogado, B., Cabrinha, V., & Ramos, A. (2009). Estudo preliminar dos efeitos do aquecimento global sobre a floração da oliveira em Portugal. *Actas Portuguesas de Horticultura*, pp.31-38.

OLINT. (2020). Características del sistema. Acedido 07 de Março de 2020. Disponível em <http://www.olint.com>

Oteros , J.; García-Mozo H.; L. Vázquez L.; Mestre A.; Domínguez-Vilches E.; C. Galán, C. (2013) - Modelling olive phenological response to weather and topography. Acedido em 11 de Março 2020. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880913002442>

Rallo L, 2004. Variedades de olivo en España: una aproximación cronológica. In: Variedades de olivo en España; Rallo L, Barranco D, Caballero JM, Del Río C, Martín A, Tous J, Trujillo I (eds.). pp: 17-44. Junta de Andalucía, MAPA y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. ISBN: 9788484761921

Rallo, L. (2017). El Cultivo del Olivo (7º ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa

Rallo, L., & Cuevas, J. (2008). Frutificación y producción. In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R. & Rallo, L. El Cultivo del Olivo (6ºed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa

Rallo L, & Martin GC, (1991). The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 1058-1062.

Ramos, A. (2000). Inducción floral y latencia de las yemas del Olivo (*Olea europaea* L.). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Acedido em 7 de Março 2020. Disponível em https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1063/1/2000_Inducci%C3%B3n%20floral%20y%20latencia%20de%20las%20yemas%20del%20olivo.pdf.

Ramos, A. (2014). Ciclo Vegetativo e Reprodutivo da Oliveira. Em P. Jordão, Boas Práticas no Olival e no Lagar (1º ed., pp. 38-439). Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.).

Ramos, A.; Rapoport, H.F.; Cabello, D.; Rallo, L. (2018). Chilling accumulation, dormancy release temperature, and the role of leaves in olive reproductive budburst: Evaluation using shoot explants. *ELSEVIER - Scientia Horticulturae*. Acedido em 19 de fevereiro. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423817306751#!>

Rapoport, H.F., Moreno-Alias, I. (2017). *Botanica y morfología*. Em: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R., Rallo, *El Cultivo del Olivo*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa

Sanz-Cortés, F., Martínez-Calvo, J., Badenes, M., Bleiholder, H., Hack, H., Llácer, G., & Meier, U. (2002). Phenological growth atages of olive trees (*Olea europaea*). *Annals of Applied biologists*.

Vivas, P. (2018) – Comportamento Fenológico e Produtivo de Cinco Cultivares de Oliveira Portuguesas na Região de Elvas. Dissertação Curso de Mestrado em Agricultura Sustentável ESA IPPortalegre.

Anexos

Anexo A - Escala de classificação BBCH dos estados fenológicos da oliveira

Olive Sanz-Cortés et al., in press

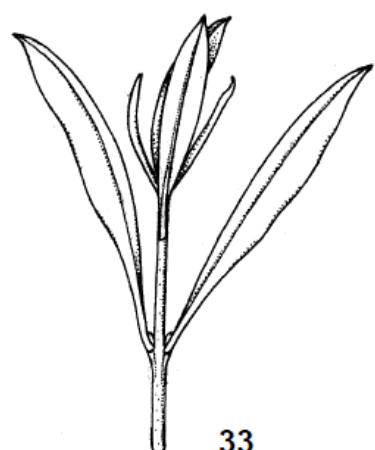
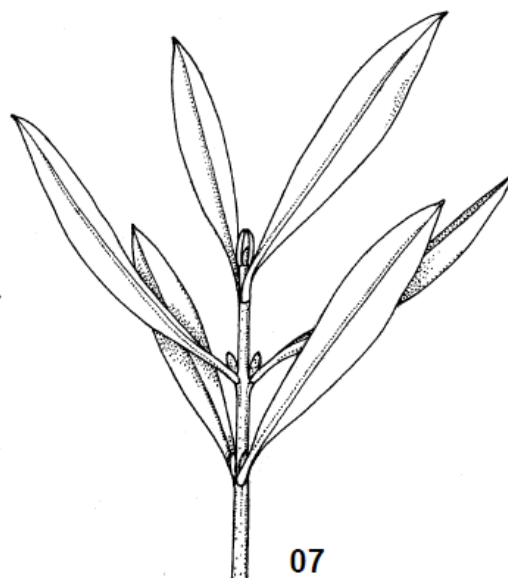
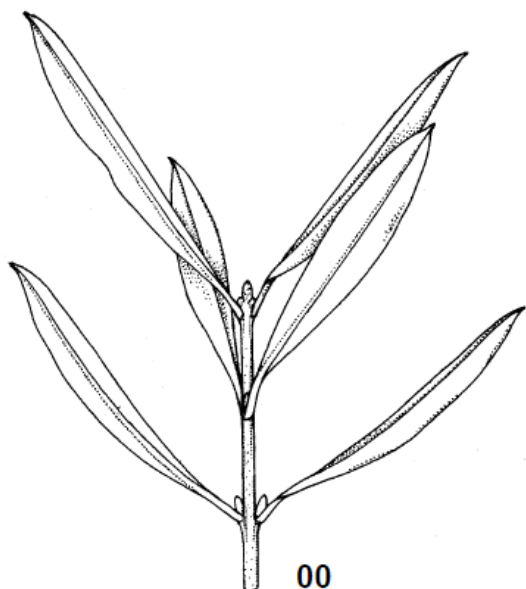
Phenological growth stages and BBCH-identification keys of olive tree (*Olea europaea* L.)

Code	Description
Principal growth stage 0: Bud development	
00	Foliar buds at the apex of shoots grown the previous crop-year are completely closed, sharp-pointed, stemless and ochre-coloured (Fig. 1: 00).
01	Foliar buds start to swell and open, showing the new foliar primordia.
03	Foliar buds lengthen and separate from the base.
07	External small leaves open, not completely separated, remaining joined by apices (Fig. 1: 07).
09	External small leaves opening further with their tips inter crossing (Fig. 1: 09)
Principal growth stage 1: Leaf development	
11	First leaves completely separated. Grey-greenish coloured (Fig. 1: 11)
15	The leaves are more separated without reaching their final size. First leaves turn greenish on the upperside.
19	Leaves get the typical variety size and shape.
Principal growth stage 3: Shoot development	
31	Shoots reach 10 % of final size.
33	Shoots reach 30 % of final size (Fig. 1: 33).
37	Shoots reach 70 % of final size.
Principal growth stage 5: Inflorescence emergence.	
50	Inflorescence buds in leaf axiles are completely closed. They are sharp-pointed, stemless and ochre-coloured.
51	Inflorescence buds start to swell on its stem.
52	Inflorescence buds open. Flower cluster development starts (Fig 1: 53).
54	Flower cluster growing
55	Flower cluster totally expanded. Floral buds start to open (Fig 1: 55).
57	The corolla, green-coloured, is longer than calyx (Fig 1: 57).
59	The corolla changes from green to white colour.

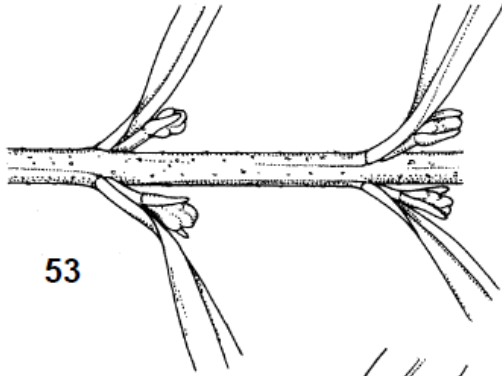
Phenological growth stages and BBCH-identification keys of olive tree (*Olea europaea* L.)

Code	Description
Principal growth stage 6: Flowering	
60	First flowers open (Fig 1: 60).
61	Beginning of flowering: 10 % of flowers open.
65	Full flowering: at least 50 % of flowers open (Fig 1: 65).
67	First petals falling.
68	Majority of petals fallen or faded (Fig 1: 68).
69	End of flowering, fruit set, non-fertilized ovaries fallen.
Principal growth stage 7: Fruit development	
71	Fruit size about 10 % of final size (Fig 1: 71).
75	Fruit size about 50 % of final size. Stone starts to lignificate (it shows cutting resistance).
79	Fruit size about 90 % of final size. Fruit suitable for picking green olives (Fig 1: 79).
Principal growth stage 8: Maturity of fruit	
80	Fruit deep green colour becomes light green, yellowish.
81	Beginning of fruit colouring (Fig 1: 81).
85	Increasing of specific fruit colouring.
89	Harvest maturity: fruits get the typical variety colour, remaining turgid, suitable for oil extraction (Fig. 1: 89).
Principal growth stage 9: Senescence	
92	Overripe: fruits lose turgidity and start to fall (Fig 1: 92).

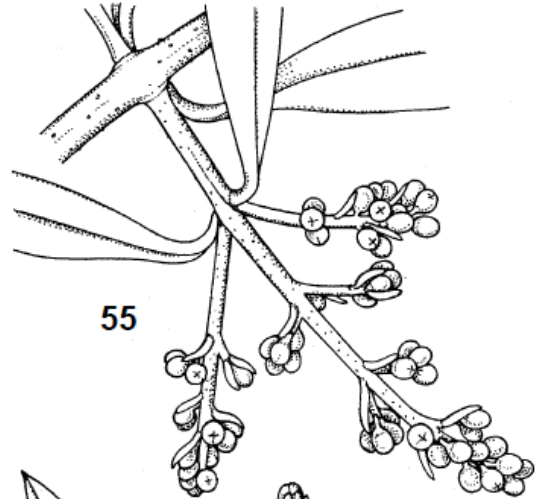
Olive



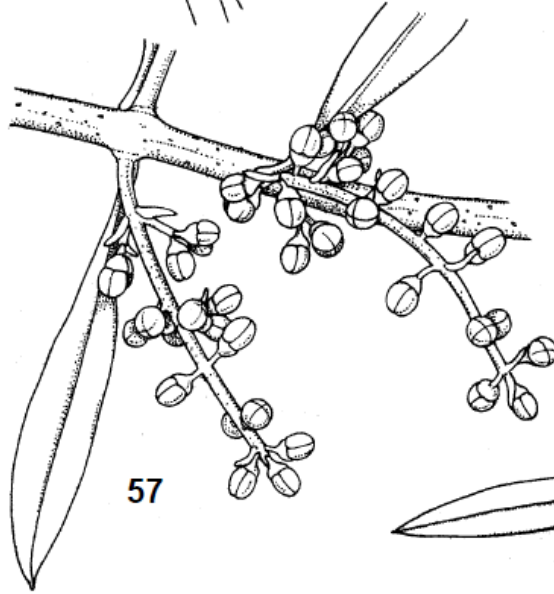
© 2001: BBA



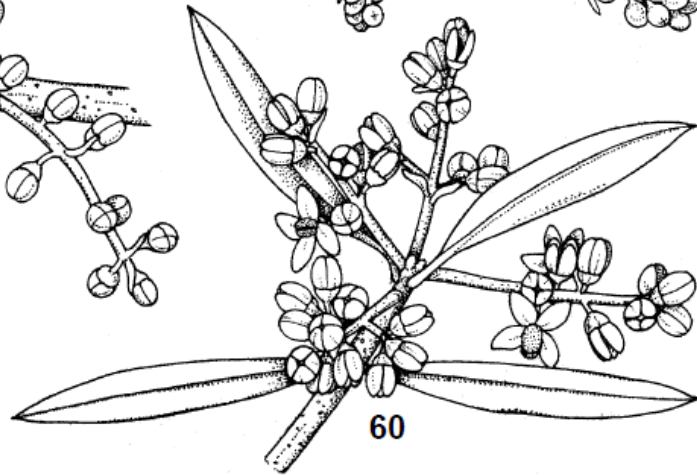
53



55



57



60



65



68

