

Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

## Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Contribuição para o estudo da utilização da poda mecânica de verão em pomares superintensivos de amendoeira

Patrick Donno

Orientador | António Fernando Bento Dias

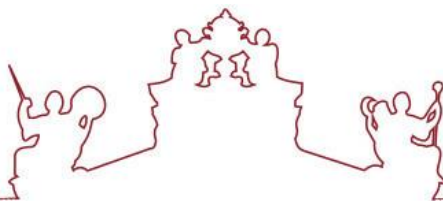
Évora 2019

---

---

---

---



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

## Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Contribuição para o estudo da utilização da poda mecânica de verão em pomares superintensivos de amendoeira

Patrick Donno

Orientador | António Fernando Bento Dias

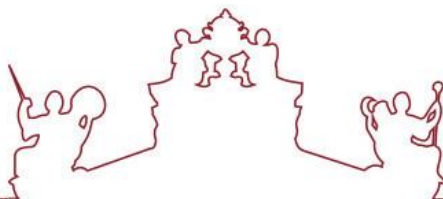
Évora 2019

---

---

---

---



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

- Presidente | Vasco Manuel Fitas da Cruz (Universidade de Évora)
- Vogal | João Manuel Mota Barroso (Universidade de Évora)
- Vogal-orientador | António Fernando Bento Dias (Universidade de Évora)

## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Professor Doutor António Fernando Bento Dias, pelo seu interesse e disponibilidade demonstrada para orientar este trabalho e pela paciência, dedicação e empenho que sempre mostrou ao longo do decorrer da dissertação.

À Professora Doutora Ana Cristina Gonçalves pelo seu contributo e auxílio neste trabalho.

À Torre das Figueiras Sociedade Agrícola Lda, em especial ao Eng. José Maria Falcão e ao Eng. José Manuel Reis pela disponibilização de todos os meios para a realização desta dissertação.

Aos meus colegas e amigos Miguel Martins, David Pita, Miguel Cutileiro, Diogo Alves, Jorge Saragoça e João Feiticeiro pela ajuda prestada na recolha de dados.

Por último, queria de uma forma muito especial agradecer aos meus pais, Luigi e Ana Paula, aos meus irmãos Pedro e Lorena e à minha namorada Carolina, por todo o apoio prestado ao longo da realização deste trabalho, que foi fundamental para a sua concretização.

## **Resumo**

Este trabalho insere-se num ensaio de avaliação de diferentes alternativas de poda num pomar superintensivo de amendoeiras que foi iniciado em 2017. O presente trabalho decorreu durante 2019 e consideraram-se as seguintes alternativas de poda: tratamento T0 (poda do agricultor) – poda mecânica de verão seguida de complemento manual, efetuadas em junho; tratamento T1- poda manual de inverno; tratamento T3 – poda manual no inverno para controlo da distância da base da copa ao solo e poda mecânica de verão em julho. Avaliaram-se: dimensão das árvores, tempos de poda, lenha retirada pela poda, produção e perdas de amêndoa para o solo. As intervenções de poda mecânica de verão realizadas julho permitiram maior controlo da dimensão da copa das árvores, nomeadamente em altura. As maiores perdas de amêndoa verificaram-se nas alternativas de poda que tinham as árvores maiores. Não se verificaram diferenças na produção total de amêndoa entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** Pomar; Superintensivo; Amendoeiras; Poda mecânica; Verão.

## **Abstract- Contribution for the study of mechanical summer pruning in superhigh density almond orchards**

This work is part of an evaluation trial of different pruning alternatives in a super high density almond orchard that was started in 2017. The present work took place during 2019 and the following pruning alternatives were considered: T0 (farmer pruning) treatment - pruning summer mechanics followed by manual complementation, carried out in June; T1 treatment - manual winter pruning; T3 treatment - manual in winter to control the distance from the base of the canopy to the ground and summer mechanical pruning in July. Tree size, pruning times, pruning firewood, almond yield and soil losses were evaluated. The summer mechanical pruning interventions carried out in July allowed greater control of the treetop size, particularly in height. The highest almond losses were found in the pruning alternatives that had the largest trees. There were no differences in total almond yield between treatments.

**Keywords:** Orchard; Super high density; Almond trees; Mechanical pruning; Summer.

## **Abreviaturas**

% - Percentagem

arv - Árvore

CEBAS - Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura

CITA - Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón

GPP - Gabinete de Planeamento e Políticas

h - Hora

ha - Hectare

INC - International Nut and Dried Fruit Council

INE - Instituto Nacional de Estadística

INRA - Institut National de la Recherche Agronomique

IRTA - Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias

kg - Quilogramas

l - Litros

m - Metros

PAC - Política Agrícola Comum

PAR - Radiação Fotossinteticamente Ativa

SESH - Serviço Externo do Sistema Hidráulico

SHD - Super High Density

sin - Sinónimo

t - Toneladas

# Índice Geral

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract- Contribution for the study of mechanical summer pruning in superhigh density almond orchards .....	iii
Abreviaturas.....	iv
Índice Geral .....	v
Índice de Figuras .....	vii
Índice de Quadros .....	xi
1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	3
2.1. O mercado mundial da amêndoa .....	4
2.1.1. Panorama mundial .....	4
2.1.1.1. Produção .....	4
2.1.1.2. Mercado .....	8
2.1.1.3. Consumo .....	9
2.1.2. Panorama português .....	10
2.1.2.1. Produção .....	10
2.1.2.2. Mercado .....	12
2.1.2.3. Consumo .....	12
2.2. A amendoeira.....	13
2.2.1. Breves referências à botânica e ecofisiologia da amendoeira .....	13
2.2.2. A evolução da cultura da amendoeira no mundo e em Portugal .....	17
2.3. Plantação em superintensivo (SHD).....	19
2.3.1. Material Vegetal .....	20
2.3.2. Densidade de Plantação .....	25
2.3.3. Sistema de condução e poda.....	26
2.3.3.1. Resumo da evolução dos sistemas de condução em fruticultura.....	26
2.3.3.2. Poda .....	31
2.3.3.2.1. Época da poda.....	33



2.3.3.2.2. Tipos de poda.....	34
2.3.4. Colheita.....	42
3. Material e Métodos .....	43
3.1. Pomar.....	44
3.2. Equipamentos .....	45
3.3. Metodologia.....	50
3.3.1. Parâmetros avaliados .....	52
3.3.1.1. Tempos de poda.....	52
3.3.1.2. Dimensão das árvores .....	53
3.3.1.3. Área Floral.....	53
3.3.1.5. Produção .....	56
3.4. Análise estatística .....	59
4. Resultados e Discussão.....	60
4.1. Dimensão das árvores .....	61
4.1.1. Altura das árvores .....	61
4.1.2. Largura da copa .....	64
4.1.3. Distância da base da copa ao solo .....	67
4.2. Floração .....	71
4.3. Lenha da poda.....	73
4.4. Produção de amêndoa.....	75
4.5. Capacidade de Trabalho .....	79
4.6. Custos de poda.....	80
5. Considerações finais .....	82
Referências bibliográficas .....	83
Anexos.....	90

## Índice de Figuras

Figura 1- Evolução da área cultivada e da produção de miolo de amêndoa na Califórnia (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016).....	5
Figura 2- Evolução da área cultivada e da produção de miolo de amêndoa na Austrália. (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016).....	6
Figura 3- Evolução da área cultivada e da produção de miolo de amêndoa em Espanha (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016).....	7
Figura 4- Evolução da produção de miolo de amêndoa (kg/ha) dos três principais produtores mundiais (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016).....	7
Figura 5- Distribuição da produção nacional de amêndoa em casca (média 2013-2017).....	11
Figura 6- A- Esporão; B- Verdasca; C- Ramo misto (Fonte: Aguiar <i>et al.</i> , 2017).....	13
Figura 7- Flor de amendoeira. ....	14
Figura 8- Fruto da amendoeira e sua constituição (Elaboração própria com base Rigau, 1975).....	16
Figura 9- A- Fissura longitudinal expondo o mesocarpo na maturação dos frutos da amendoeira; B- Fácil despegamento do fruto da casca na fase de maturação.....	16
Figura 10- Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade a Mancha Ocre (Adaptado de Miarnau, 2015) .....	23
Figura 11- Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade ao Cancro ou Fusicoccum (Adaptado de Miarnau, 2015) .....	24
Figura 12- Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade a Moníliose (Adaptado de Miarnau, 2015).....	24
Figura 13- Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade ao Crivado (Adaptado de Miarnau, 2015) .....	25
Figura 14- Efeito da redução do volume de copa de uma árvore fruteira na iluminação e na redução das zonas de sombra (Adaptado de Iglesias, 2019).....	27
Figura 15- A influência do tamanho da árvore na distribuição dos hidratos de carbono (Adaptado de Iglesias, 2019).....	28
Figura 16- Evolução do sistema spindlebush em sentido ao sistema North Holland spindle (Fonte: Mika, 1992).....	29
Figura 17- Sistema superspindle (Fonte: Mika, 1992) .....	30

Figura 18- Dimensões da sebe de amendoeira em superintensivo (Adaptado de Muncharaz, 2017).....	34
Figura 19- A- Máquina de podar a efetuar corte horizontal na parte superior da copa (“Topping”); B- Máquina de podar a efetuar corte vertical na face lateral da copa (“Hedging”).....	36
Figura 20- Máquina de podar de discos montada no carregador frontal do trator (Fonte:www.reynolds-pirra.com) .....	37
Figura 21- Máquina de podar de facas montada nos contrapesos frontais do trator (Fonte: www.id-david.com).....	38
Figura 22- Máquina de podar de discos montada nos contrapesos frontais do trator (Fonte: A. Dias).....	38
Figura 23- Máquina de podar de discos montada no sistema de engate de três pontos do trator (Fonte: A.Dias) .....	39
Figura 24- Máquina de podar de discos montada nos contrapesos frontais, com duas barras de corte de discos (Fonte: www.id-david.com) .....	39
Figura 25- Depósito de óleo montado nos três pontos do trator (Fonte: www.id-david.com).....	40
Figura 26- Componentes do sistema hidráulico de uma máquina de podar (Adaptado de A. Dias).....	40
Figura 27- Máquina de podar de discos montada nos contrapesos frontais do trator (Adaptado de A. Dias).....	41
Figura 28- A- Colheita de amêndoa com a máquina Gregoire G9.330 (Herdade da Torre das Figueiras – Monforte); B- Descarrega de amêndoa do sistema de armazenamento temporário da máquina para um semi-reboque. ....	42
Figura 29- Aspeto do pomar de amendoeira da variedade soleta em plena floração na Herdade da Torre das Figueiras, Monforte.....	44
Figura 30- Máquina de podar de discos R&O, montada no carregador frontal de um trator (Fonte: A. Dias).....	45
Figura 31- Depósito de óleo montado no sistema de engate de três pontos do trator ....	46
Figura 32- Estrutura de fixação da máquina de podar no carregador frontal do trator ..	46
Figura 33- Aspecto da máquina de podar com serras circulares na barra de corte .....	47
Figura 34- Corte vertical na face lateral da copa.....	47
Figura 35- Corte horizontal na parte superior da copa .....	48
Figura 36- Motosserra STHIL MSA 160 C-BQ.....	48

Figura 37- Tesoura de poda a bateria STIHL ASA 85 .....	49
Figura 38- Máquina de colheita Gregoire G9.330.....	49
Figura 39- Sequência das intervenções realizadas nos diferentes tratamentos desde a plantação (Adaptado de Dias <i>et al.</i> , 2019).....	51
Figura 40- Sequência das intervenções realizadas nos diferentes tratamentos no ano 2019. ....	52
Figura 41- Avaliação da altura da árvore .....	53
Figura 42- Aspeto do pano .....	54
Figura 43- Aspeto da foto de uma árvore em floração .....	54
Figura 44- A- Aspeto da fotografia após a delimitação; B- Marcação das flores a partir do software de análise de imagem SigmaScan Pro 5.0. ....	55
Figura 45- Lenha de poda de inverno junta em pilha para uma posterior avaliação da massa .....	56
Figura 46- Frutos perdidos para o solo .....	57
Figura 47- Aspeto da recolha manual das amêndoas perdidas para o solo .....	57
Figura 48- A- Colocação das amostras na estufa ventilada; B- Programação da temperatura da estufa a 60°C .....	58
Figura 49- Descasque manual dos frutos.....	58
Figura 50- Altura das árvores por tratamento, antes e após a poda de inverno.....	61
Figura 51- Redução da altura no tratamento T1 com motosserra.....	62
Figura 52- Altura das árvores antes e após a poda de verão, nos tratamentos T0 e T3..	63
Figura 53- Comparação da altura das árvores após a poda e antes da colheita .....	64
Figura 54- Largura das árvores por tratamento, antes e após poda de inverno .....	65
Figura 55- Largura das árvores antes e após a poda de verão, nos tratamentos T0 e T3.....	66
Figura 56- Comparação da largura de copa após a poda e antes da colheita.....	67
Figura 57 - Distância da base da copa ao solo antes e após a poda de inverno, por tratamento. ....	68
Figura 58- Controlo da distância da base da copa ao solo com motosserra. ....	68
Figura 59- Distância da base da copa antes e após da poda de verão, nos tratamentos T0 e T3. ....	69
Figura 60- Comparação da distância da base da copa após a poda e antes da colheita. .	70
Figura 61- A- Exemplo da árvore do tratamento T0 em floração; B- Aspeto da imagem após ajuste do histograma para marcar a área com flores .....	71

Figura 62- A- Exemplo de árvore do tratamento T1 em floração; B- Aspeto da imagem após ajuste do histograma para marcar a área com flores .....	71
Figura 63- A- Exemplo da árvore do tratamento T3 em floração; B- Aspeto da fotografia após ajuste do histograma para marcar a área com flores. ....	72
Figura 64- Percentagem média da área de pano ocupada pelas flores. ....	73
Figura 65- Lenha de poda removida por tratamento .....	74
Figura 66- Aspeto das árvores do tratamento T1 antes da intervenção da poda de inverno.....	75
Figura 67- Produção, recolha e perdas de miolo de amêndoa por tratamento.....	76
Figura 68- A- Largura da copa das árvores do tratamento T1 superior à largura da entrada da máquina; B- Altura da copa das árvores do tratamento T1 superior à altura da entrada da máquina.....	76
Figura 69- Perdas de produção para solo na colheita em percentagem da produção, por tratamento .....	77
Figura 70- Perda de amêndoas resultante da poda de verão .....	78
Figura 71- Amêndoas perdidas para solo na poda em verde, por tratamento .....	78
Figura 72- Poda manual de complemento ao tratamento T0.....	80
Figura 73- Custo médio da poda por quilograma de miolo de amêndoa e por tratamento .....	81

## Índice de Quadros

Quadro I- Distribuição da produção mundial de miolo de amêndoa pelos principais países produtores .....	4
Quadro II- Principais países exportadores de amêndoa (toneladas) .....	8
Quadro III- Principais países/regiões consumidores de miolo de amêndoa entre 2010/11 e 2015/16 (toneladas).....	10
Quadro IV- Distribuição da produção nacional de amêndoa em casca .....	11
Quadro V- Resumo das características relevantes das variedades de Belona, Soleta, Guara e Lauranne.....	22
Quadro VI- Capacidade de trabalho (árvores/homem x hora) .....	79

## 1. Introdução

A amendoeira (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb (sin. *P. amygdalus* Batsch)), é uma espécie típica do clima mediterrânico, tendo sido difundida a partir do sueste asiático e expandido pela bacia do mediterrâneo pelos fenícios, gregos e romanos (Fernández e Martí *et al.*, 2015).

Nos países mediterrâneos, até ao final do século XX, esta espécie foi explorada na forma mais tradicional. As plantações eram efetuadas em solos pouco férteis, de sequeiro e com variedades de floração precoce, sensíveis às geadas tardias e de polinização deficiente, o que se traduzia a baixas produtividades (Miarnau *et al.*, 2010).

Nos Estados Unidos da América desde o início do século XX que a cultura é explorada de forma mais intensa. Os pomares eram explorados principalmente em regadio, instalados em solos férteis, profundos e bem drenados, associados a grandes produções de amêndoa por hectare, o que conduziu desde muito cedo ao domínio do comércio mundial da amêndoa (Miarnau *et al.*, 2010; Neves, 2014).

Na Europa, nas últimas décadas tem-se verificado mudanças na tecnologia de produção da amêndoa, como consequência dos trabalhos de melhoramento da amendoeira, que deram origem a novas variedades e porta-enxertos. Estas variedades são de floração mais tardia para evitar o risco das geadas.

Estas novas variedades e porta-enxertos contribuíram para a intensificação da cultura levando ao aparecimento de pomares de regadio, com maiores densidades de plantação.

O sucesso da tecnologia de colheita dos olivais superintensivos (Dias *et al.*, 2019), levou ao aparecimento de pomares de amendoeira com este sistema de condução. Neste sistema de condução pretende-se reduzir as necessidades de mão-de-obra, nomeadamente nas operações de poda e colheita (Miarnau, 2018; Iglesias, 2019).

Enquanto que a colheita é efetuada pelas mesmas máquinas que se utilizam no olival superintensivo, a poda necessita de mais trabalho de investigação para avaliar as melhores soluções.

A poda mecânica com máquinas de discos é uma solução de poda que reduz as necessidades de mão-de-obra, que permite uniformizar a dimensão das copas e dimensioná-las à máquina de colheita com rapidez e com um reduzido custo (Dias *et al.*, 2019).

No olival superintensivo já existem empresas que fazem a poda do olival com base em poda mecânica (A.Dias, comunicação pessoal, 15 de dezembro, 2019).

Dado que os pomares superintensivos de amendoeira são recentes, ainda não existe muito conhecimento sobre a forma mais adequada para a sua condução.

Aproveitando a colaboração entre o grupo de mecanização do Departamento de Engenharia Rural da Universidade de Évora e a Torre das Figueiras Sociedade Agrícola Lda, tem sido feito o acompanhamento de uma plantação de amendoal superintensivo.

Este trabalho insere-se nessa colaboração e pretende contribuir para o estudo da utilização da poda mecânica de verão em pomar de amendoeiras superintensivo.



## **2. Revisão Bibliográfica**

## 2.1. O mercado mundial da amêndoa

A produção mundial de amêndoa prossegue uma tendência crescente de ano para ano, sendo o fruto de casca rija mais produzido e consumido em todo mundo, com uma taxa de crescimento média de 40950 toneladas por ano, conseguindo uma produção superior relativamente a última década de cerca de 20% (International Nut and Dried Fruit Council (INC), 2018).

A crescente oferta deve-se, fundamentalmente, a melhorias na produtividade do amendoal que foi impelido pelo aumento da procura do fruto em resultado do crescimento do consumo em mercados não tradicionais, em seguimento do ingresso ao mercado por parte de uma classe média crescente, e devido ao fortalecimento da procura nos países tradicionalmente consumidores deste frutos, associados sobretudo a crescente procura de uma alimentação saudável, assim como, o aumento da variedade de utilização do fruto e a introdução de novos hábitos de consumo (Cabo e Matos, 2017).

### 2.1.1. Panorama mundial

#### 2.1.1.1. Produção

A produção mundial de amêndoa está centralizada num exíguo grupo de países que compreende os Estados Unidos da América (EUA), a Austrália, a Espanha, a Turquia, a Itália, a China, o Chile, a Grécia e a Índia. Os três principais produtores mundiais de amêndoa são os Estados Unidos, a Austrália e a Espanha (Quadro I). Em termos de área ocupada com a cultura, Espanha é o país com maior área a nível mundial, seguido dos Estados Unidos e da Austrália. As diferentes posições ocupadas por estes países entre a área de plantação e a produção deve-se às diferenças de produção em cada um dos países (Muñoz e Sánchez, 2016).

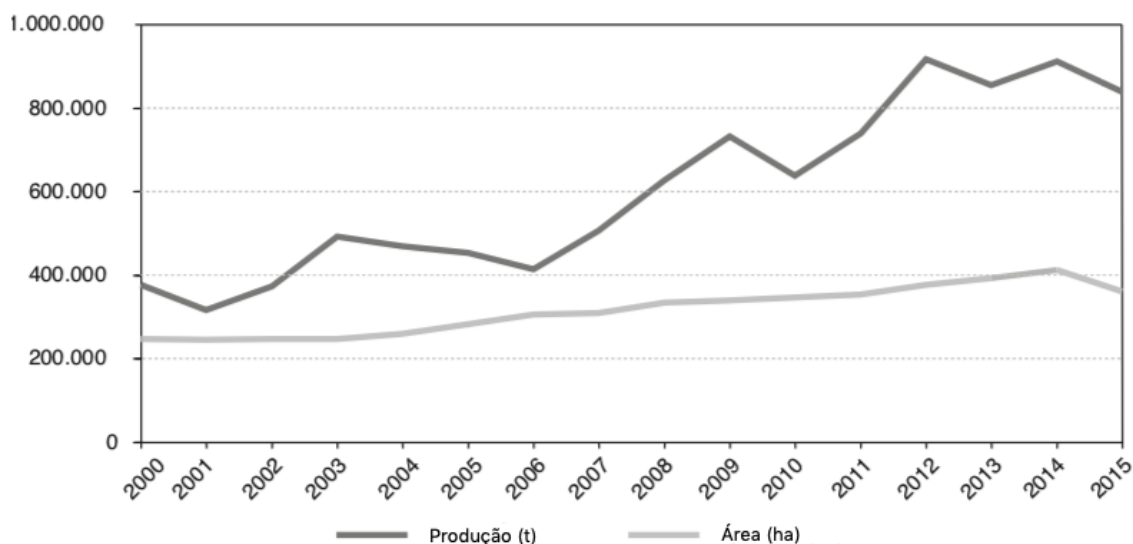
**Quadro I- Distribuição da produção mundial de miolo de amêndoa pelos principais países produtores**

Regiões/Países	2014		2015		2016		2017	
	Tonelada	%	Tonelada	%	Tonelada	%	Tonelada	%
EUA	911585	85,50%	848218	78,90%	859558	80,30%	929864	80,00%
Austrália	65060	6,10%	82509	7,70%	82333	7,70%	79461	7,00%
Espanha	48000	4,50%	65957	6,10%	45866	4,40%	50954	4,00%
Turquia	13000	1,20%	13000	1,20%	13000	1,20%	13000	1,00%
Chile	6000	0,60%	13000	1,20%	12000	1,10%	14000	1,00%
Outros	22199	2,00%	52500	4,90%	86000	5,20%	81500	7,00%
<b>Total</b>	<b>1065844</b>	<b>100%</b>	<b>1075184</b>	<b>100%</b>	<b>1098757</b>	<b>100%</b>	<b>1168779</b>	<b>100%</b>

Nota: Elaboração própria com base em Almond Board of Australia (2014-2017)

Os Estados Unidos têm a sua produção concentrada no estado da Califórnia. Em 2000 a Califórnia produzia 76,5% da produção mundial, tendo passado para os 85,5%, em 2014, com um aumento médio anual de 3,79%, com a cultura a expandir-se (Figura 1) por cerca de mais de 400.000 hectares (Muñoz e Sánchez, 2016).

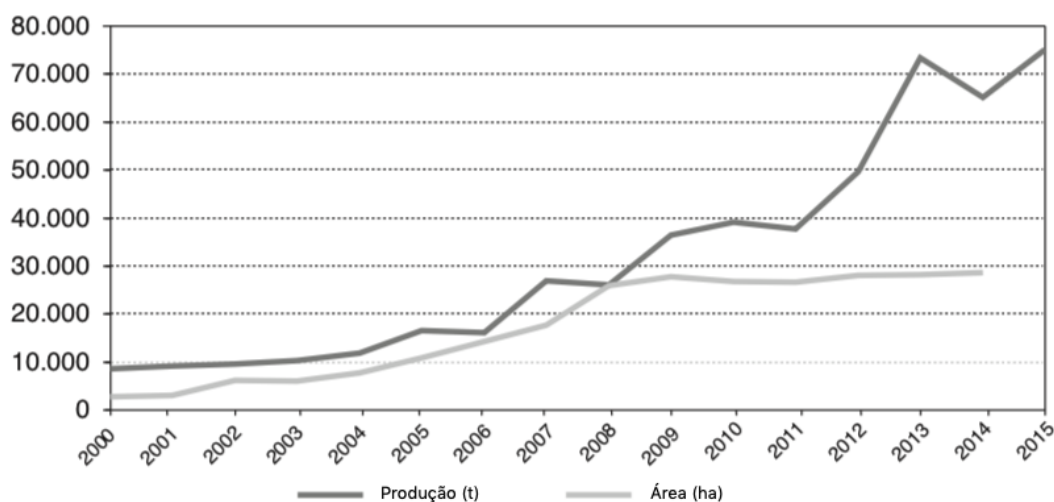
Analisando a evolução da produção de amêndoa entre 2000 e 2015 regista-se um aumento médio anual de 6,6% (Figura 1), com um máximo de 900000 toneladas. Este forte crescimento da produção deveu-se não só ao aumento da área plantada, mas também a um considerável aumento da produção. Assim, enquanto em 2000 a produção média por hectare era de 1808 quilos de miolo de amêndoa, em 2014 subiu para 2208 quilos de miolo de amêndoa por hectare (Muñoz e Sánchez, 2016).



**Figura 1-** Evolução da área cultivada e da produção de miolo de amêndoa na Califórnia (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016)

O caso australiano merece uma especial referência, visto que de 2000 a 2014 a área dedicada à cultura da amendoeira sofreu um aumento médio anual de 16,5%, passando de 4000 para 29100 hectares (Figura 2). A zona de produção de amêndoa está concentrada em Sunraysia, Riverland, Riverina e Tarndanya (Muñoz e Sánchez, 2016).

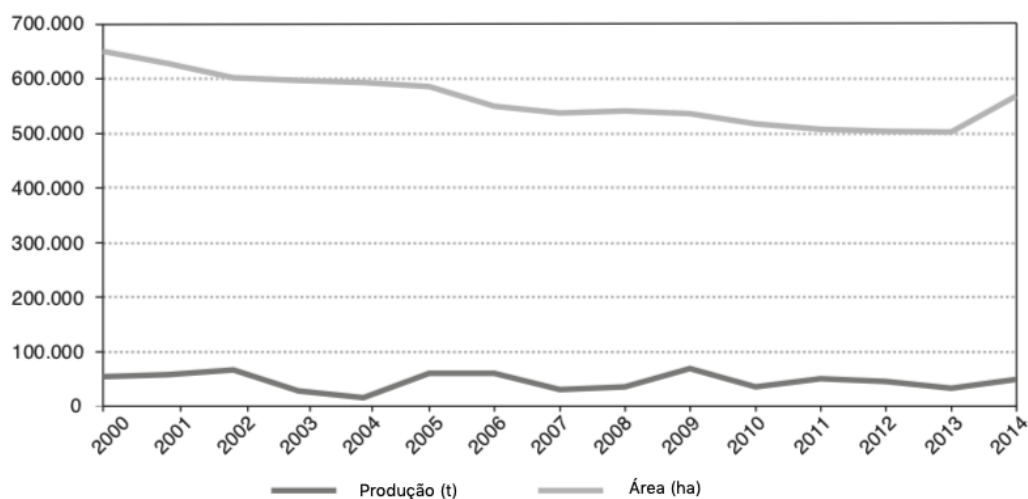
Ao analisar a produção australiana verifica-se que no mesmo período houve um crescimento médio anual de 17,7%, passando das 8550 toneladas para as 65060 toneladas de miolo de amêndoa (Figura 2). Este marcante crescimento fez com que o peso da produção australiana na produção mundial passasse de 1,7% em 2000 para 6,1% em 2014, para a qual também contribuiu o aumento da produção média por hectare dos 1523 kg para os 2278 kg de miolo de amêndoa (Muñoz e Sánchez, 2016).



**Figura 2-** Evolução da área cultivada e da produção de miolo de amêndoa na Austrália (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016)

Espanha possui a maior área de amendoal do mundo, registando em 2015 mais de 600.000 hectares. Em contraste com os californianos e australianos, a área ocupada com amendoeirais em Espanha mostrou uma redução média anual de 0,6% (Figura 3), de 2000 a 2015 (Muñoz e Sánchez, 2016).

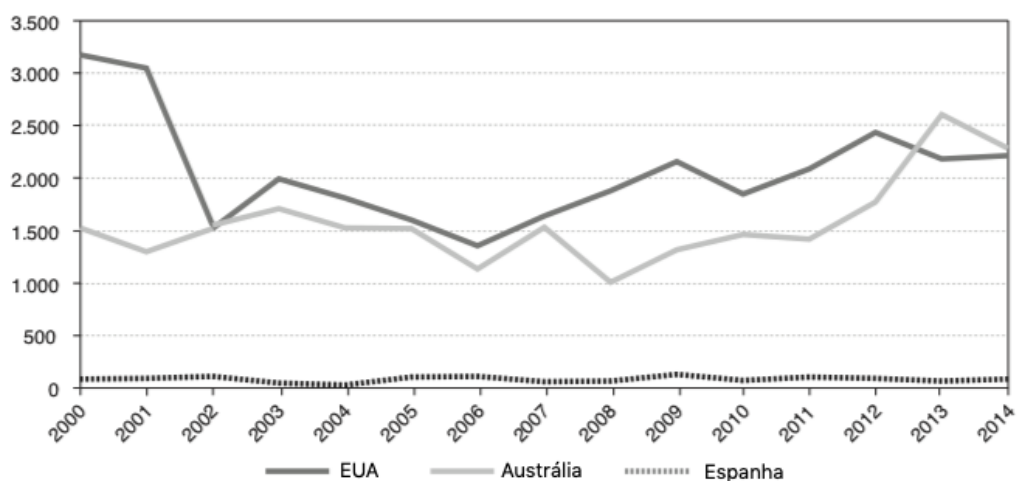
Desde 2010 que a produção espanhola de miolo de amêndoa não sofre grandes variações, mantendo-se estabilizada em cerca de 48000 toneladas (Figura 3). Este valor corresponde a 4,5% da produção mundial e coloca a Espanha em terceiro lugar na lista dos principais produtores mundiais. A produção de amêndoa está distribuída pela Andaluzia, Múrcia, Valência, Castela-Mancha e Aragão (Muñoz e Sánchez, 2016).



**Figura 3-** Evolução da área cultivada e da produção de miolo de amêndoa em Espanha (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016)

Conforme foi referido anteriormente, o nível produtivo dos pomares de amendoeira na Califórnia e na Austrália é idêntico (cerca de 2300 kg/ha) e muito superior aos cerca de 100kg/ha de miolo (Figura 4) obtidos em média em Espanha (Muñoz e Sánchez, 2016).

Tanto na Califórnia como na Austrália, os pomares de amendoeira são de regadio e com maior densidade de plantação, enquanto que em Espanha as plantações estão localizadas em zonas marginais, de sequeiro e utilizando variedades regionais (Arquero *et al.*, 2013; Neves, 2014).



**Figura 4-** Evolução da produção de miolo de amêndoa (kg/ha) dos três principais produtores mundiais (Adaptado de Muñoz e Sánchez, 2016)

### 2.1.1.2. Mercado

A amêndoa é comercializada maioritariamente em miolo de amêndoa embora também exista algum comércio de amêndoa com casca (Quadro II). Em 2014, o fluxo internacional da amêndoa (Quadro II) sem casca foi dominada pelos Estados Unidos da América (68,5%), seguido pela Espanha (10,3%) e pela Austrália (6%), enquanto que na amêndoa com casca os Estados Unidos da América voltaram a apresentar-se com os líderes ao nível da exportação com 62,2%, seguidos pelo Benim (14,7%), Hong Kong (10,9%) e pela Austrália (6,8%) (Valenciano *et al.*, 2016).

**Quadro II- Principais países exportadores de amêndoa (toneladas)**

Amêndoa sem casca				Amêndoa com casca			
Países	2014	Posição	Participação	Países	2014	Posição	Participação
EUA	448367	1	68,50%	EUA	168058	1	62,20%
Espanha	67254	2	10,30%	Benim	39662	2	14,70%
Austrália	39535	3	6,00%	Hong Kong	29460	3	10,90%
Alemanha	14242	4	2,20%	Austrália	18275	4	6,80%
Hong Kong	13286	5	2,00%	Gambia	2339	5	0,90%
Holanda	13179	6	2,00%	Afeganistão	2284	6	0,80%
Itália	9866	7	1,50%	Espanha	1513	7	0,60%
Bélgica	8040	8	1,20%	Tunísia	1432	8	0,50%
Turquia	6233	9	1,00%	Bélgica	1394	9	0,50%
Reino Unido	4429	10	0,70%	Síria	1292	10	0,50%
Chile	3969	11	0,60%	Alemanha	751	11	0,30%
Moçambique	3112	12	0,50%	Portugal	710	12	0,30%
Afeganistão	2484	13	0,40%	Itália	465	13	0,20%
Irão	1908	14	0,30%	Líbano	349	14	0,10%
Benim	890	15	0,10%	Irão	347	15	0,10%
Outros	18020	16	2,80%	Outros	1820	16	0,70%
<b>Total</b>	<b>654814</b>		<b>100%</b>	<b>Total</b>	<b>270151</b>		<b>100%</b>

Nota: Adaptado de Valenciano *et al.* (2016)

A estrutura internacional do comércio de amêndoa desde 2001 que não sofre praticamente nenhuma alteração, surgindo sempre os Estados Unidos da América como líder mundial das exportações e a Espanha como segundo principal exportador. Do total do comércio mundial, 71% correspondeu a amêndoas sem casca (654814 t) e 29% a amêndoas com casca (270151 t). Salienta-se que alguns países que se apresentam como exportadores são na verdade intermediários comerciais que importam para exportar, como é no caso da Alemanha, Hong Kong, Holanda e Bélgica (Valenciano *et al.*, 2016).

De realçar o caso de Espanha, que além de ser um dos principais produtores é o segundo maior importador de amêndoa. Tal deve-se ao facto de ser um país de elevado consumo e ter uma indústria de transformação de amêndoa. A produção nacional espanhola é deficiente para satisfazer a procura deste fruto, apresentando uma quebra de volume na balança comercial. Tal não se verifica em termos de valor das exportações, em que Espanha é o segundo maior exportador de amêndoa (Cabo e Matos, 2017).

De referir ainda o caso do Chile, que tem uma presença crescente no mercado externo, embora sem grande peso no mercado global. É um país importante a nível da cadeia global de abastecimento de amêndoa. Em primeiro lugar porque é o principal fornecedor da América do Sul, tendo um mercado com elevado potencial de crescimento. Em segundo lugar por estar localizado no hemisfério sul tendo produções com ciclos desfasados das culturas dos EUA e Europa, colmatando o mercado europeu sempre que o volume das suas produções o permitir (Cabo e Matos, 2017).

### **2.1.1.3. Consumo**

A União Europeia é a principal região consumidora de amêndoa (Quadro III), seguida dos Estados Unidos da América, da Índia, da China e dos Emirados Árabes Unidos (Valenciano *et al.*, 2016).

Em 2014, o consumo mundial de miolo de amêndoa ascendia a 1,05 milhões de toneladas, devido ao acréscimo do consumo per capita, que passou de 0,08 kg/ano para 0,15 kg/ano, no período 2004-2014 (INC, 2010; INC 2016). De facto, impulsionado pelo reconhecimento do valor nutricional e benefícios para a saúde, o consumo mundial de miolo de amêndoa quase duplicou (+94%) no último decénio, com um aumento médio anual de 6,9% (Cabo e Matos, 2017).

**Quadro III- Principais países/regiões consumidores de miolo de amêndoa entre 2010/11 e 2015/16 (toneladas)**

Região/País	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
União Europeia	305800	300100	299300	323800	308300	310000
EUA	239156	275201	302234	305624	275059	290000
Índia	54200	47100	60700	53400	61500	80200
China	48200	96700	93100	67700	57800	75000
Emiratos Árabes Unidos	42600	55300	43600	54900	61300	65000
Canadá	27600	28400	31200	33700	35000	36000
Turquia	27600	36600	29300	33200	30800	29000
Japão	14200	20300	21300	25800	25900	27000
Austrália	16300	23400	24700	20800	21000	2300
Hong Kong	20300	11700	12900	15200	17400	19000
México	7900	7500	10000	9400	11700	11000
Rússia	4300	5000	4800	5800	5200	6000
Chile	2700	3400	5100	4300	4000	5000
Taiwan	10800	10800	0	8300	5200	4500
Malásia	2800	2900	2800	3500	2700	3000
Argélia	6600	7500	6700	4300	2700	2500

Nota: Adaptado de Valenciano *et al.* (2016)

### 2.1.2. Panorama português

A amendoeira é uma das culturas tradicionais em Portugal, estabelecendo forte tradição regional, particularmente, na gastronomia (Cabo e Matos, 2017).

A cultura da amendoeira teve uma tendência crescente até 1992, ano onde o amendoal nacional ocupava aproximadamente uma área de 42,6 mil hectares. Logo após a reforma da *Política Agrícola Comum (PAC)* de 1992 esta tendência inverteu-se, com o abandono de uma fração considerável do amendoal nacional. Este, decréscimo na área do amendoal manteve-se até 2010. Recentemente a situação modificou-se com a reconversão de parte do amendoal tradicional e instalação de novos pomares, nomeadamente nas regiões de Trás-os-Montes e do Alentejo (Cabo e Matos, 2017).

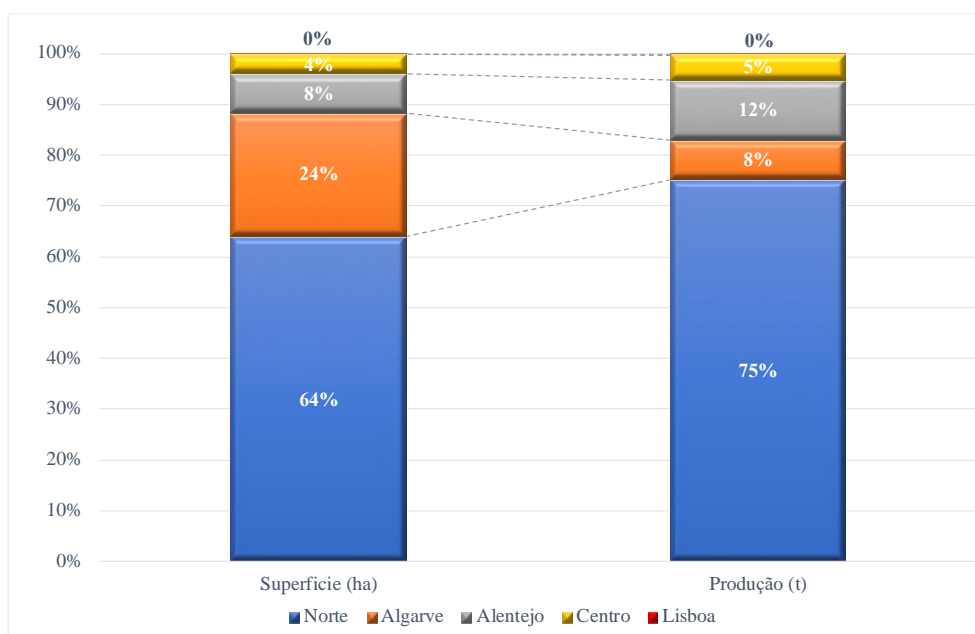
#### 2.1.2.1. Produção

A cultura da amendoeira assume maior expressão na região Norte, contribuindo com 64% da área de amendoal do país e 75% do volume de produção (Figura 5).

A região do Algarve detém 24% de área de amendoal em Portugal, representando apenas 8% da produção nacional (Figura 5). Esta baixa produtividade deve-se ao facto de grande parte destes pomares serem de sequeiro e estarem envelhecidos (Gabinete de Planeamento e Políticas, 2007; INC, 2016). Nos últimos anos a região Alentejo passou a pesar mais no volume de produção do que o Algarve apesar de ter menos área plantada (Quadro IV).



No Alentejo a cultura da amendoeira tem vindo a ganhar importância, intensificando a área plantada ano após ano. Em 2016 verificou-se um crescimento de 74% relativamente ao ano de 2015, enquanto que em 2017 o crescimento foi de 68% em relação ao ano anterior. Tal deve-se ao investimento em novas plantações de grande dimensão (Cabo e Matos, 2017).



**Figura 5-** Distribuição da produção nacional de amêndoa em casca (média 2013-2017) (Elaboração própria com base em INE, 2014-2018)

#### Quadro IV- Distribuição da produção nacional de amêndoa em casca

Amêndoa	2015		2016		2017	
	Superfície (ha)	Produção (t)	Superfície (ha)	Produção (t)	Superfície (ha)	Produção (t)
Norte	19856	7569	19873	5470	20125	16358
Centro	1168	671	1184	424	1464	694
Área Metropolitana de Lisboa	5	4	5	4	5	4
Alentejo	1724	1062	3003	2032	5037	2030
Algarve	7398	783	7399	783	7372	1052
<b>Continente</b>	<b>30150</b>	<b>10090</b>	<b>31464</b>	<b>8713</b>	<b>34002</b>	<b>20139</b>

Nota: Elaboração própria com base em INE (2016-2018)

Em 2016 registou-se um decréscimo na produção de 13,6% em relação ao ano anterior, porque foi um ano bastante desfavorável para a produção de amêndoa devido às condições climatéricas inadequadas durante o ciclo cultural que contribuíram para que os ataques de antracnose limitassem bastante a produção nesse ano. Acresce-se a estes fatores a condição da maioria dos amendoais, bastante decrépitos e raramente sujeitos a intervenções culturais. No entanto é previsível que esta situação venha a ser mitigada a

curto prazo com a entrada em produção de muitos pomares modernos instalados nos últimos anos, em particular no Alentejo. Tal poderá explicar a produção record obtida em 2017 (Quadro IV), que ultrapassou as 20,1 mil toneladas (INE, 2017; INE, 2018).

#### **2.1.2.2. Mercado**

Segundo Cabo e Matos (2017) a balança comercial de amêndoa apresenta saldo negativo. Portugal importa mais de 96% de amêndoa sem casca que consome, dos quais 60% tem origem em Espanha e 30% tem origem nos EUA. O valor das exportações apenas cobre cerca de 31% do valor das importações. Em relação à amêndoa com casca, o saldo é positivo, visto que o valor das exportações triplica o valor das importações.

Realça-se que o preço da amêndoa no mercado nacional está muito dependente do valor da amêndoa importada dos EUA, a qual exerce uma forte pressão sobre o preço pago à amêndoa nacional. A amêndoa norte-americana está disponível no mercado durante todo o ano, sendo esta a amêndoa frequentemente consumida pelo mercado português, devido ao menor preço. De facto, sempre que o preço da amêndoa nacional é elevado, o mercado português substitui o seu consumo por amêndoa estrangeira, reservando a amêndoa nacional para exportação (Cabo e Matos, 2017).

Espanha é o principal mercado da amêndoa portuguesa, registando-se um crescimento nos mercados angolano e brasileiro (Cabo e Matos, 2017).

#### **2.1.2.3. Consumo**

Em 2014, o consumo aparente<sup>1</sup> de amêndoa nacional era de aproximadamente 4,4 mil toneladas de miolo de amêndoa, originado um consumo per capita de cerca de 0,423 kg/ano. A produção nacional, neste ano, foi de cerca de 2 mil toneladas de miolo de amêndoa. Este valor mostra como a oferta nacional é incapaz de satisfazer a procura, resultando assim um défice no autoaprovisionamento no setor da amêndoa (Cabo e Matos, 2017). Como já referido anteriormente é previsível que esta situação venha a ser mitigada a curto prazo com a entrada em produção de muitos pomares modernos instalados nos últimos anos (INE, 2017).

<sup>1</sup> Consumo Aparente = Produção + Importações - Exportações

## 2.2. A amendoeira

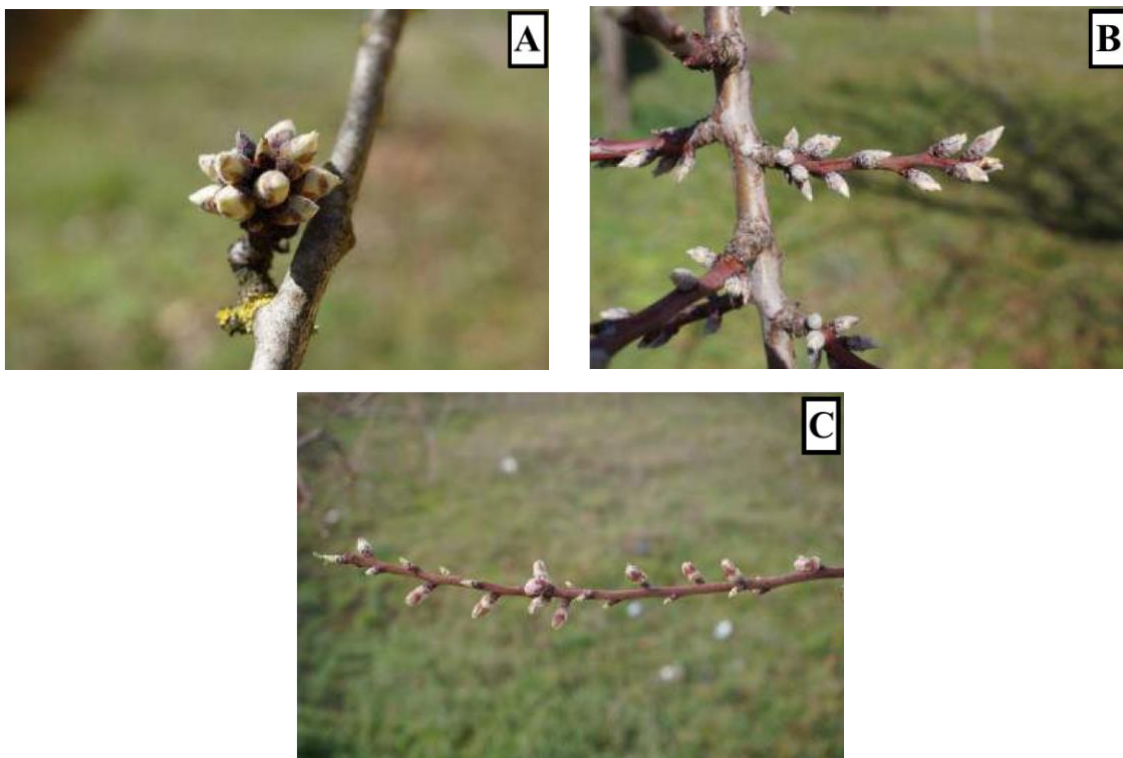
### 2.2.1. Breves referências à botânica e ecofisiologia da amendoeira

A amendoeira (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb (sin. *P. amygdalus* Batsch)), é uma espécie frutícola típica do clima mediterrânico. Está inserida na família das *Rosaceae*, pertence ao género *Prunus* e subgénero *Amygdalus*. A semente do seu fruto é a parte comestível e o principal produto comercial (Gradziel, 2009; Arquero, 2013a; Fernández e Martí *et al.*, 2015)

Segundo Grasselly e Crossa-Raynaud (1984) a amendoeira é uma árvore cujas dimensões variam, dependendo das variedades utilizadas, do clima, do tipo de solo e técnicas culturais, podendo em regadio alcançar os 8-10 m de altura. Os troncos e os ramos são lisos durante os primeiros anos, podendo apresentar lenticelas, e com o avanço da idade os troncos tornam-se rugosos, gretados e escuros.

Os ramos dividem-se em dois grupos de acordo com sua aptidão em produzir, ou não, frutos: ramos vegetativos ou ramos de madeira e ramos férteis ou órgãos de frutificação (Aguiar *et al.*, 2017).

Os ramos que constituem a estrutura principal da árvore e os ramos ladrões (ou chupões) são os ramos vegetativos mais relevantes na amendoeira. Na amendoeira os ramos férteis são (Figura 6): os esporões, as verdascas e os ramos mistos (Aguiar *et al.*, 2017; Palazon, 1972).



**Figura 6-** A- Esporão; B- Verdasca; C- Ramo misto (Fonte: Aguiar *et al.*, 2017)

A amendoeira possui folhas caducas, simples, de cor verde, estipuladas, de forma lanceolada, serrilhadas nos bordos e com apenas uma nervura principal. As folhas estão distribuídas em espiral ao longo do ramo. O limbo das folhas é cinco à sete vezes maior do que a sua largura (Palazon, 1972; Agustí, 2004).

Quanto à flor, a amendoeira produz uma típica flor *Prunus* auto-incompatível perigínea, ou seja, as flores surgem primeiro que as folhas. As flores, que podem ser de cor branca ou rosada, são hermafroditas e são compostas por cinco sépalas e cinco pétalas, sendo por isso classificadas como pentâmeras (Figura 7). O androceu é formado por um conjunto de estames que podem variar de 20 a 40, com um valor normal de 30 a 33 estames. O gineceu é constituído por um ovário, com um só carpelo, situado na parte inferior da flor, podendo conter no seu interior um ou dois óvulos. O estigma pode situar-se abaixo, ao mesmo nível ou acima das anteras. Consoante a cultivar, as flores variam no tamanho, forma e cor das pétalas, número de estames e no comprimento das anteras em relação aos estames (Palazon, 1972; Grasselly e Crossa-Raynaud, 1984; Gradziel, 2009).



**Figura 7-** Flor de amendoeira.

A maioria das variedades de amendoeiras expressa a auto-incompatibilidade gametofítica, isto é, as suas flores não podem ser fecundadas com o próprio pólen, o que impossibilita a autofecundação (Gradziel, 2009). Para que haja produção de fruta é necessário que as flores sejam polinizadas por pólen de uma variedade diferente. Para garantir este processo é necessário selecionar variedades polinizadoras compatíveis e assegurar a presença de insetos polinizadores (Miarnau *et al.*, 2010).

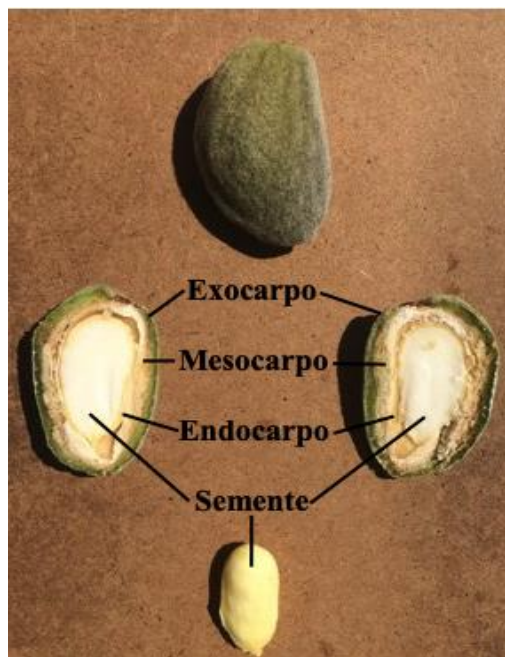
A polinização deficiente foi um dos grandes problemas identificados no processo da polinização cruzada nas amendoeiras (Miarnau *et al.*, 2010). Para Socias i Company e Felipe (2006) as principais causas da deficiente polinização das amendoeiras são: a ausência ou a reduzida presença de variedades polinizadores, má distribuição das variedades polinizadoras na plantação, agravado por falta de sincronização de floração entre as variedades, assim como deficiência no uso de insetos polinizadores, principalmente abelhas. Se a floração decorrer com condições atmosféricas desfavoráveis (baixas temperaturas, ventos superiores a 24 km/h, chuva, nevoeiro, tempo encoberto e humidades relativas muito elevadas) que prejudiquem o voo das abelhas a polinização das flores está comprometida. Por conseguinte, a criação de novas variedades autoférteis tornou-se o objetivo prioritário na melhoria genética da amendoeira (Socias i Company e Felipe, 2006; Miarnau *et al.*, 2015; Aguiar *et al.*, 2017).

A baixa necessidade em horas de frio (entre 100-400) faz com que a amendoeira seja a primeira espécie frutícola a florescer, sendo classificada por esse motivo por ter uma floração precoce. Na região do mediterrâneo a floração ocorre de uma forma escalonada entre janeiro a março, enquanto que a maturação do fruto ocorre entre meados de agosto e princípios de outubro (Grasselly e Crossa-Raynaud, 1984; Socias i Company *et al.*, 2009; Arquero, 2013b).

Socias i Company (2006) refere que para além da polinização deficiente outro grave problema desta cultura é o risco das geadas tardias, que está principalmente associado às variedades tradicionais.

Uma amendoeira adulta consegue revestir-se com mais de 50.000 flores e alcança a plena floração e quando pelo menos 50% dessas flores estão abertas (Aguiar *et al.*, 2017). Segundo Sousa (1978, *cit. in* Moreira, 2008), nas prunóideas as percentagens médias de vingamento são entre 20 - 35%. Kester e Griggs (1959, *cit. in* Aguiar *et al.*, 2017) considera que o vingamento é adequado quando pelo menos 25% das flores evoluem para fruto.

Relativamente ao fruto, a amêndoa é uma drupa com forma oval, constituída por uma casca carnuda (mesocarpo) que está revestida por uma pele pubescente de cor verde (exocarpo) e uma casca endurecida (endocarpo) que envolve a semente (Figura 8). Durante a maturação do fruto, o mesocarpo abre-se longitudinalmente expondo o endocarpo (Figura 9). O endocarpo pode ser grosso, fino, rijo ou mole, sendo utilizado como elemento de identificação para a diferenciação das variedades existentes (Grasselly e Crossa-Raynaud, 1984; Gradziel, 2008).



**Figura 8-** Fruto da amendoeira e sua constituição (Elaboração própria com base Rigau, 1975)



**Figura 9-** A- Fissura longitudinal expando o mesocarpo na maturação dos frutos da amendoeira; B- Fácil despegamento do fruto da casca na fase de maturação

Por fim, a amendoeira é uma espécie que apresenta uma raiz pivotante, vigorosa que lhe concede resistência à seca. Devido à sua sensibilidade à asfixia radicular, esta desenvolve-se melhor em solos de textura ligeira (Grasselly e Crossa -Raynaud, 1984; Palazon, 1972; Arquero, 2013a; Aguiar *et al.*, 2017).

### **2.2.2. A evolução da cultura da amendoeira no mundo e em Portugal**

A amendoeira foi uma das primeiras árvores de fruto a ser domesticada e provavelmente uma das primeiras a ser cultivada pelo homem (Aguiar *et al.*, 2017). Segundo Ladizinsky (1999), o seu centro de origem localiza-se na região sudoeste asiática, ampliando-se, a partir daí, para outras regiões e continentes. A amendoeira expandiu-se através de rotas pré-históricas de comércio pelo Sudoeste asiático e pela Ásia central até ao oeste da China (Aguiar *et al.*, 2017). Foi introduzida pelos fenícios, gregos e romanos nas diferentes regiões do Mediterrâneo, estendendo-se do leste para o oeste, incluindo todos os países da bacia do Mediterrâneo (Fernández e Martí *et al.*, 2015). Chegou à Califórnia a partir da bacia mediterrânica no período colonial espanhol levada pelos missionários. Na mesma época foi introduzida no oeste da Austrália, África do Sul, Chile e Argentina (Aguiar *et al.*, 2017).

A cultura da amendoeira nos países mediterrâneos manteve-se na sua forma mais tradicional e não evoluiu até quase aos finais do século XX. Pelo contrário, desde os finais do século XIX que na Califórnia houve uma grande expansão do amendoal, que se prolongou ao longo do século XX. Esta situação levou a que desde muito cedo esta região domine a produção e o comércio mundial da amêndoa. O sistema de cultivo californiano expandiu-se para o hemisfério sul, nomeadamente para o Chile, a Argentina, a África do Sul e a Austrália (Socias i Company, 2009).

Conforme foi referido no ponto 2.1.1., Espanha é o país com maior área plantada de amendoal, enquanto os EUA é o maior produtor de amêndoa. As diferenças de produtividade estão associadas principalmente às situações marginais em que se encontram as plantações espanholas e mediterrânicas em geral: solos pobres e mais de 90% da área plantada em sequeiro, utilização de variedades tradicionais com floração precoce, maior sensibilidade às geadas tardias e polinização deficiente. Além disso, a aplicação de fertilizantes e de tratamentos fitossanitários estão limitados anualmente à produção prevista e ao valor da amêndoa no mercado (Miarnau *et al.*, 2010).

A grande produtividade dos amendoais californianos deve-se a pomares explorados principalmente em regadio, plantados em solos férteis, profundos e bem drenados, o que permite uma maior densidade de árvores por hectare. Além disso, são tratados adequadamente a nível fitossanitário e nutricional (Miarnau *et al.*, 2010; Neves, 2014).

Em Portugal a situação é semelhante à espanhola, visto que a maioria dos pomares se encontra em sistema extensivo de sequeiro com a utilização de amplo e indefinido leque de variedades tradicionais, que se traduz numa produção heterogénea (Cabo e Matos, 2017).

Na região mediterrânica, a cultura da amendoeira tem experimentado durante as últimas décadas grandes alterações. Na década de 90 do século XX, ocorreram alterações a nível das variedades cultivadas. Estas alterações surgiram devido aos programas de melhoramento genético desenvolvidos em França e em Espanha. Estes programas foram criados com o objetivo de contribuir para aumentar a competitividade das plantações, melhorando a qualidade do material vegetal, ultrapassando assim as grandes limitações das variedades tradicionais (Miarnau *et al.*, 2015).

Os objetivos específicos destes programas eram criar variedades com as seguintes características: floração tardia, autoférteis, alta capacidade produtiva, qualidade dos frutos, facilidade na sua condução e poda, vigor equilibrado e tolerância a condições adversas (Miarnau *et al.*, 2015).

A maior parte das novas variedades existentes no mercado são provenientes dos programas de melhoramento genético espanhol do Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), do Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS) e do Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) (Socias i Company, 2009).

Em relação aos porta-enxertos, estes também passaram por uma mudança considerável. Segundo Felipe (1989, *cit. in* Miarnau *et al.*, 2010) o franco de amendoeira foi o porta-enxerto mais utilizado na bacia do mediterrâneo, devido à sua notável resistência ao défice hídrico e à clorose férrica, permitindo a melhor adaptação da amendoeira ao sequeiro e aos solos pobres e marginais.



Nos anos 70 do século XX apareceram os híbridos de amendoeira x pessegueiro, tendo o híbrido “INRA GF 677” sido o porta-enxerto predominante, tanto em condições de sequeiro como em regadio (Socias i Company, 2009). Recentemente, surgiram numerosos padrões híbridos de amendoeira x pessegueiro, bem como outros híbridos interespecíficos dentro do gênero *Prunus* com diferentes gamas de adaptabilidade a condições de solo, tolerância/resistência a doenças e mais adaptados a condições de intensificação (Castellaranau e Pericay, 2006; Bento *et al.*, 2017).

Com o aparecimento das novas variedades e porta-enxertos, a conversão dos pomares de sequeiro a regadio e a instalação destes pomares em melhores condições edáficas, levou a explorar novos modelos produtivos, com diferentes sistemas de condução, plantação e colheita. Entre os novos modelos produtivos destaca-se as plantações de amendoeiras em superintensivo (SHD) com o sistema de condução em sebe (Miarnau *et al.*, 2010).

A proposta deste novo modelo SHD para as futuras plantações de amendoeiras é bastante recente. Os primeiros ensaios foram instalados na província de Lérida- Espanha em 2010, pelo grupo Agromillora. Atualmente estima-se que existam 1500 ha de amendoal superintensivo na península ibérica, mais de 340 ha em Itália (Apúlia e Sicília), 100 ha no norte de África (Marrocos e Tunísia) e 120 ha na Califórnia, prevendo-se uma clara tendência ao crescimento exponencial nos próximos anos (Laghezza *et al.*, 2017)

### **2.3. Plantação em superintensivo (SHD)**

O modelo produtivo SHD ou em sebe, fundamenta-se principalmente na intensificação cultural, a qual não seria possível sem a utilização de porta-enxertos de baixo vigor ou ananizantes que permitem uma maior aproximação das árvores na linha através da redução do tamanho da copa, proporcionando densidades de plantação superiores a 2.500 árvores/hectare. A doutrina deste sistema é a de manter uma sebe continua de vegetação ao longo da linha da cultura, onde a árvore perde a sua individualidade relativamente a condução da copa (Escobar, 1988; Miarnau, 2018)

O processo de intensificação não é relativamente recente em fruticultura, pois já no princípio do século XX na macieira se desenvolveram diferentes porta-enxertos da série East Malling de baixo vigor com o mesmo objetivo. Processos semelhantes desenvolveram-se noutras espécies frutícolas como na pereira, na ameixeira, na cerejeira, recentemente no amendoal (Majid *et al.*, 2018; Iglesias, 2019)

Com este modelo pretende-se melhorar a produtividade da cultura, reduzindo os custos das operações culturais, principalmente a mão-de obra, aumentar o potencial produtivo e reduzir o tempo improdutivo de modo a alcançar a plena produção o mais cedo possível (Miarnau, 2018). A redução dos custos de mão-de-obra, passa necessariamente pela substituição total ou parcial por máquinas, principalmente na poda e na colheita, pois o seu custo crescente, a menor disponibilidade e falta de especialização, constituem limitações para a produção (Iglesias, 2019). Além disso, a partilha da mesma mecanização com outras culturas que tenham um sistema de condução semelhante, como o olival e a vinha, particularmente ao nível da máquina de colheita contínua, contribui para a redução dos custos de colheita e para amortizar o investimento (Torrents, 2015).

### **2.3.1. Material Vegetal**

Na amendoeira, como na maioria das espécies frutícolas, a árvore é um conjunto genético formada por duas partes distintas: a variedade que fornece a parte aérea da árvore e o porta-enxerto que fornece o sistema radicular (Socias i Company, 2009; Arquero, 2013a).

A escolha adequada da combinação variedade e porta-enxerto é importante na adaptação da árvore a sistemas de condução específicos (Yahmed *et al.*, 2016).

Em relação ao porta-enxerto, na sua escolha deve ter-se em consideração a sua afinidade com as variedades, a modelação ao nível do vigor das variedades, a homogeneidade das plantas, a durabilidade da plantação, a adaptação ao tipo de solo, ao clima, ao sistema de cultivo, a resistência a pragas e doenças de solo, e a sua ação na produtividade e qualidade dos frutos (Arquero, 2013a).

Existe uma vasta gama de porta-enxertos no mercado com diferentes escalas de vigor. Escobar (1988) refere que nestes casos a escolha do sistema de cultivo exige a utilização de porta-enxertos adequados ao mesmo e selecionados em função do vigor.

Em pomares superintensivos é indispensável a utilização de porta-enxertos de vigor reduzido ou ananizantes, combinada com os hábitos de vegetação e frutificação das variedades que mais se adequam a este sistema (Torrents, 2015; Saraiva, 2015).

Os porta-enxertos de baixo vigor ou ananizantes, como já referido anteriormente, tem a finalidade de reduzir o vigor do enxerto, criando estruturas de árvores de dimensões reduzidas que permitem uma maior densidade de plantação (Atkinson e Else, 2001).

Torrents (2015) refere que o Rootpac 20® é o único porta-enxerto de baixo vigor existente no mercado que se adequa à condução da amendoeira no sistema superintensivo, que permite o aumento da densidade de plantação e adaptação das variedades a este sistema, com finalidade de criar uma sebe contínua com um tamanho adequado que possibilite a mecanização integral do sistema.

O porta-enxerto ananizante Rootpac20®(Densipac) é um híbrido de ameixeira (*P. besseyi* x *P. cerasifera*) desenvolvido pelo programa de melhoramento genético da empresa Agromillora. Possui cerca de 40% a 50% menos vigor que o porta-enxerto GF-677, vulgarmente utilizado em plantações intensivas de amendoeira. O Rootpac®20 apresenta ainda as seguintes características (Torrents, 2015; Laghezza *et al.*, 2017):

- boa compatibilidade com as variedades de amendoeira;
- um porte ereto e compacto;
- induz uma alta produtividade, com fruta de bom calibre e com antecipação da colheita;
- boa capacidade de adaptação a condições climáticas adversas (temperaturas altas e baixas), a solos pesados e zonas frias;
- altamente tolerante à asfixia radicular;
- moderadamente resistente a nemátodos;
- moderadamente tolerante à clorose férrica e à salinidade;
- sensível ao *Agrobacterium tumefaciens*.

Quanto às variedades, os principais aspetos a considerar no comportamento varietal são (Arquero, 2013a):

- fenologia (época da floração e da colheita);
- compatibilidade (auto-compatível ou auto-incompatível);
- facilidade de poda;
- resistência a pragas e doenças;
- capacidade produtiva;
- características dos frutos.

Segundo Dicenta (2015) as variedades que melhor se adaptam ao sistema de plantação em superintensivo, são as que apresentam uma estrutura produtiva que permite facilmente adaptar-se ao sistema de condução em sebe, com exigências de intervenção mínima e com elevada produção. As árvores têm que apresentar uma estrutura compacta e densa, com alta capacidade produtiva no seu interior, alta capacidade de ramificação e rejuvenescimento, e devem ter características vegetativas e de frutificação que permitam a utilização de poda mecânica com máquinas de discos (Dicenta, 2015).

Para além das características das variedades mencionadas por Dicenta (2015), Torrents (2015) acrescenta que estas ainda têm de ser autoférteis, de floração tardia e resistentes às principais doenças da cultura. Segundo Laghezza *et al.* (2017) as variedades Belona, Guara, Soleta e Lauranne (Avijor) são as que, de momento, expressaram melhor resultados na condução em sebe (Quadro V).

**Quadro V- Resumo das características relevantes das variedades de Belona, Soleta, Guara e Lauranne**

	Variedades			
	Belona	Soleta	Guara	Lauranne (Avijor)
<b>Origem</b>	CITA (Espanha)	CITA (Espanha)	CITA (Espanha)	INRA (França)
<b>Morfologia e Fisiologia</b>				
Vigor	Médio	Médio	Médio	Médio
Porte	Semi-ereto	Semi-ereto	Aberto	Aberto
Ramificação	Média	Média	Reduzida	Média
Frutificação	Esporões e Verdascas	Esporões e Verdascas	Esporões e Ramos mistos	Esporões
Formação	Razoável	Razoável	Difícil	Fácil
Floração	Tardia	Tardia	Tardia	Tardia
Intensidade de floração	Elevada	Elevada	Elevada	Média-alta
Fertilidade	Autofértil	Autofértil	Autofértil	Autofértil
<b>Características Agronómicas</b>				
Entrada em produção	Precoce	Precoce	Precoce	Precoce
Maturação	Média	Média-Tardia	Precoce	Precoce-Média
Produtividade	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
Alternância	Média-Baixa	Média-Alta	Muita baixa	Baixa
<b>Características comerciais do fruto</b>				
Dureza da casca	Dura	Dura	Dura	Semi-dura
Rendimento (%)	27-35	27-35	32-35	32-38
Sementes duplas (%)	0	0	10-20	5-20
Peso médio da semente (g)*	1,3	1,27	1,45	1,1

Nota: Elaboração própria com base em Aguiar *et al.* (2017), Arquero *et al.* (2007), Novoalmeidro (2017), Miarnau *et al.* (2010), Socias i Company *et al.* (2009) e Vargas *et al.* (2009).

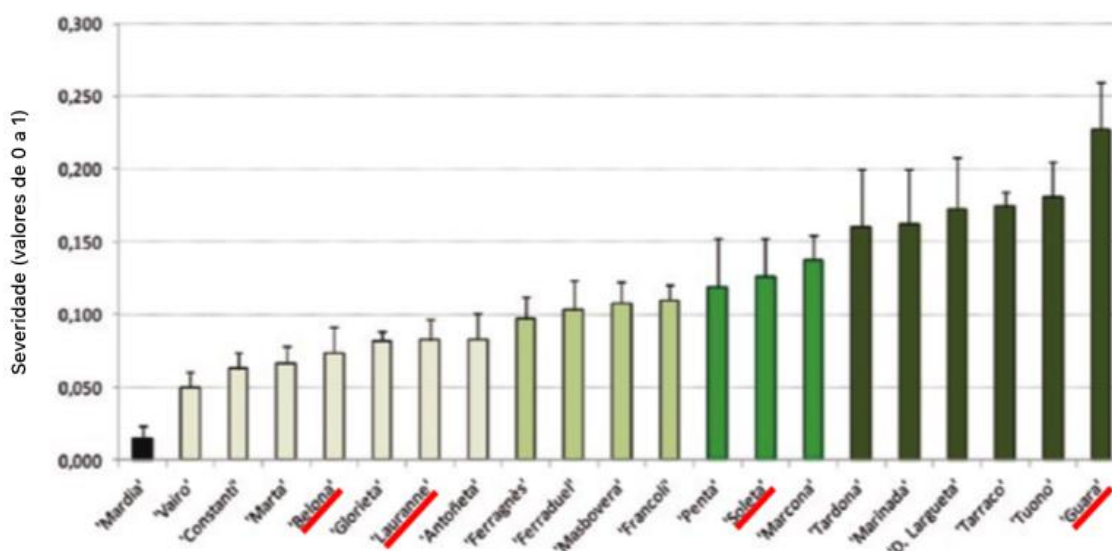
Na seleção das variedades mais adequadas para o sistema superintensivo de amendoeira, a tolerância a doenças é um fator chave, visto que pode comprometer a durabilidade da plantação. Das doenças que afetam a amendoeira, o cancro ou fusicoccum (*Phomopsis amygdali* Del.), e a mancha ocre (*Polystigma amygdalinum* P.F. Cannon), são segundo Miarnau *et al.* (2015) as que, na atualidade, provocam maiores estragos nas

plantações. Este autor refere ainda que nos últimos anos tem havido um aumento em doenças como a moníliose (*Monília laxa* Aderh e Ruhl) e o crivado (*Stigmin carpophila* (Lev.) M. B. Ellis).

O conhecimento da suscetibilidade das variedades às principais doenças da cultura permitirá uma escolha adequada em função as condições climáticas favoráveis para desenvolvimento das patologias de forma reduzir a sua incidência, e conseqüentemente a redução dos custos culturais na aplicação de tratamentos fitossanitários (Arquero, 2013a; Miarnau *et al.*, 2015)

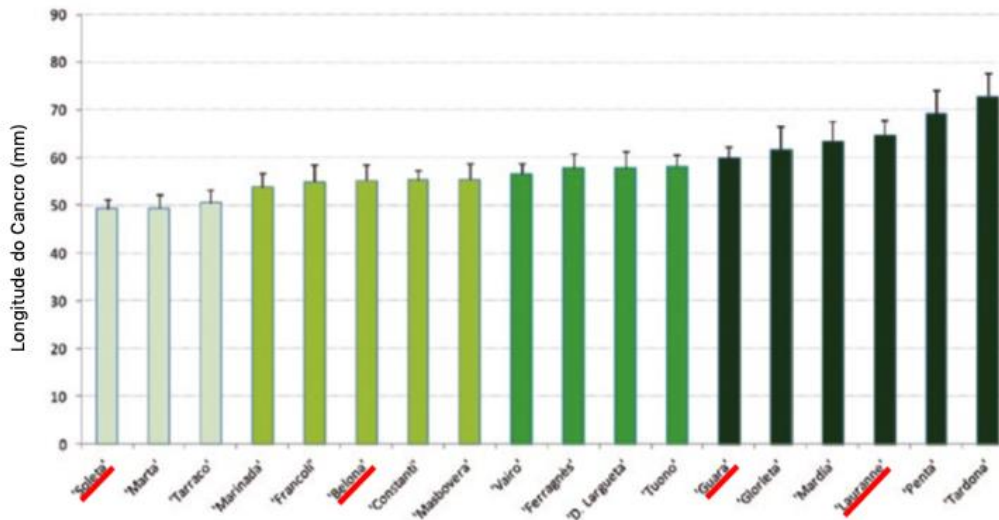
O Instituto de Investigação e Tecnología Agroalimentar (IRTA), desenvolveu diversos trabalhos sobre a sensibilidade e a tolerância das variedades de amendoeira às doenças. Nas Figuras 10, 11, 12 e 13 mostram-se os resultados obtido no IRTA sobre a incidência da mancha ocre, do cancro, moníliose e crivado, respetivamente, em diversas variedades de amendoeira (Miarnau *et al.*, 2015).

A suscetibilidade à mancha ocre foi avaliada de acordo com a severidade dos sintomas nas folhas através de uma avaliação visual (Figura 10). Os resultados apresentados referem-se à média de 3 anos de observação (Miarnau *et al.*, 2015). Entre as variedades que mais se adequam a condução em sebe, a Belona e a Lauranne são as menos suscetíveis a mancha ocre do que a Soleta e a Guara.



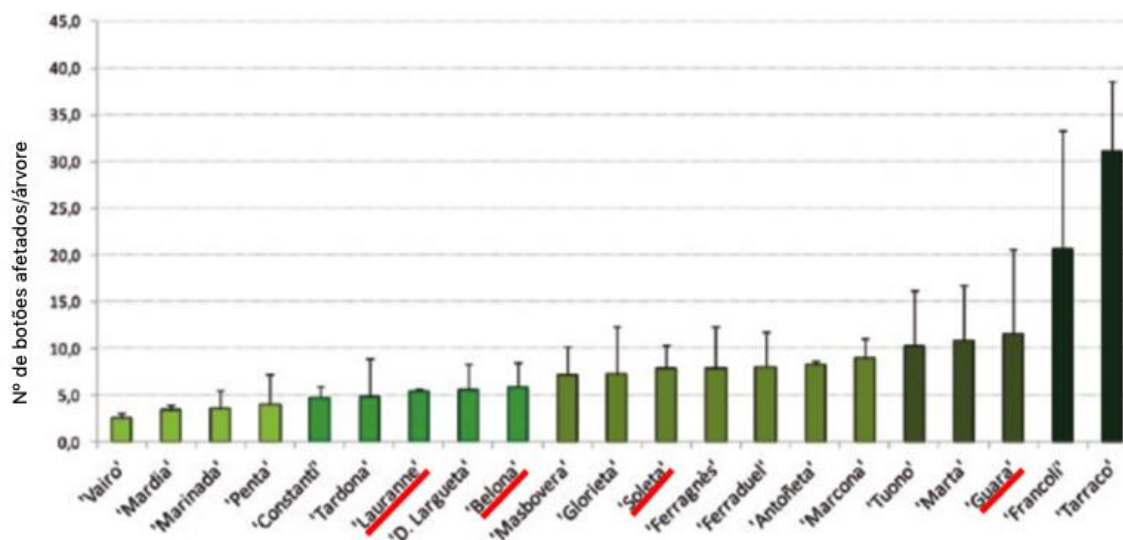
**Figura 10-** Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade a Mancha Ocre (Adaptado de Miarnau, 2015)

A suscetibilidade ao cancro ou fusicoccum foi avaliada de acordo com a sua duração após a inoculação de botões do ano (Figura 11). Os resultados apresentados referem-se à média de 3 anos de observação (Miarnau *et al.*, 2015). Entre as variedades que mais se adequam à condução em sebe, a Soleta e a Belona são as menos suscetíveis



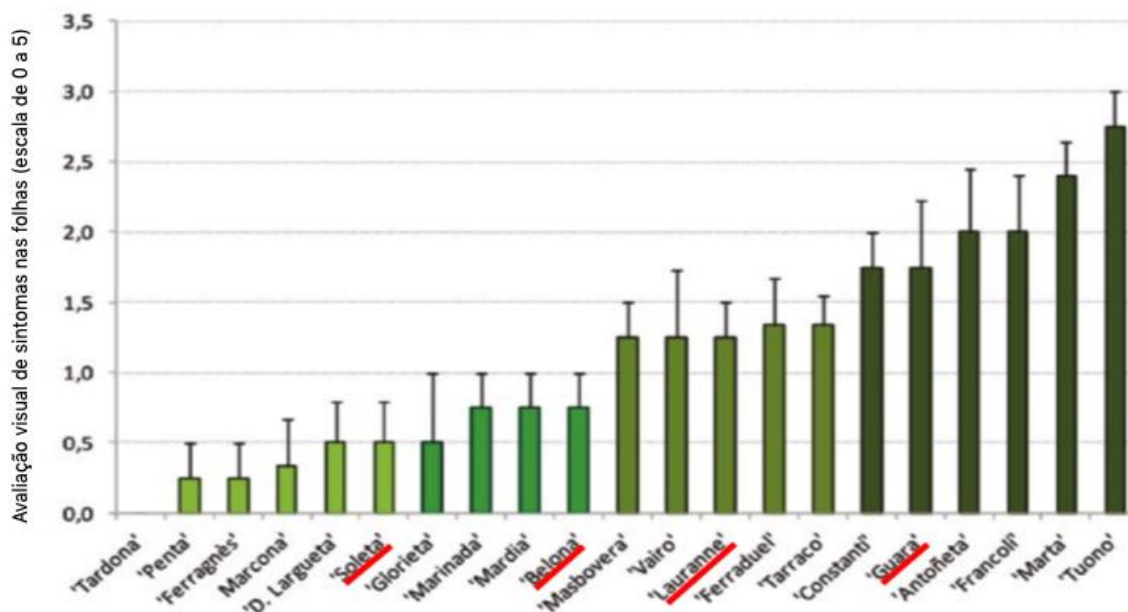
**Figura 11-** Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade ao Cancro ou Fusicoccum (Adaptado de Miarnau, 2015)

A suscetibilidade à monílose foi avaliada de acordo o nº de botões afetados por árvore (Figura 12). Os resultados apresentados referem-se à média de 2 anos de observação (Miarnau *et al.*, 2015). Entre as variedades que mais se adequam a condução em sebe a Lauranne é a menos suscetível a mancha ocre e a Guara é a mais suscetível.



**Figura 12-** Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade a Monílose (Adaptado de Miarnau, 2015)

A suscetibilidade ao crivado foi determinada de acordo com uma avaliação visual de sintomas nas folhas numa escala de 0 a 5 (Figura 13). Os resultados apresentados referem-se à média de 2 anos de observação (Miarnau *et al.*, 2015). Entre as variedades que mais se adequam a condução em sebe, a Soleta é a menos suscetível e a Guara a mais suscetível.



**Figura 13-** Classificação de diferentes variedades de amendoeira em função do nível de suscetibilidade ao Crivado (Adaptado de Miarnau, 2015)

### 2.3.2. Densidade de Plantação

A densidade de plantação ou número de árvores por unidade de superfície é determinado pela distância a que as plantas são colocadas na linha de plantação e a distância entre as linhas de plantação. Tal deverá ser definido de acordo com as condições edafo-climáticas do local onde se pretende instalar o pomar, do vigor do material vegetal, do sistema de condução e do nível de mecanização a adotar (Escobar 1988; Arquero, 2013c).

Escobar (1988) destaca o vigor das árvores como um dos principais fatores que determina a densidade de plantação. Variedades de maior vigor irão desenvolver árvores maiores, pelo que se deverá utilizar um menor número de árvores por hectare.

No amendoal superintensivo uma das principais preocupações é a obtenção de uma árvore de tamanho reduzido de forma a reduzir o compasso entre as árvores permitindo o aumento da densidade de plantação, conforme referido no ponto 2.3.1., sendo necessário escolher o material vegetal mais adequado.

Este sistema é caracterizado por densidades de plantação que variam entre as 1900 e as 2800 plantas/ha, com distância entre plantas na linha de 1m a 1,5m e 3,5 m de distância entrelinhas (Torrents, 2015). Este autor refere também que este tipo de condução requer rega localizada com uma dotação mínima anual de 4.000 m<sup>3</sup>/ha x ano para garantir um volume de produção rentável. Em zonas com precipitação superior a 600 mm / ano com solos férteis e profundos, uma dotação de 3.000 m<sup>3</sup>/ha x ano poderá ser satisfatória.

Salienta-se que o aumento do número de árvores por hectare promove a precocidade na entrada em produção, reduzindo o período improdutivo do pomar, além de aumentar o potencial produtivo devido a uma maior área foliar exposta. Por oposição, o aumento da densidade de plantação acarreta maiores custos de plantação devido à aquisição de um maior número de plantas (Arquero, 2013c).

### **2.3.3. Sistema de condução e poda**

As árvores quando não intervencionadas pelo homem seguem uma tendência natural onde adquirem formas e tamanhos variados determinados pelos hábitos vegetativos da espécie. A estrutura natural da árvore de ponto de vista agronómico apresenta graves inconvenientes, pois o excessivo número de ramos e o crescimento desordenado dos mesmos origina copas muito densas e volumosas que impedem a penetração da luz solar no interior da árvore, provocando a diminuição do potencial produtivo, perda de qualidade da fruta e dificulta a execução de algumas operações culturais como tratamentos fitossanitários e a colheita. Na perspetiva de diminuir os inconvenientes anteriormente referidos e por conseguinte, aumentar a produtividades dos pomares, é necessário interferir mediante técnicas de poda nos hábitos vegetativos naturais da árvore de forma a alcançar um sistema de condução adequado às condições e objetivos da plantação (Escobar, 1988; Arquero *et al.*, 2007; Arquero, 2013d).

#### **2.3.3.1. Resumo da evolução dos sistemas de condução em fruticultura**

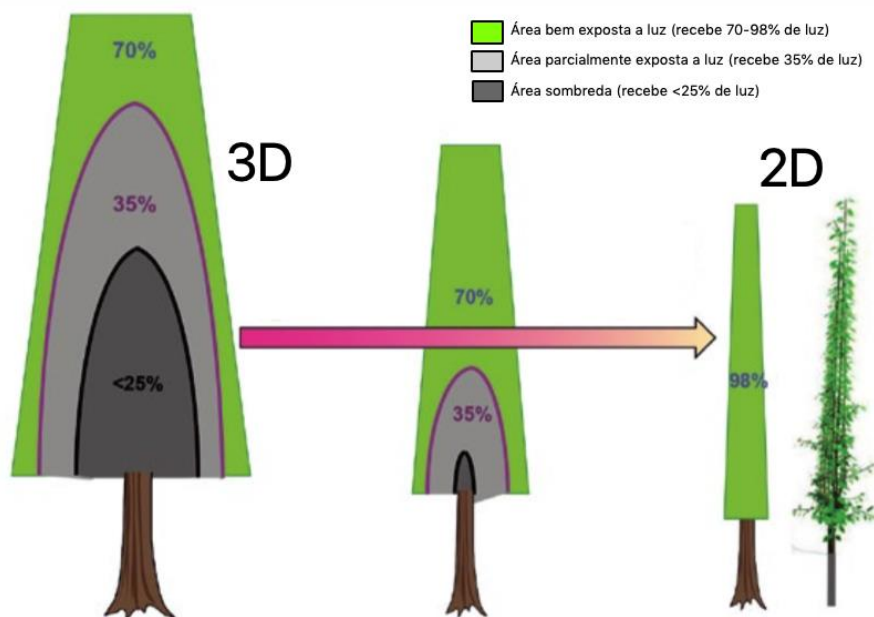
Hampson *et al.* (2002) definem o sistema de condução como um método de manipular o arranjo da plantação das árvores e a geometria da copa para uma melhor interceção e distribuição da radiação fotossinteticamente ativa (PAR), com a finalidade de otimizar a qualidade e a produção de frutos. Estes autores realçam ainda, que os sistemas de melhor desempenho costumam ser os que apresentam maior densidade de árvores ou o porta-enxerto mais eficiente.



Existem diversas formas de condução das árvores fruteiras, as quais dependem da tendência natural de crescimento da espécie, da sua capacidade de alteração da sua forma natural e do sistema de produção. Como referido anteriormente, é necessário criar uma estrutura de árvore adequada às condições e objetivos de plantação, de forma a reduzir os inconvenientes que a estrutura natural da árvore nos faculta (Escobar, 1988).

Escobar (1988) refere que a classificação das árvores fruteiras pelo sistema de ramificação é um critério muito conveniente na escolha do sistema de formação da espécie. De acordo com este critério, as formas podem ser em volume ou planas, independentemente da constituição do eixo da árvore. As formas em volume são aquelas com o centro aberto, normalmente utilizadas em plantações extensivas, pois as árvores necessitam de maior espaço para o seu desenvolvimento. Pelo contrário, as formas planas (Figura 14) são, em geral, formas mais evoluídas que apareceram com o objetivo de conseguir uma maior intensificação e uma maior qualidade da fruta, como consequência de uma maior exposição à luz (Escobar, 1988).

Iglesias (2019) refere que a evolução dos sistemas de plantação e de condução das espécies frutícolas nas últimas décadas se tem focado na intensificação das plantações, o que levou a explorar formas de condução mais ajustadas a este sistema, destacando a substituição contínua (Figura 14) de formas de copa mais volumosas (3D) para formas de copa planas ou bidimensionais (2D). Esta transição implica a escolha de árvores de tamanho e volume reduzido, onde o porta-enxerto utilizado é decisivo na redução do vigor da árvore.



**Figura 14-** Efeito da redução do volume de copa de uma árvore fruteira na iluminação e na redução das zonas de sombra (Adaptado de Iglesias, 2019)

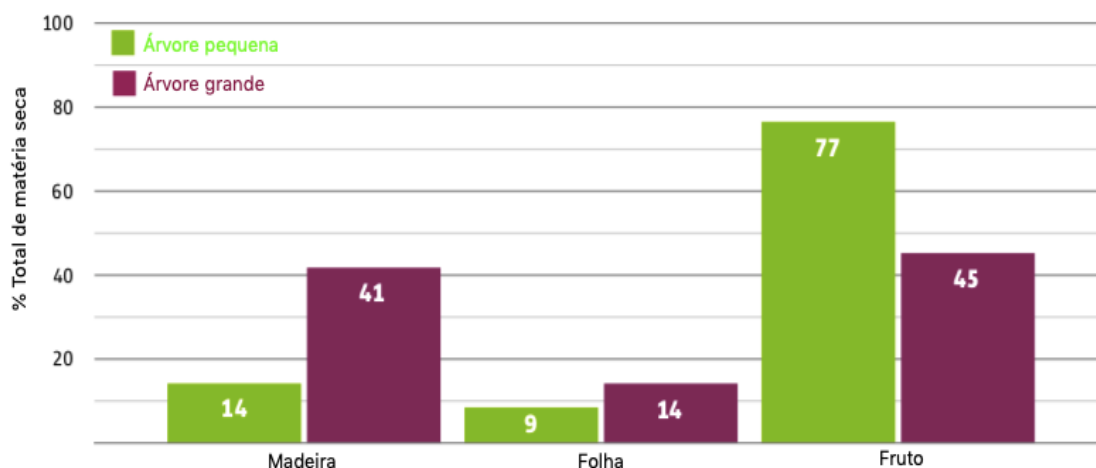
O uso de árvores de pequena dimensão e menor volume de copa não tem apenas como objetivo aumentar a densidade de plantação e diminuir o período improdutivo, mas também, proporcionar uma maior eficácia na utilização dos fatores de produção de forma a tornar o sistema o mais rentável possível reduzindo os custos de produção (Escobar, 1988; Branco, 2018).

Uma árvore de pequena dimensão, devido à menor percentagem de madeira estrutural, tem menos necessidades nutricionais, requer menos energia para transportar água e nutrientes a todos os tecidos. O volume de copa mais reduzido permite uma maior penetração da luz solar, redução da zona de sombra e um maior revestimento de órgãos frutíferos no interior da copa junto ao tronco. Esta solução proporciona ainda uma maior eficácia dos tratamentos fitossanitários devido à maior penetrabilidade (Branco, 2018; Iglesias, 2019).

Árvores com copas de menor dimensão, nomeadamente as de forma plana, são mais acessíveis para as operações culturais, quer manuais, quer mecânicas, possibilitando uma redução dos custos com a mão-de-obra, tradicionalmente elevados nas formas conduzidas em volume (Branco, 2018; Iglesias, 2019).

Salienta-se ainda que as árvores de pequena dimensão são muito mais produtivas em comparação com as árvores de grande dimensão, devido a uma maior eficiência na distribuição de hidratos de carbono (Iglesias, 2019).

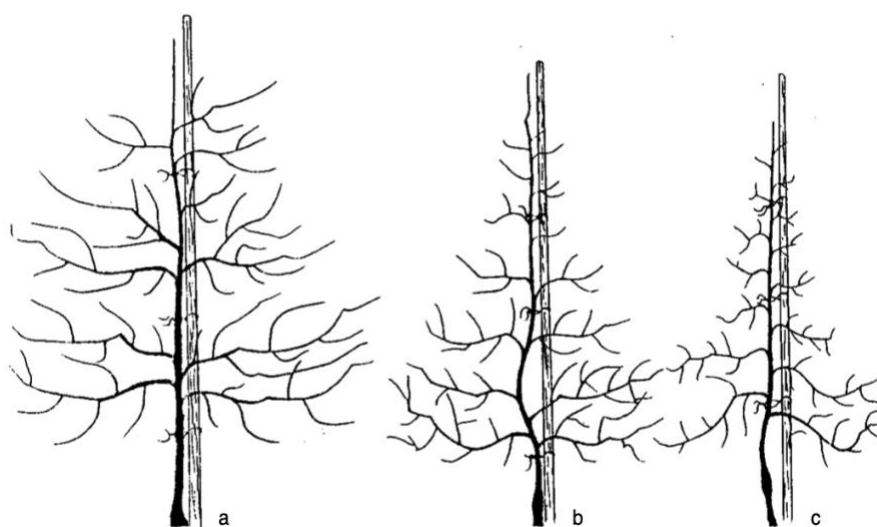
Segundo Iglesias (2019) a percentagem de hidratos de carbono resultantes da fotossíntese utilizada nos diferentes constituintes da árvore é influenciada pelo tamanho da árvore (Figura 15). Nas árvores pequenas é maior a percentagem utilizada nos frutos, enquanto nas árvores grandes uma parte considerável é canalizada para a estrutura da árvore.



**Figura 15-** A influência do tamanho da árvore na distribuição dos hidratos de carbono (Adaptado de Iglesias, 2019)

Embora estas referências sejam recentes, a utilização de formas de condução 2D iniciou-se há bastante tempo na macieira e na pereira (Iglesias, 2019).

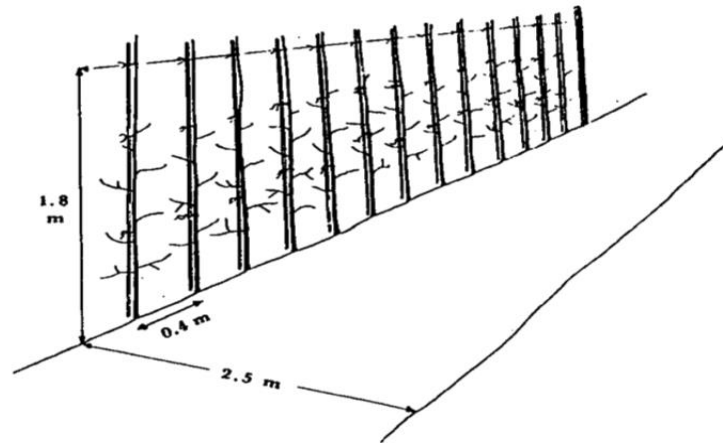
Em 1936, na Alemanha, Schnitz-Hubsh e Heinrichs projetaram o sistema de condução spindlebush (Figura 16) para pomares mais intensivos de macieiras e pereiras. Na Holanda, este sistema de condução foi gradualmente modificado de modo obter árvores ainda mais estreitas, chamadas de slender spindle e North Holland spindle (Figura 16). Nestes dois modelos de condução as árvores têm cerca de 1,80 de altura e uma largura da base com cerca de 0,90 m a 1,20m, pelo que são aconselhados para pomares de alta densidade (Mika, 1992).



Legenda: a- spindlebush; b- slender spindle; c- North Holland spindle

**Figura 16-** Evolução do sistema spindlebush em sentido ao sistema North Holland spindle (Fonte: Mika, 1992)

No final dos anos 80 do século XX, na Alemanha, surgiram os primeiros pomares em sistema superspindle com base no sistema slender spindle desenvolvido por F. Bumberlin. Neste novo sistema as macieiras são enxertadas em porta-enxertos M9, M27 ou P22, que lhes conferem um vigor reduzido, sendo plantadas com distância muito reduzida, 0,30m na linha e 2,4m na entrelinha (Figura 17). As árvores são conduzidas na forma de um spindle muito curto ou em cordão livre, não têm intervenções de poda até aos 3 anos, para que tenham uma entrada precoce em produção (Mika, 1992; Weber, 1998)



**Figura 17-** Sistema Superspindle (Fonte: Mika, 1992)

Em 1975, na França, J.M. Lespinnasse projetou e promoveu um sistema de condução para pomares densos chamado Vertical-axis. Nesse sistema, o eixo central é mais robusto e mais alto do que o Superspindle, podendo chegar aos 3,70m de altura e a largura da árvore é mantida entre 0,90 m e o 1,20m (Mika, 1992; Lauri e Lespinnasse, 2000).

Segundo Mika (1992) a evolução dos sistemas de condução e de poda na Europa propendem em criar árvores cada vez mais pequenas e estreitas de maneira adequar estas a pomares de alta densidade de plantação. De acordo com a evolução dos sistemas de condução e poda da macieira e pereira na Europa pode-se contemplar essa tendência, onde de um modo geral as árvores têm pouco mais de 1,80m de altura, são cada vez mais estreitas e onde eixo central é predominante em todos os sistemas facilitando assim a intensificação cultural (Mika, 1992).

Uma evolução dos sistemas de condução e poda semelhante à que ocorreu na macieira e na pereira, decorreu no final do século XX em Espanha, com o aparecimento dos primeiros olivais superintensivos ou em sebe.

Neste caso o sistema de condução inicialmente predominante foi o eixo central, associado a densidades de plantação, com cerca de 1,35m a 1,75m de distância entre árvores na linha e 3,5m a 4m de distância entrelinhas. Tal afastamento proporciona densidades de plantação superiores a 1500 árvores/ha, o que permite criar uma sebe contínua com uma altura de 2,5 m (Pastor e Humanes, 2010; Rallo *et al.*, 2013). Neste sistema a colheita da azeitona é realizada com uma máquina automotriz cavalgadora, pelo que é fundamental formar uma árvore com um esqueleto com suficiente solidez mecânica e uma forma adequada às dimensões da máquina (Dias *et al.*, 2009). Em 2011, com a

evolução e aperfeiçoamento do conhecimento desenvolveu-se o sistema de condução smarttree, inicialmente utilizado no olival em sebe. Este sistema consiste numa formação com crescimento livre da árvore, onde não existe um eixo central ou ramos principais, possibilitando a redução ou substituição da poda manual pela poda mecânica desde o primeiro ano de plantação a fim criar uma sebe antecipadamente e reduzir os custos de mão-de-obra associados (López *et al.*, 2015)

Há menos de uma década, iniciou-se na Catalunha – Espanha o desenvolvimento de pomares de amendoeira conduzidos em sebe.

Segundo Torrents (2015) devem seguir-se os seguintes critérios na instalação de plantações superintensivas de amendoeiras:

- sebe continua desorganizada a partir de plantas formadas em multi-eixo que não podem ultrapassar uma largura de 0,70 a 0,80 m de largura e 2,75m de altura;
- altura do tronco de 0,50m a 0,60 m limpo e totalmente ereto;
- corte lateral da copa com máquina de podar (“*Hedging*”) e corte horizontal na parte superior da copa (“*Topping*”) a partir do primeiro ano de forma a substituir a poda manual;
- poda manual limitada em plantas adultas, muito ligeira para eliminar ramos secos e muito vigorosos com a finalidade de aumentar a penetrabilidade da luz e induzir a renovação de ramos.

#### **2.3.3.2. Poda**

A poda consiste na remoção e/ou encurtamento de partes da árvore mediante técnicas de corte para facilitar a formação, a iluminação e o arejamento da copa com objetivo de melhorar a produção e qualidade dos frutos (Casierra-Pousada e Fisher, 2012).

A poda permite equilibrar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, assim como o equilíbrio nutricional entre a copa e a raiz, que influenciam diretamente nos processos como a regulação da floração e frutificação (Casierra-Pousada e Fisher, 2012).

A formação de uma estrutura de árvore mediante técnicas de poda é imprescindível para a adaptação às restantes técnicas culturais, de forma a facilitar a execução das tarefas com o menor esforço e custo possível, ou seja, é importante adequar a árvores ao método de colheita, facilitar a transitabilidade de tratores e equipamentos. Uma boa estrutura promove melhores condições fitossanitárias, garantido uma maior interceção da luz e arejamento da copa (Lopes *et al.*, 2009; Aguiar *et al.*, 2017).

De acordo com Sousa (2010) os objetivos que tornam necessária a poda para o fruticultor, são:

- diminuir o período improdutivo;
- assegurar o equilíbrio entre a vegetação e a frutificação;
- contribuir para o estado sanitário do pomar;
- proporcionar frutos de qualidade e em quantidade;
- expandir a vida económica do pomar;
- incrementar a competitividade do pomar;

A espécie, o material vegetal (porta-enxerto e variedade), as condições edafo-climáticas e os sistemas de produção (sequeiro/regadio, fertilizações, tratamentos fitossanitários, sistema de plantação e condução) são fatores que influenciam diretamente no tipo, intensidade e frequência de poda a aplicar num pomar (Casierra-Pousada e Fisher, 2012; Arquero, 2013d).

Arquero (2013d) salientam que os hábitos vegetativos da variedade, em particular o porte, o vigor e o sistema de ramificação, são os fatores mais relevantes na determinação do critério e facilidade da poda a realizar. Estes autores referem ainda, que as variedades de porte médio-erguido e intensidade de ramificação média são as mais pretendidas, porque consentem uma fácil formação da estrutura de copa, com o mínimo de intervenções de poda.

A poda é a operação cultural que requer maior necessidade de mão-de-obra, o que devido ao seu elevado custo, a menor disponibilidade e falta de especialização a levará a que se torne total ou parcialmente mecânica com a intensificação cultural (Arquero, 2013d; Iglesias, 2019).

A poda pode ser diferenciada quanto à época em que é executada, em função da idade e/ou a fase de desenvolvimento da árvore e quanto à origem do podador. Relativamente à época, a poda pode ser realizada em dois momentos diferentes do ciclo

vegetativo anual: poda de verão ou poda em verde e poda de inverno ou poda em seco (Arquero, 2013d).

Quanto à idade e/ou fase de desenvolvimento da árvore podem diferenciar-se quatro tipos de poda (Arquero, 2013d):

- poda de preparação das plantas;
- poda de formação;
- poda de frutificação;
- poda de rejuvenescimento.

Para o mesmo autor a poda pode ser manual ou mecânica.

Em relação aos utensílios de poda usados fala-se em poda manual ou poda manual assistida mecanicamente, quando se utilizam utensílios portáteis (tesouras e motosserras) e poda mecânica, quando o equipamento de corte é montado em trator ou automotriz.

#### **2.3.3.2.1. Época da poda**

A poda realizada no período de repouso vegetativo da árvore denomina-se poda de inverno ou poda em seco. Em árvores fruteiras de folha caduca, no clima temperado, esta prática ocorre desde a queda das folhas até ao início da floração (Malvicini e Gómez, 2011; Arquero, 2013d). Sousa (2010) refere que o objetivo da execução da poda nesta época é estimular a formação de madeira e aumentar o vigor das árvores.

Quando a poda é realizada no período de atividade vegetativa denomina-se poda em verde ou poda de verão. A realização da poda durante o período em que as árvores fruteiras caducifólias mantêm as suas folhas, no clima temperado, leva que a resposta vegetativa da árvore em comparação com a poda de inverno seja mais ordenada, mais regular e desvigorante (Malvicini e Gómez, 2011). Marini (2001) acrescenta que a redução da área foliar em verde reduz a quantidade de reservas de hidratos de carbono nos troncos e raízes, o que, teoricamente reduz a capacidade de resposta vegetativa da árvore no próximo ciclo cultural. Sousa (2010) refere que o objetivo da execução da poda nesta época é estimular a formação de órgãos de frutificação, reduzir o vigor e limitar em altura a árvore.

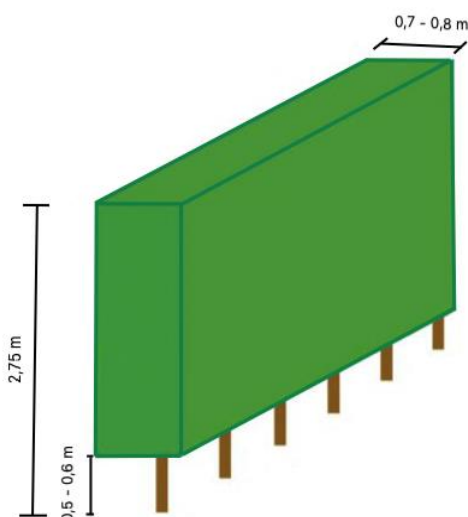
A importância da poda em verde aumenta sempre que se realizam podas severas de inverno que estimulam respostas de elevado vigor vegetativo sendo mais importante em pomares regados (Salazar e Melgarejo, 2002).

## 2.3.3.2.2. Tipos de poda

### 2.3.3.2.2.1. Poda de Formação

A poda de formação inicia-se no momento da plantação do pomar e decorre durante a fase juvenil da árvore, com a finalidade de criar uma árvore com uma estrutura adequada ao sistema de condução escolhido (Rigau, 1975; Romero e Pérez, 2006)

No amendoal superintensivo o principal objetivo da poda de formação é criar uma sebe de 0,7m a 0,8 m de largura e 2,75 m de altura e um tronco ereto livre de qualquer ramo até aos 0,5m a 0,6 m de altura (Figura 18). Estas dimensões permitem que as árvores tenham uma maior eficiência na captação da luz solar evitando qualquer zona de sombra, permitindo uma maior produção de fotoassimilados, o que por sua vez leva a que haja uma melhor indução floral. Este dimensionamento de sebe é crucial para uma boa eficiência de funcionamento da máquina automotriz cavalgadora (López, 2018).



**Figura 18-** Dimensões da sebe de amendoeira em superintensivo (Adaptado de Muncharaz, 2017)

A poda de formação de amendoeiras em smarttree consiste em realizar as seguintes intervenções em verde: cortes horizontais na parte superior da copa das árvores entre 8 cm a 10 cm abaixo do ápice de cada ramo quando estes atingirem os 30 cm de comprimento (López, 2018). Segundo o mesmo autor as primeiras despontas devem ser realizadas manualmente para evitar que fiquem ramos por cortar, sendo os cortes posteriores realizados mecanicamente. A desponta dos ramos verticais promove crescimento dos ramos laterais permitindo a ocupação dos espaços vazios entre as árvores na linha de modo a formar uma sebe contínua (López, 2018).



Não é conveniente cortar uma parte do ramo superior a um terço do próprio ramo, devido a facto de poder causar stress à planta provocando uma paragem no crescimento vegetativo por um curto período de tempo (López, 2018).

A copa da amendoeira devido à existência de múltiplos pontos de crescimento tende para uma forma globosa, e por consequência para conduzir as amendoeiras em smarttree é necessário efetuar cortes nas faces laterais da copa da árvore de forma a favorecer o crescimento vertical da parede vegetativa e o crescimento lateral dos ramos para o interior da linha. Quando as dimensões da sebe são atingidas, quer em altura quer em largura dá-se como terminada a poda de formação (López, 2018).

Para condução do pomar de amendoeiras em smarttree, esta empresa aconselha a utilização de plantas com formato smarttree, porque permite o encurtamento do período de formação da copa devido à sua pré-formação resultante de despontas realizadas no viveiro que evitam a formação natural de um eixo central e promove uma estrutura ramificada anárquica que facilita posteriormente os trabalhos de formação realizados no terreno (Laghezza, 2017; López, 2018)

#### **2.3.3.2.2.2. Poda de Frutificação ou Manutenção**

A poda de frutificação realiza-se a partir do momento em que a árvore atinge a estrutura de copa pretendida e inicia a sua fase produtiva. As intervenções de poda que se praticam na fase produtiva do pomar são direcionadas para a copa das árvores a fim de preservar a sua forma, estimular a indução dos gomos florais e assegurar a renovação dos elementos de frutificação de modo a não comprometer a produção do ano seguinte.

Segundo López (2018), nos amendoais superintensivos a partir do momento que se consegue a sebe, pretende-se com a poda praticada no período produtivo das árvores essencialmente:

- manter uma superfície foliar totalmente exposta á luz de forma a promover o potencial produtivo;
- regular o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e produtivo;
- facilitar a realização do trabalho das máquinas cavalgantes de colheita continua.

A poda de produção ou manutenção da amendoeira em sistema superintensivo consiste na regulação da largura da sebe através de cortes aplicados nas faces laterais da copa das árvores de modo a manter uma largura entre 0,7 m e 0,8 m (Torrents, 2015; López, 2018).

Esta operação cultural pode ser realizada em pós- colheita, quando as árvores terminam a fotossíntese e acumulam reservas suficientes para a próximo abrolhamento, o que coincide com a perda de folhas (López, 2018).

#### 2.3.3.2.4. Poda Mecânica

Designa-se por poda mecânica o método de poda onde se realizam cortes com o auxílio de uma máquina de podar, montada sobre um trator de média a grande potência que se move a uma velocidade constante pelo centro da entrelinha das culturas, realizando cortes horizontais na parte superior da copa a uma altura pré-definida de forma contínua e cortes na face lateral das copas das árvores a determinada distância do tronco (Pastor e Humanes, 2010; Arquero, 2013d; Arenas e García, 2014).

Os cortes horizontais (Figura 19), vulgarmente chamados por “*topping*”, consistem na eliminação de ramos da parte superior da copa da árvore. Estes ramos são normalmente ramos improdutivos, vulgarmente chamados por ramos ladrões ou chupões, que para além de não produzirem fruto dificultam a colheita (Arenas e Hervalejo, 2014).

Os cortes laterais (Figura 19) são também designados por “*hedging*” e consistem na realização de cortes verticais na copa das árvores permitindo controlar a largura de forma a melhorar as condições de iluminação e arejamento da copa e também facilitar colheita (Arenas e Hervalejo, 2014).



**Figura 19-** A- Máquina de podar a efetuar corte horizontal na parte superior da copa (“*Topping*”); B- Máquina de podar a efetuar corte vertical na face lateral da copa (“*Hedging*”).

A poda com máquina de podar montada em trator é a prática mais rápida e económica de conservar os volumes da copa em alternativa à poda manual que requer elevada mão-de-obra especializada tornando-se um problema devido aos seus elevados custos e à falta de disponibilidade (Arquero, 2013d).

A utilização da máquina de podar não permite fazer a distinção seletiva do ramo, nem emendar mal formações estruturais das árvores. Nesse sentido é necessário efetuar intervenções manuais de complemento com o objetivo de retirar as estruturas envelhecidas no interior da copa, ramos menos flexíveis e secos, ramos improdutivos (ramos ladrões) e também remover ramos que surgem no tronco da árvore que dificultam a colheita mecânica (Arquero, 2013d; Arenas e Hervalejo, 2014).

As máquinas de podar existentes no mercado europeu são fundamentalmente de dois tipos: máquinas de podar de serras circulares (Figura 20) e máquinas de podar de barra de corte com movimento alternativo (Figura 21), montadas em trator agrícola.

As máquinas de podar de discos são as mais vulgares, existindo diversas soluções de montagem no trator. Existem modelos em que a estrutura de suporte da barra de corte se fixa no carregador frontal do trator (Figura 20) e modelos com fixação nos contrapesos frontais do trator (Figura 21, 22, 24 e 27).



**Figura 20-** Máquina de podar de discos montada no carregador frontal do trator (Fonte:www.reynolds-pirra.com)



**Figura 21-** Máquina de podar de facas montada nos contrapesos frontais do trator (Fonte: [www.id-david.com](http://www.id-david.com))



**Figura 22-** Máquina de podar de discos montada nos contrapesos frontais do trator (Fonte: A. Dias)

Em Portugal através do projeto *Proder* intitulado “*Avaliação da utilização da poda mecânica em pomares de pera Rocha*” foi desenvolvida uma máquina de podar de discos (Figura 23) com montagem no sistema de engate de três pontos do trator (Dias *et al.*, 2015).



**Figura 23-** Máquina de podar de discos montada no sistema de engate de três pontos do trator (Fonte: A.Dias)

Existem modelos com duas barras de corte que possibilitam o corte em duas linhas de árvores numa única passagem (Figura 24).



**Figura 24-** Máquina de podar de discos montada nos contrapesos frontais, com duas barras de corte de discos (Fonte: [www.id-david.com](http://www.id-david.com))

O acionamento destas máquinas é efetuado através de um sistema hidráulico autónomo, o qual faz parte um reservatório de óleo que é montado na traseira do trator (Figura 25).



**Figura 25-** Depósito de óleo montado nos três pontos do trator (Fonte: [www.id-david.com](http://www.id-david.com))

Além do reservatório de óleo fazem parte do sistema hidráulico das máquinas de podar, a bomba de óleo (Figura 26), que envia o óleo para os atuadores hidráulicos existentes na parte frontal da máquina de poda (Figura 27).

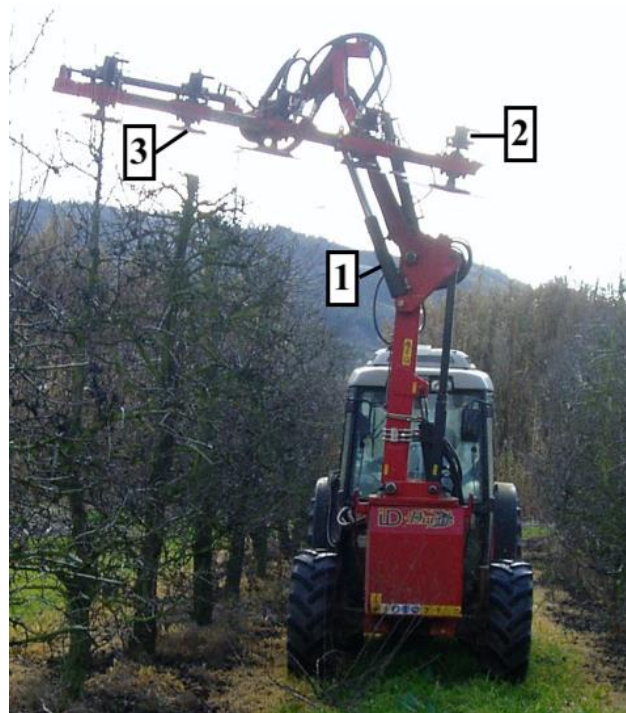


Legenda: 1- Bomba de óleo; 2- Electroválvulas

**Figura 26-** Componentes do sistema hidráulico de uma máquina de podar (Adaptado de A. Dias)

O óleo que sai da bomba de óleo é controlado por electroválvulas, como as da figura 26. Por sua vez, as electroválvulas são controladas pelo operador a partir de comandos colocados na cabina.

Os atuadores hidráulicos são cilindros hidráulicos para colocar a barra de corte na posição de trabalho e motores hidráulicos para acionar os órgãos de corte (Figura 27).



Legenda:1-Cilindro hidráulico ;2-Motor hidráulico;  
3- Disco de corte.

**Figura 27-** Máquina de podar de discos montada nos contrapesos frontais do trator (Adaptado de A. Dias)

Existem modelos de máquinas de podar com barra de corte de movimento alternativo em que a fonte de potência é fornecida pelo serviço externo do sistema hidráulico (SESH) do trator. Estas máquinas tendem a fazer um corte de melhor qualidade do que as máquinas de discos, embora seja necessário trabalhar com uma velocidade de avanço mais baixa, sendo por vezes preferidas para efetuar o corte de ramos flexíveis como os que se eliminam com as intervenções de verão (A. Dias, comunicação pessoal, 28 de junho, 2019).

### 2.3.4. Colheita

Na colheita dos amendoais superintensivos utilizam-se máquinas automotrizes cavadoras que destacam, recolhem e armazenam temporariamente os frutos recolhidos da árvore. O sistema de armazenamento ao ficar cheio pode ser descarregado para semi-reboque agrícola ou para camião (Figura 28)



**Figura 28-** A- Colheita de amêndoa com a máquina Gregoire G9.330 (Herdade da Torre das Figueiras – Monforte); B- Descarrega de amêndoa do sistema de armazenamento temporário da máquina para um semi-reboque.



### **3. Material e Métodos**

### 3.1. Pomar

O pomar localiza-se na Herdade da Torre das Figueiras – Monforte - Portalegre - Portugal (39° 04' N; 07° 29' W). Foi plantado em setembro de 2014, num Solo Mediterrânico Pardo Para-Barros armado em camalhões, com uma largura de entrelinha de 5 m e distância entre plantas na linha de 1,5 m (Figura 29), a que corresponde a densidades de cerca de 1333 plantas por hectare. A linha das árvores têm uma orientação Este-Oeste. O sistema de condução adotada inicialmente foi eixo central (Dias *et al.*, 2019).



**Figura 29-** Aspeto do pomar de amendoeira da variedade soleta em plena floração na Herdade da Torre das Figueiras, Monforte

O pomar dispõe de um sistema de rega localizada gota-a-gota, com gotejadores distanciados a 0,5m e com débito de 2 l/h. Em 2019 o agricultor estimou uma dotação de 4285 m<sup>3</sup>/ha.

Periodicamente foram feitas adubações através da rega e foliarmente, tendo sido aplicadas durante o ano de 2019, cerca de 210 kg de azoto/ha, 110 kg de fósforo/ha e 193 kg de potássio/ha.

Em 2019 realizaram-se tratamentos fitossanitários para o controlo das principais doenças e pragas da cultura, como prevenções de inverno para controlo de formas hibernantes de insetos e ácaros (Anexo I).

Nas entrelinhas é adotado o sistema de não mobilização onde prevalece um coberto vegetal natural que é controlado mecanicamente com recurso a um destroçador de erva. Na linha as infestantes são combatidas através da aplicação de herbicida.

O ensaio foi estabelecido na parcela com a variedade 'Soleta', enxertada no porta-enxerto rootpac 20 (*Prunus besseyi* x *Prunus cerasifera*).

### 3.2. Equipamentos

As intervenções de poda mecânica foram realizadas com uma máquina de podar de discos R&O (Reynolds & Oliveira Ltd.) com uma barra de corte de 3,0m de largura (Figura 30), montada no carregador frontal de um trator 4WD com 97 kW (DIN) de potência máxima.



**Figura 30-** Máquina de podar de discos R&O, montada no carregador frontal de um trator (Fonte: A. Dias)

Este tipo de máquina têm um sistema hidráulico autónomo (Dias, 2006) com um depósito de óleo montado no sistema de engate de três pontos do trator (Figura 31). Segundo Dias (2006), uma bomba de óleo acionada pela TDF do trator fornece óleo ao motor hidráulico colocado na barra de corte para transmitir movimento de rotação aos discos (Figura 32). A transmissão de movimento do disco que se encontra ligado diretamente ao motor hidráulico para os restantes discos faz-se por correias de borracha.



Legenda: 1- Reservatório de óleo; 2-Bomba de óleo.

**Figura 31-** Depósito de óleo montado no sistema de engate de três pontos do trator

A estrutura de fixação da máquina de podar no carregador frontal do trator (Figura 32) tem dois cilindros hidráulicos. O cilindro hidráulico 1 permite colocar a barra de corte na posição de corte pretendida e o cilindro 2 serve para estender ou encurtar uma barra de corte telescópica, que serve para aproximar ou afastar a barra de corte da linha de árvores.

O operador do trator dispõe no interior da cabina de comandos para acionamento dos diferentes componentes hidráulicos da máquina de podar.



Legenda: 1- Cilindro hidráulico (1); 2- Cilindro hidráulico (2); 3- Motor hidráulico.

**Figura 32-** Estrutura de fixação da máquina de podar no carregador frontal do trator

O fabricante desta máquina de podar de discos fornece um conjunto de facas circulares, que podem ser colocadas no lugar dos discos (Figura 33) para efetuar o corte de ramos pouco lenhificados, como por exemplo nos cortes de verão.



**Figura 33-** Aspecto da máquina de podar com serras circulares na barra de corte

A colocação da barra de corte na posição vertical permite efetuar cortes nas faces laterais da copa (Figura 34) e a sua colocação paralela ao solo permite efetuar cortes na parte superior da copa (Figura 35).



**Figura 34-** Corte vertical na face lateral da copa



**Figura 35-** Corte horizontal na parte superior da copa

As intervenções de poda manual foram efetuadas com motosserra a bateria STHIL MSA 160 C-BQ (Figura 36) e uma tesoura de poda a bateria STIHL ASA 85 (Figura 37).



**Figura 36-** Motosserra STHIL MSA 160 C-BQ



**Figura 37-** Tesoura de poda a bateria STIHL ASA 85

A colheita de amêndoa foi efetuada com máquina de colheita Gregoire G9.330 (Figura 38).



**Figura 38-** Máquina de colheita Gregoire G9.330

### 3.3. Metodologia

Este trabalho insere-se num ensaio de avaliação de diferentes estratégias de poda num pomar de amendoeiras conduzido em sebe. No referido ensaio foram previamente seleccionadas de forma aleatória 12 linhas com 93 árvores cada (Dias *et. al.*, 2019). De acordo com o mesmo autor, os tratamentos definidos foram os seguintes (Figura 39):

- T0 (Poda agricultor) - poda de verão: corte horizontal da copa (“topping”) e corte lateral (“hedging”) em cada uma das faces, em 2015, 2017 e 2018. Em 2015, os cortes laterais foram executados em julho e os cortes horizontais em julho e em setembro. Em julho de 2016 eliminaram-se manualmente ramos excessivamente desenvolvidos para a entrelinha. Em setembro de 2017, após a colheita, realizou-se corte lateral em cada uma das faces da copa e corte horizontal da copa. Em junho de 2018 realizou-se corte lateral em cada uma das faces da copa e corte horizontal da copa. Poda de inverno: em 2016, poda manual para eliminar ramos vigorosos; em 2017, corte horizontal da copa seguido de poda manual para melhorar a exposição solar no interior da sebe;

- T1 – sem intervenções de poda em 2015, 2016 e 2017;

- T2 – poda de verão: corte lateral em cada uma das faces da copa, realizado em julho de 2015; corte lateral em cada uma das faces da copa e corte horizontal em setembro de 2017 e em setembro de 2018, após a colheita;

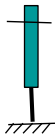
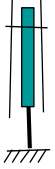
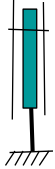
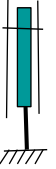
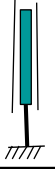
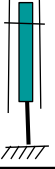
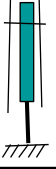
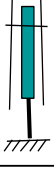
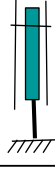
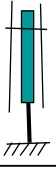
- T3 – poda de verão: corte horizontal da copa e corte lateral em cada uma das faces. Em 2015, os cortes laterais foram executados em julho e os cortes horizontais em julho e em setembro. Em setembro de 2017, após a colheita, efetuou-se corte lateral em cada uma das faces da copa e corte horizontal da copa. Em julho de 2018 efetuou-se corte lateral em cada uma das faces da copa e corte horizontal da copa.

Em 2018, em todos os tratamentos, procedeu-se a uma poda manual de inverno para eliminar ramos vigorosos excessivamente desenvolvidos para a entrelinha.

Em 2017, foram aleatoriamente seleccionados 3 blocos de 10 árvores em cada linha para monitorização dos seguintes parâmetros:

- altura da árvore;
- distância da base da copa ao solo;
- largura da copa na perpendicular à linha;
- perdas de amêndoa para o solo.



Tratamento	Época da poda	2015 (1º ano)	2016 (2º ano)	2017 (3º ano)	2018 (4º ano)
T0	Poda Inverno	Sem poda	Poda manual	 Poda manual + Topping	Poda Manual
	Poda Verão	 Topping + Hedging (2 faces laterais)	Poda manual	 Topping + Hedging (2 faces laterais) Após colheita	 Topping + Hedging (2 faces laterais) Junho
T1	Poda Inverno	Sem poda	Sem poda	Sem poda	Poda Manual
	Poda Verão	Sem poda	Sem poda	Sem poda	Sem poda
T2	Poda Inverno	Sem poda	Sem poda	Sem poda	Poda manual
	Poda Verão	 Hedging (2 faces laterais)	Sem poda	 Topping + Hedging (2 faces laterais) Após colheita	 Topping + Hedging (2 faces laterais) Após colheita
T3	Poda Inverno	Sem poda	Sem poda	Sem poda	Poda Manual
	Poda Verão	 Topping + Hedging (2 faces laterais)	Sem poda	 Topping + Hedging (2 faces laterais) Após colheita	 Topping + Hedging (2 faces laterais) Julho

**Figura 39-** Sequência das intervenções realizadas nos diferentes tratamentos desde a plantação (Adaptado de Dias *et al.*, 2019)

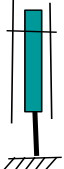
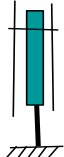
Para este trabalho consideraram-se as linhas referentes aos tratamentos T0, T1 e T3 indicados na figura 39.

Em 2019 foram realizadas as seguintes intervenções de poda (Figura 40):

- T0 (poda agricultor) - poda de inverno: sem intervenções de poda; - poda de verão: corte horizontal da copa (“topping”) e corte lateral (“hedging”) em cada uma das faces, efetuado no início de junho seguido de uma intervenção de complemento manual para eliminar os ramos que não foram cortados nas faces laterais da copa pela máquina de podar;

- T1 – poda de inverno: realizou-se poda manual para reduzir a altura da árvore, eliminar ramos grossos excessivamente desenvolvidos para a entrelinha e garantir um afastamento da base da copa ao solo que não causasse problemas durante a colheita;

- T3 – poda de inverno: realizou-se poda manual para eliminar ramos excessivamente próximos do solo; poda de verão: corte horizontal da copa (“topping”) e corte lateral (“hedging”) em cada uma das faces, realizados no final de julho.

Tratamento	Época da poda	2019 (5º ano)	
T0	Poda Inverno	Sem poda	
	Poda Verão		Topping + Hedging (2 faces laterais) + Poda manual Junho
T1	Poda Inverno	Poda Manual	
	Poda Verão	Sem poda	
T3	Poda Inverno	Poda Manual	
	Poda Verão		Topping + Hedging (2 faces laterais) Julho

**Figura 40-** Sequência das intervenções realizadas nos diferentes tratamentos no ano 2019.

### 3.3.1. Parâmetros avaliados

#### 3.3.1.1. Tempos de poda

- poda mecânica – registaram-se os tempos gastos pela máquina para efetuar os diferentes tipos de corte em cada uma das linhas do ensaio;
- poda manual – registou-se o tempo gasto pelos podadores para efetuar a poda em cada linha de amendoeiras.

A partir destes dados foi possível calcular a Capacidade de Trabalho (CT), quer para a poda manual quer para a poda mecânica.

### 3.3.1.2. Dimensão das árvores

Procedeu-se à medição da altura máxima (Figura 41) de cada uma das 10 árvores em cada um dos blocos previamente selecionados, antes e após a poda, bem como a largura máxima da copa antes e depois da poda. Foi também registada a distância do ramo situado no nível mais baixo da copa ao solo.



**Figura 41-** Avaliação da altura da árvore.

### 3.3.1.3. Área Floral

No estado de plena floração do pomar realizou-se o registo fotográfico de cada uma das 10 árvores em cada um dos blocos previamente selecionados tendo-se utilizado máquina fotográfica de marca Canon modelo EOS 1100D.

Utilizou-se um pano de fundo preto com 1,65 m de largura e 1,65m de altura apoiado em duas ripas de madeira com 2 m de comprimento (Figura 42) como contraste às flores das amendoeiras.



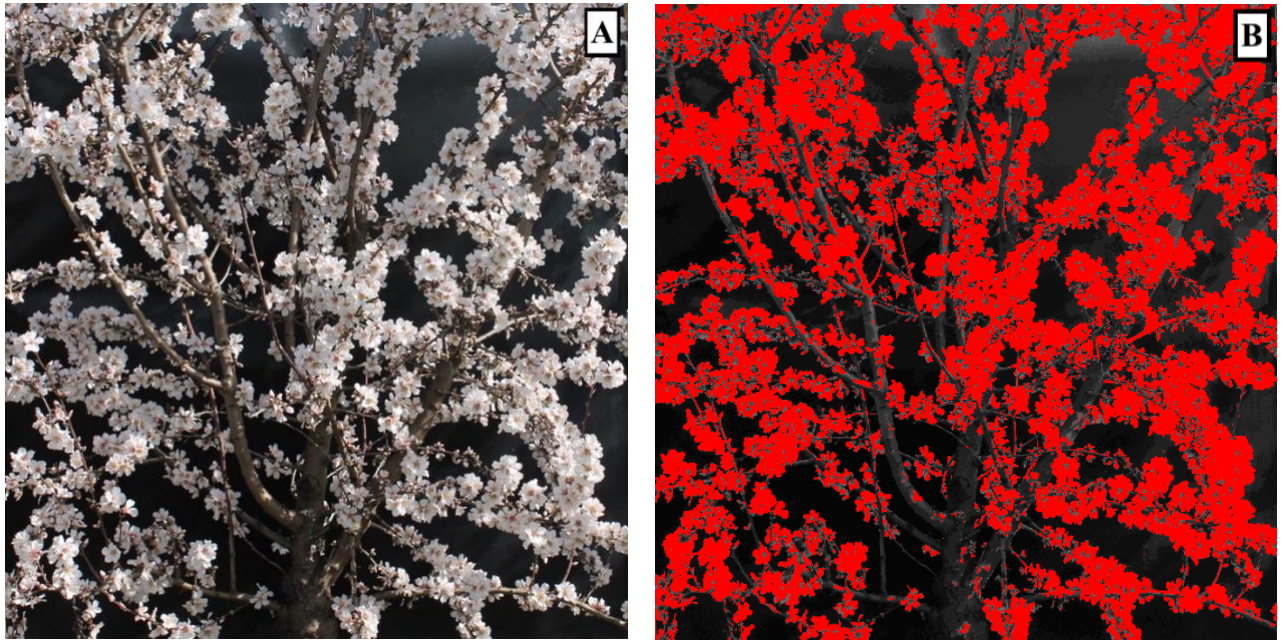
**Figura 42-** Aspeto do pano.

Colocou-se o pano na face lateral da árvore virada a Norte, sendo necessário o auxílio de duas pessoas para movimentar o pano de árvore para árvore e para manter o pano esticado. O operador da câmara fotográfica colocou-se do lado oposto ao pano, a 3,5m do tronco de cada uma das árvores (Figura 43).



**Figura 43-** Aspeto da foto de uma árvore em floração

Após a obtenção de todos os registos fotográficos (270 fotografias), procedeu-se ao recorte de cada fotografia pela delimitação do pano preto (Figura 44), com a utilização do software de análise de imagem SigmaScan Pro 5.0 ajusta-se o histograma de modo a marcar todas as flores, as quais ficam conforme se mostra na figura. Posteriormente mede-se a área ocupada com as flores (assinalada a vermelho na Figura 44) e calcula-se a percentagem da área do pano ocupada com flores.



**Figura 44-** A- Aspeto da fotografia após a delimitação; B- Marcação das flores a partir do software de análise de imagem SigmaScan Pro 5.0.

#### **3.3.1.4. Quantidade de lenha retirada pela poda**

Recolheu-se a lenha podada em cada um dos blocos numa pilha e avaliou-se a sua massa (Figura 45).



**Figura 45-** Lenha de poda de inverno junta em pilha para uma posterior avaliação da massa

Após as pesagens recolheu-se uma amostra de lenha de várias pilhas que foi seca numa estufa ventilada à 60°C até peso constante, para determinar a percentagem de matéria seca da lenha de poda.

### **3.3.1.5. Produção**

No processo de avaliação da produção de amêndoa identificaram-se duas partes, a produção recolhida das árvores pela máquina cavalgante e a produção perdida para o solo durante a passagem da máquina por cada linha de árvores.

Quantificou-se a massa de amêndoa com casca recolhida pela máquina cavalgante em cada uma das linhas do ensaio. A produção recolhida em cada linha foi descarregada para um semi-reboque e foi determinada a sua massa por pesagem do conjunto trator + semi-reboque. Após cada descarga retirou-se uma amostra aleatória com cerca de 1kg para calcular a percentagem de miolo.

Após a colheita com a máquina cavalgante procedeu-se à colheita manual dos frutos perdidos para o solo (Figura 46), tendo-se quantificado a massa de amêndoas em cada bloco de 10 árvores de cada uma das linhas do ensaio (Figura 47)



**Figura 46-** Frutos perdidos para o solo.



**Figura 47-** Aspeto da recolha manual das amêndoas perdidas para o solo

Após a obtenção das amostras de amêndoa recolhida pela máquina e da amêndoa perdida para o solo, procedeu-se à quantificação da massa de cada amostra. De seguida limpavam-se, removendo folhas, ramos e mesocarpos resultante da despela manual dos frutos e quantificou-se a massa das amostras de amêndoa limpa.

Procedeu-se à secagem das amostras numa estufa ventilada a uma temperatura de 60°C (Figura 48) até peso constante.



**Figura 48-** A- Colocação das amostras na estufa ventilada; B- Programação da temperatura da estufa a 60°C

Após a secagem, nas amostras de amêndoa recolhida pela máquina contou-se o número total de frutos de cada amostra e nas amostras de amêndoa perdida para o solo devido ao elevado número de frutos retirou-se uma sub-amostra de 100 frutos, que foi pesada.

Efetuiu-se o descasque manual dos frutos, com o auxílio de um martelo (Figura 49). Após o descasque de cada amostra quantificou-se a massa de miolo.



**Figura 49-** Descasque manual dos frutos.



A partir das quantificações anteriores referidas determinaram-se os seguintes parâmetros:

$$PT = Mr + Mps$$

$$Mr = Mbr \times I \times H \times M$$

$$Mps = Mbps \times I \times H \times M$$

onde: PT – Produção total de miolo de amêndoa (kg miolo/arv)  
Mr – Massa de miolo de amêndoa recolhido (kg miolo/arv)  
Mps – Massa de miolo de amêndoa perdida para o solo (kg miolo/arv)  
Mbr -Massa bruta de amêndoa recolhida (kg/arv)  
Mbps -Massa bruta de amêndoa perdida para o solo (kg/arv)  
I -Taxa de impurezas na massa bruta de amêndoa (%)  
H – Taxa de humidade da amêndoa (%)  
M- Percentagem de miolo da amêndoa (%)

Além da quantificação da massa das amêndoas recolhidas e perdidas para o solo durante a colheita, também se quantificou as perdas de amêndoas para o solo durante a poda de verão. Esta quantificação baseou-se na contagem de frutos perdidos por árvore em cada bloco.

### 3.4. Análise estatística

O tratamento dos dados foi efetuado através da Análise de Variância (ANOVA) tendo-se utilizado o utilizando o programa SPSS 24. Sempre que a análise de variância revelou diferenças significativas, foi feito o Teste de Separação Múltipla de Médias de Duncan para um nível de significância de 5%.

## **4. Resultados e Discussão**

## 4.1. Dimensão das árvores

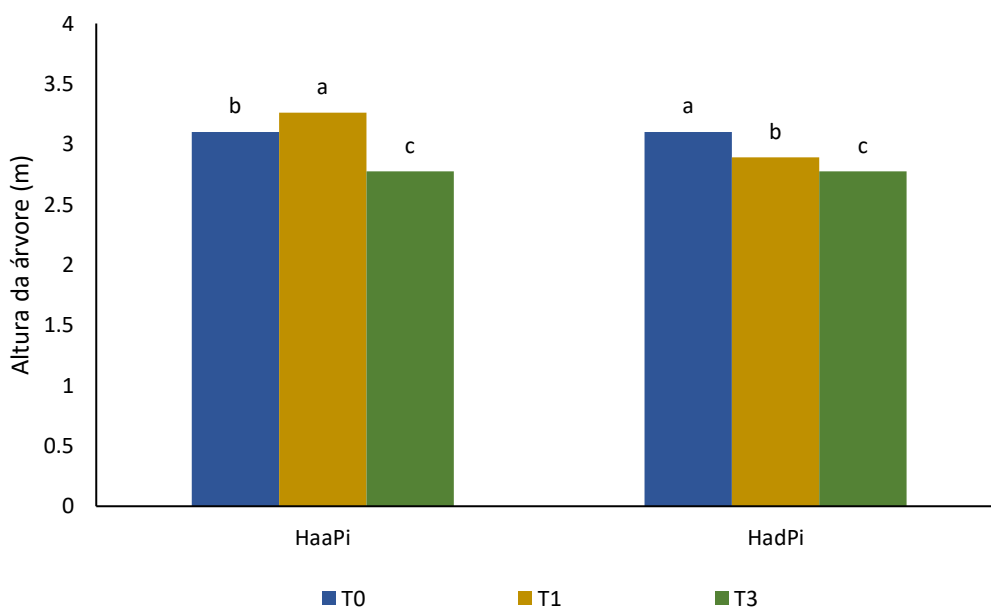
### 4.1.1. Altura das árvores

Na figura 50 mostra-se a altura média das árvores antes e após a poda de inverno em cada tratamento.

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos na altura das árvores antes da poda de inverno. O tratamento T1 tinha as árvores mais altas, diferindo significativamente ( $P \leq 0,05$ ) dos outros tratamentos, os quais também diferiam significativamente entre si ( $P \leq 0,05$ ) sendo as árvores do tratamento T3 as mais baixas.

O corte de verão realizado em 2018 nas árvores do tratamento T3 eliminou os crescimentos da primavera desse ano não se tendo verificado emissão considerável de novos lançamentos dado que a altura das árvores antes da poda de inverno de 2019 era em média similar à altura de corte de 2018 (2,70m).

Após a poda de inverno de 2019 verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos na altura das árvores, sendo as árvores do tratamento T3 as mais baixas, diferindo significativamente ( $P \leq 0,05$ ) das dos outros tratamentos.



Legenda: HaaPi– altura média das árvores antes da poda de inverno; HadPi – altura média das árvores depois da poda de inverno.

Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P \leq 0,05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 50-** Altura das árvores por tratamento, antes e após a poda de inverno.

De referir que na poda de inverno de 2019 apenas houve intervenções no tratamento T1 e T3, e no tratamento T3 esta limitou-se à eliminação dos ramos pendentes da base da copa. A poda realizada no tratamento T1 (Figura 51) permitiu reduzir a altura das árvores, comparativamente ao que se registava antes da poda, embora tenham ficado mais altas do que no tratamento T3.



**Figura 51-** Redução da altura no tratamento T1 com motosserra.

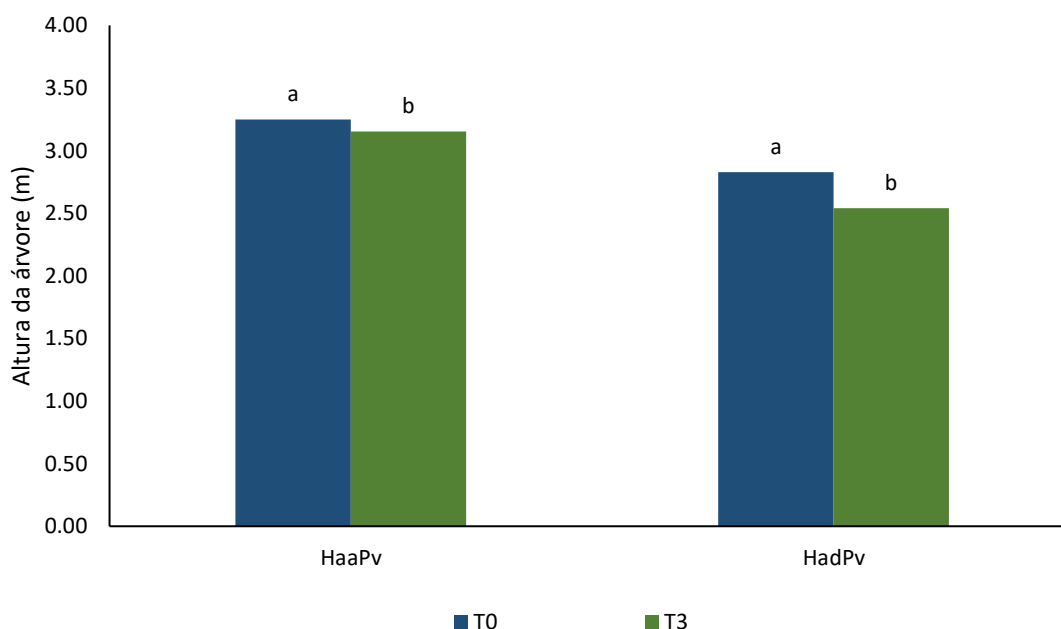
Na figura 52 mostra-se a altura média das árvores antes e após a poda de verão nos tratamentos T0 e T3.

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos na altura das árvores antes da poda de verão, embora em termos práticos se trate de pequenas diferenças.

As diferenças existentes entre o tratamento T0 e T3 na altura das árvores antes da poda de inverno (Figura 50) tenderam a atenuar-se durante o ciclo vegetativo (Figura 52). Apesar de se terem verificado diferenças significativas entre os tratamentos na altura das árvores antes das intervenções de poda de verão, trata-se de diferenças inferiores às registadas no inverno.

As intervenções de poda de verão nos tratamentos T0 e T3 foram efetuadas em datas diferentes (início de junho e final de julho, respetivamente), o que terá levado a que as árvores do tratamento T3 crescessem menos, comparativamente ao que ocorreu no tratamento T0 (Figura 53).

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos na altura das árvores após a poda de verão, sendo mais baixas as árvores do tratamento T3. Estas diferenças resultam do posicionamento da barra de corte a alturas diferentes em cada um dos tratamentos.



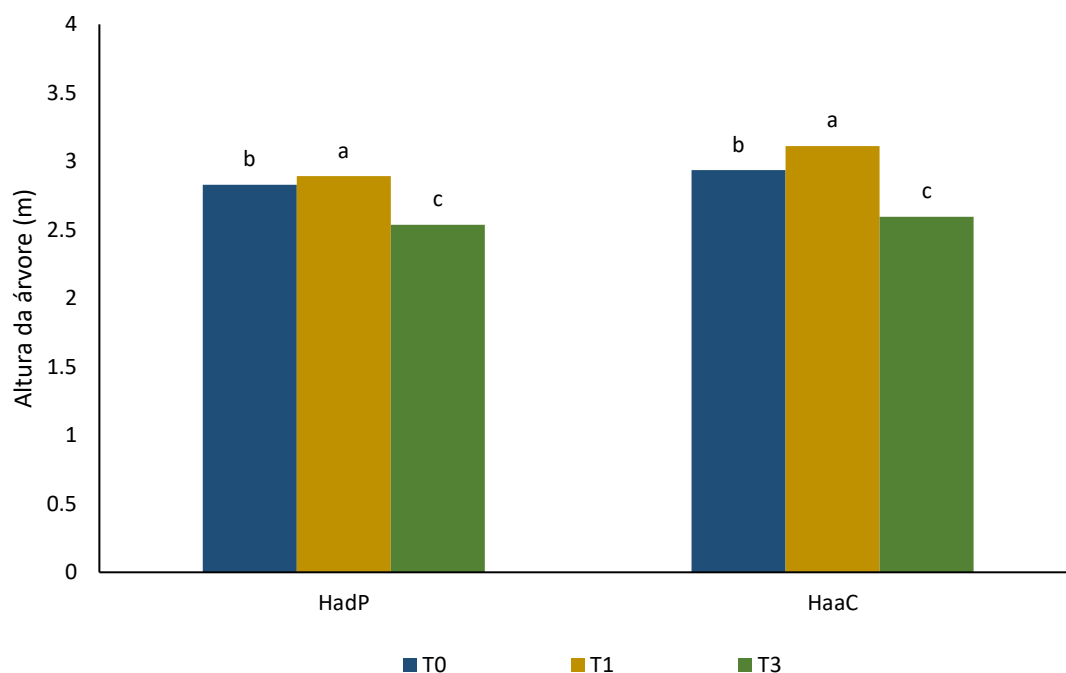
Legenda: HaaPv – altura das árvores antes da poda de verão; HadPv – altura das árvores depois da poda de verão.

Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P \leq 0,05$ ).

**Figura 52-** Altura das árvores antes e após a poda de verão, nos tratamentos T0 e T3.

Na figura 53 mostra-se a altura média das árvores após a última intervenção de poda e antes da colheita. Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, quer após a poda, quer antes da colheita. No tratamento T1 as árvores estiveram sempre mais altas, diferindo significativamente ( $P \leq 0,05$ ), dos outros tratamentos, enquanto que o tratamento T3 teve sempre as árvores mais baixas, diferindo significativamente ( $P \leq 0,05$ ) do tratamento T0.

Este resultado mostra que a poda de verão efetuada após a época de maior crescimento vegetativo (julho) permitirá um melhor controlo da altura das árvores, visto que a resposta vegetativa das árvores foi inferior à que ocorreu na poda praticada em junho (T0).



Legenda: HadP– altura média das árvores depois da poda; HaaC – altura média das árvores antes da colheita.

Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

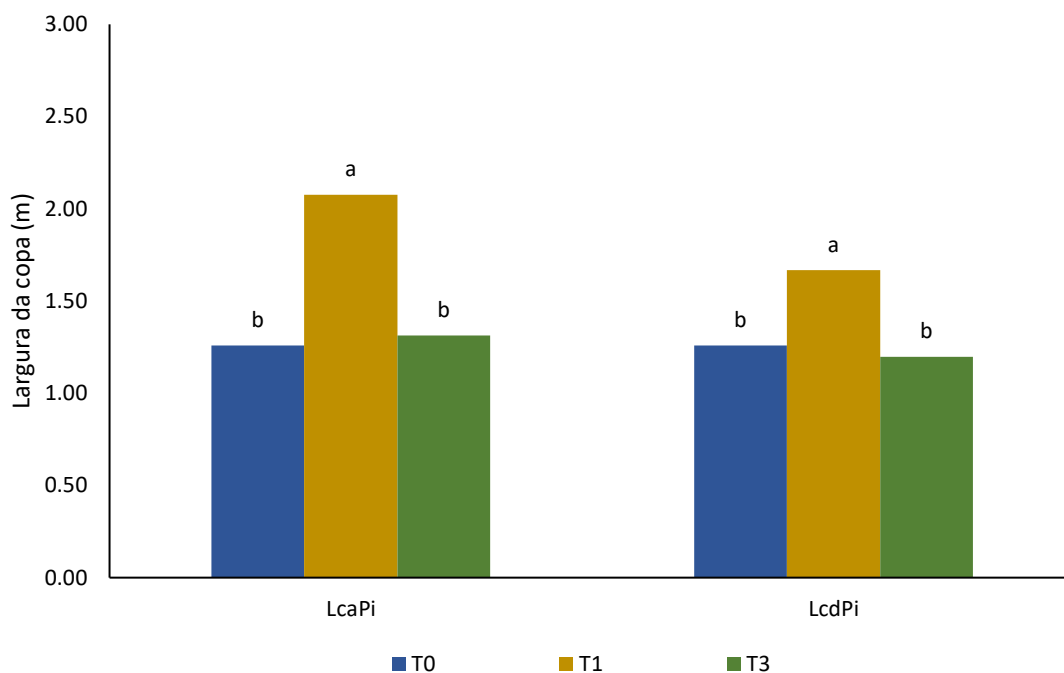
**Figura 53-** Comparação da altura das árvores após a poda e antes da colheita

#### 4.1.2. Largura da copa

Na figura 54 mostra-se a largura média da copa das árvores por tratamento antes e após da poda de inverno.

Verificou-se que antes da poda de inverno o tratamento T1 tinha uma copa significativamente ( $P \leq 0,05$ ) mais larga que os restantes tratamentos, os quais não diferiam significativamente ( $P > 0,05$ ) entre si.

Após a poda de inverno de 2019, as medições revelaram que as árvores do tratamento T1 se mantinham significativamente ( $P \leq 0,05$ ) mais largas do que as dos outros tratamentos. A poda no tratamento T1 ao eliminar ramos mais lenhificados desenvolvidos para a entrelinha permitiu reduzir a largura da copa comparativamente ao que se verificava antes da poda. A eliminação de ramos pendentes na base da copa no tratamento T3 contribuiu para reduzir a largura de copa, embora tal não tenha sido suficiente para que se verificassem diferenças significativas em relação ao tratamento T0.



Legenda: LcaPi– largura média da copa das árvores antes da poda de inverno; LcdPi – largura média da copa das árvores depois da poda de inverno.

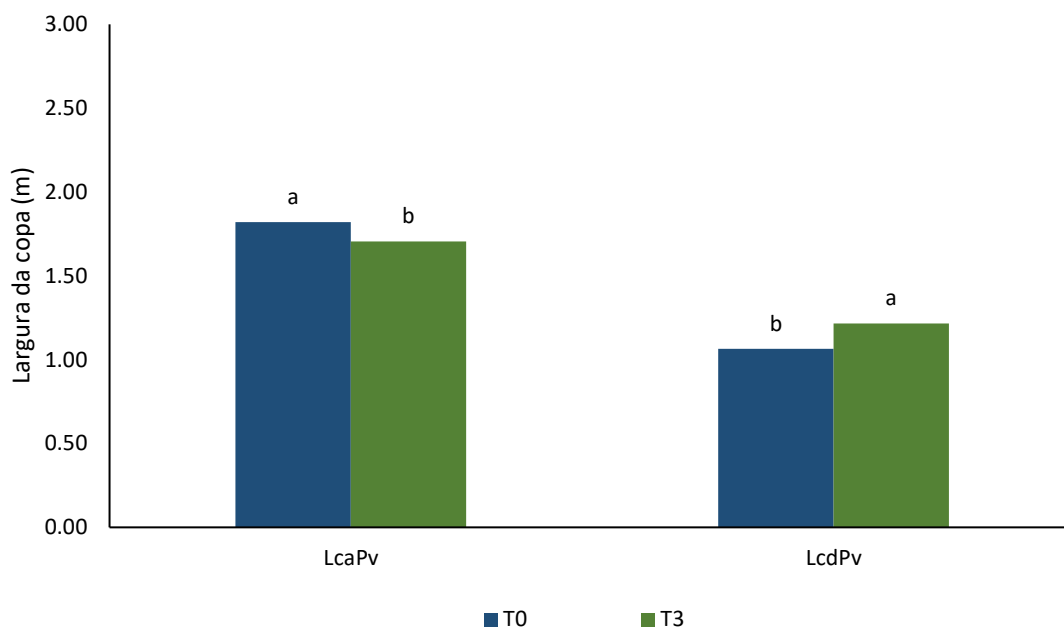
Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 54-** Largura das árvores por tratamento, antes e após poda de inverno

Na figura 55 mostra-se a largura média das árvores antes e após a poda de verão nos tratamentos T0 e T3.

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Antes da poda de verão, o tratamento T3 tinha as árvores significativamente ( $P \leq 0,05$ ) mais estreitas do que o tratamento T0, refletindo as intervenções de poda realizadas anteriormente.

As podas de verão realizadas em 2019 possibilitaram uma redução da largura das árvores, com diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos. O tratamento T0 tinha as árvores mais estreitas do que o tratamento T3, devido a colocação da barra de corte mais próximo do tronco por opção do agricultor para obter uma sebe mais estreita.



Legenda: LcaPv– largura média da copa das árvores antes da poda de verão; LcdPv – largura média da copa das árvores depois da poda de verão.

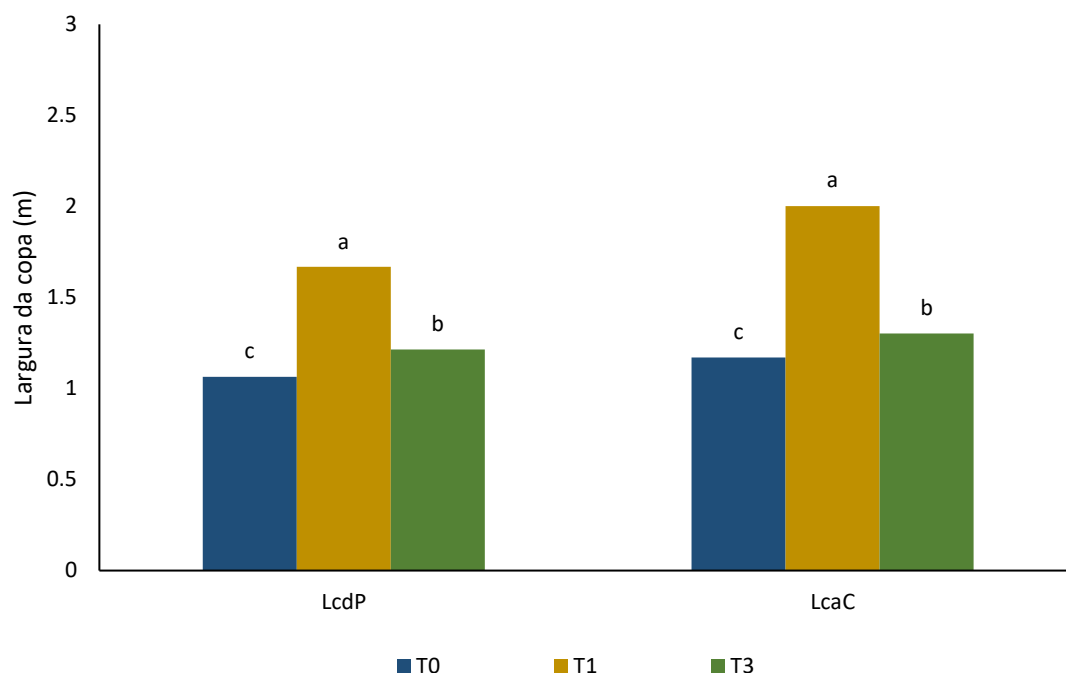
Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ).

**Figura 55-** Largura das árvores antes e após a poda de verão, nos tratamentos T0 e T3

Na figura 56 mostra-se a largura média das árvores após a última intervenção de poda e antes da colheita.

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, quer após a poda, quer antes da colheita. No tratamento T1 as árvores estiveram sempre mais largas, diferindo significativamente ( $P \leq 0.05$ ) dos outros tratamentos, enquanto que o tratamento T0 teve sempre as árvores mais estreitas, diferindo significativamente ( $P \leq 0.05$ ) do tratamento T3.





Legenda: LcdP– largura média das árvores depois da poda; LcaC – largura média das árvores antes da colheita.

Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

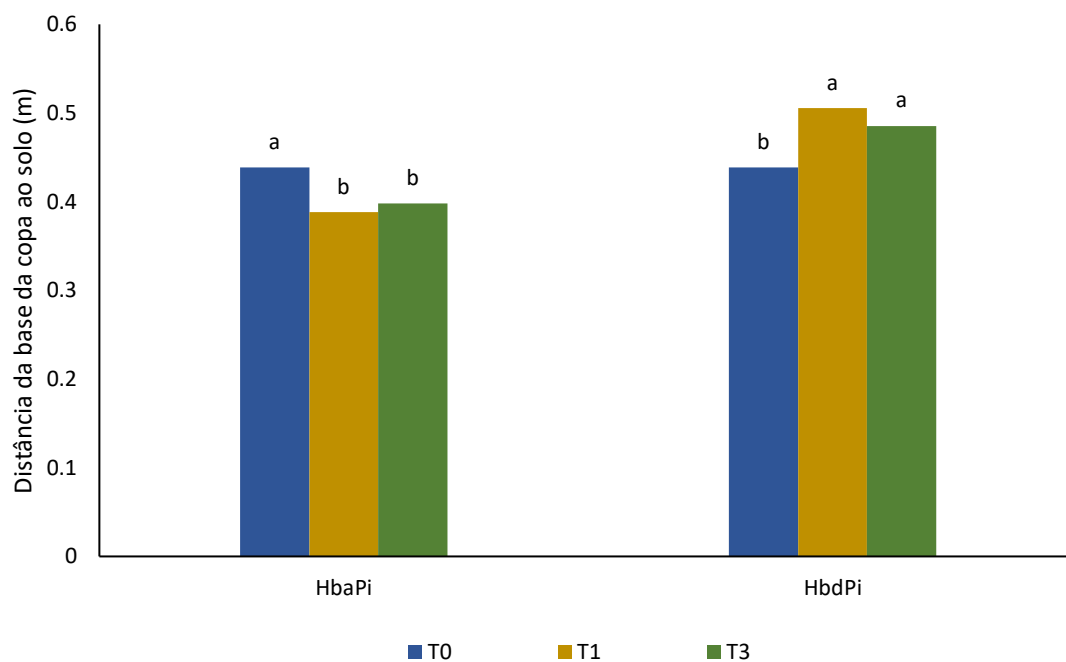
**Figura 56-** Comparação da largura de copa após a poda e antes da colheita.

#### 4.1.3. Distância da base da copa ao solo

Na figura 57 mostra-se a distância média da base da copa ao solo para cada tratamento, antes e após a poda de inverno.

Verificou-se que antes da poda de inverno o tratamento T0 tinha a distância da base da copa ao solo significativamente ( $P \leq 0,05$ ) maior que os restantes tratamentos, os quais não diferiam significativamente ( $P > 0,05$ ) entre si.

Após a poda de inverno de 2019 não se verificaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) na distância da base da copa ao solo entre os tratamentos T1 e T3. De referir que apesar da execução desta tarefa ser baseada na observação visual do podador, houve a preocupação em deixar todas as árvores com uma distância da base da copa ao solo de cerca de 0,5m (Figura 58), com os resultados obtidos a mostrarem essa uniformidade.



Legenda: HbaPi– distância média da base da copa ao solo antes da poda de inverno; HbdPi – distância média da base da copa ao solo depois da poda de inverno.

Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 57** - Distância da base da copa ao solo antes e após a poda de inverno, por tratamento.



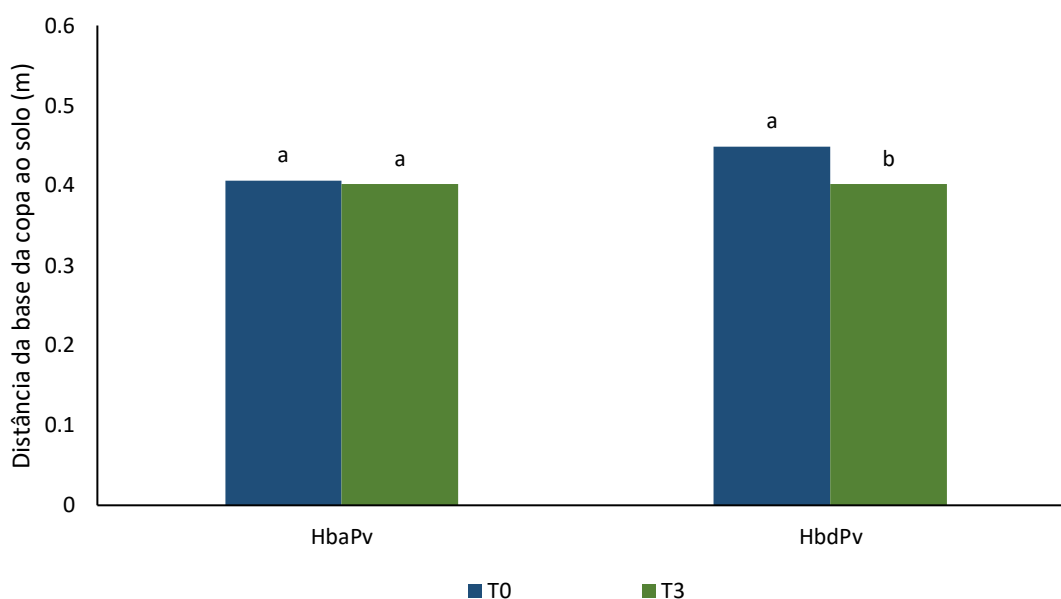
**Figura 58**- Controlo da distância da base da copa ao solo com motosserra.

Na figura 59 mostra-se a distância média da base da copa ao solo antes e após a poda de verão, nos tratamentos T0 e T3.

Não se verificaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) da distância da base da copa ao solo entre tratamentos. As diferenças existentes entre o tratamento T0 e T3 relativamente a distância da copa ao solo antes e após da poda de inverno tenderam a atenuar-se durante o ciclo vegetativo.

A poda de verão realizada em 2019 possibilitou um aumento da distância da base da copa ao solo, no tratamento T0, com diferenças significativas ( $P<0,05$ ) em relação ao tratamento T3.

De referir que no tratamento T0 após a intervenção da máquina de podar nas faces laterais da copa, houve ramos junto à base da copa que devido à sua posição demasiado baixa relativamente à posição das facas circulares da barra de corte ficaram por cortar. Tal levou a que o agricultor optasse por uma poda manual de complemento para a eliminação desses ramos. Esta intervenção justificam as diferenças entre o tratamento T0 e o tratamento T3, onde não houve nenhuma intervenção manual complementar.



Legenda: HbaPv– distância média da base da copa ao solo antes da poda de verão; HbdPv – distância média da base da copa ao solo depois da poda de verão.

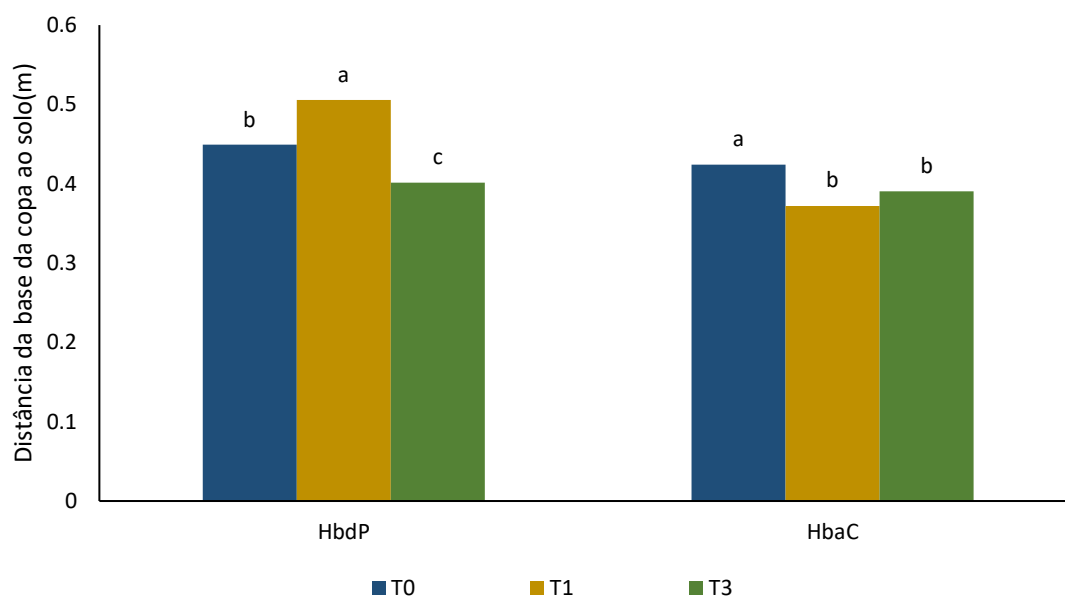
Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P<0,05$ ).

**Figura 59-** Distância da base da copa antes e após da poda de verão, nos tratamentos T0 e T3.

A figura 60 mostra a distância média da base da copa das árvores após a última intervenção da poda e antes da colheita.

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, após a poda. A poda realizada no inverno de 2019 no tratamento T1 fez com que a distância da base da copa ao solo fosse significativamente ( $P \leq 0,05$ ) superior aos restantes tratamentos. O tratamento T3 apresenta uma distância da base da copa ao solo significativamente ( $P \leq 0,05$ ) inferior ao tratamento T0, devido ao facto de não ter sido complementada manualmente a poda de verão com a máquina de podar.

Relativamente à distância da base da copa ao solo antes da colheita verificou-se que o tratamento T0 difere-se significativamente ( $P \leq 0,05$ ) dos outros tratamentos, com uma distância da copa ao solo superior aos tratamentos T1 e T3, os quais não diferiam ( $P > 0,05$ ) entre si. Este resultado deve-se ao facto de o tratamento T0 ter sido aquele onde houve uma intervenção de poda para eliminar ramos pendentes mais próximo da colheita.



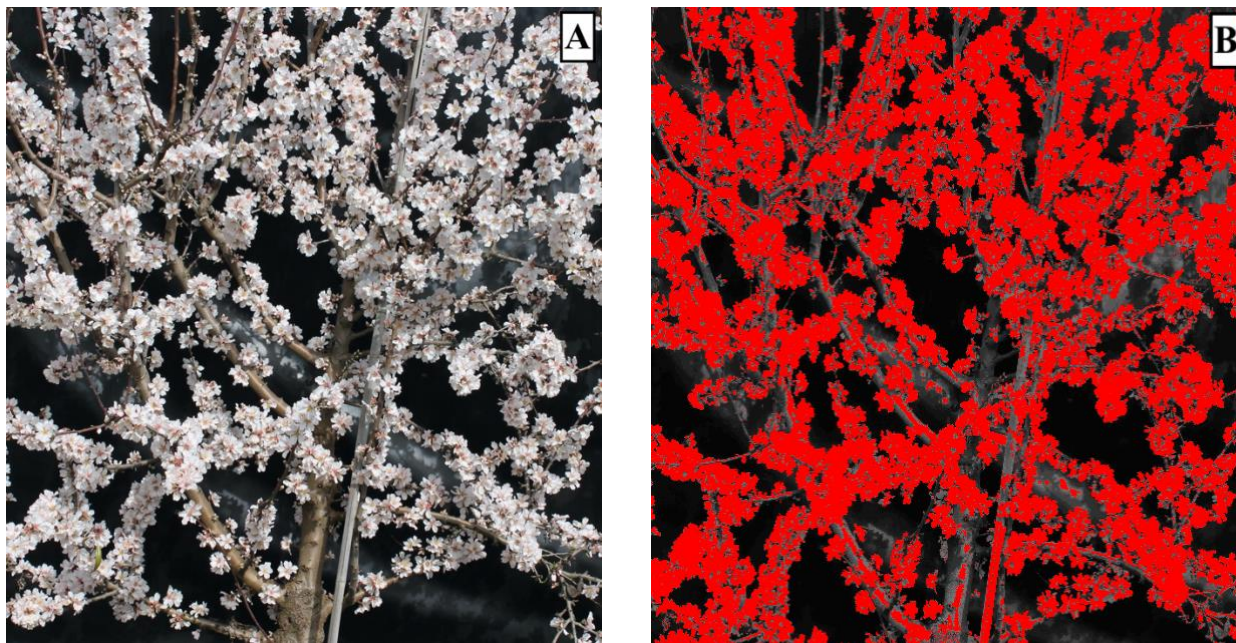
Legenda: HbdP – distância média da base da copa das árvores depois da poda; HbaC – distância média da base da copa das árvores antes da colheita.

Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0,05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 60-** Comparação da distância da base da copa após a poda e antes da colheita.

## 4.2. Floração

Nas figuras 61, 62 e 63 mostra-se, respectivamente, um exemplo da floração de uma árvore de cada um dos tratamentos, e o aspeto da respetiva imagem após ajuste do histograma para marcação da área com flores.



**Figura 61-** A- Exemplo da árvore do tratamento T0 em floração; B- Aspeto da imagem após ajuste do histograma para marcar a área com flores



**Figura 62-** A- Exemplo de árvore do tratamento T1 em floração; B- Aspeto da imagem após ajuste do histograma para marcar a área com flores



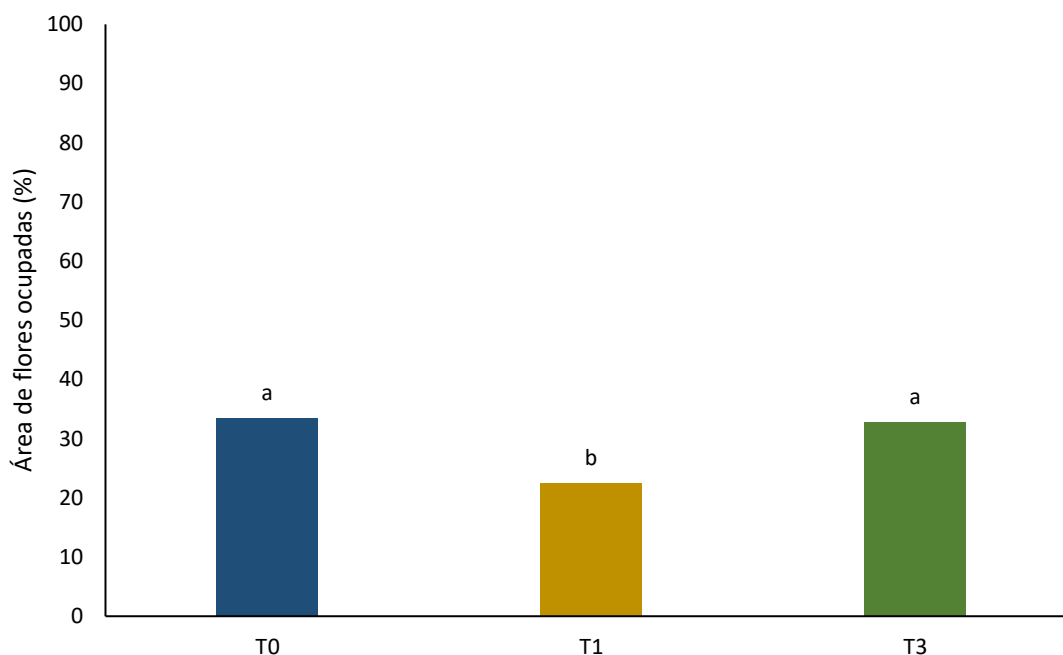
**Figura 63-** A- Exemplo da árvore do tratamento T3 em floração; B- Aspeto da fotografia após ajuste do histograma para marcar a área com flores.

A figura 64 mostra a percentagem média da área delimitada por fotografia ocupada em média pelas flores, por tratamento.

Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, com o tratamento T1 a obter uma percentagem da área delimitada significativamente inferior ( $P \leq 0,05$ ) à dos outros tratamentos, os quais não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) entre si.

Este resultado mostra que a poda manual aplicada no tratamento T1 no inverno de 2019, com a remoção de ramos excessivamente desenvolvidos para a entrelinha, terá aberto espaços na copa, conforme se pode verificar na figura 62 , enquanto que nos outros tratamentos a ausência de poda no inverno de 2019, permitiu que todos os botões florais desenvolvidos pudessem abrir e deste modo originar uma maior percentagem de cobertura com flores.

Este resultado indica que no tratamento T1 haveria uma menor densidade de flor em relação ao que se verificava nos outros tratamentos.



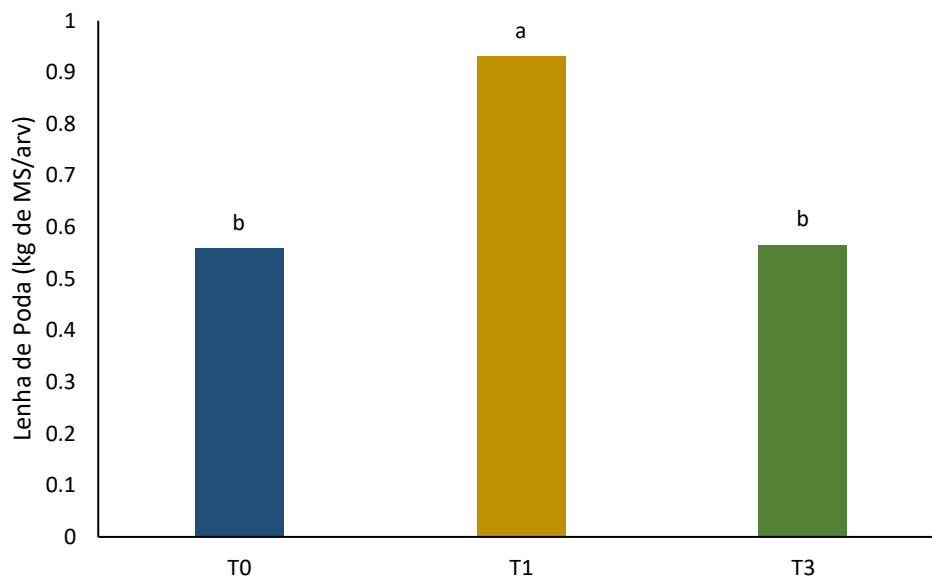
Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 64-** Percentagem média da área de pano ocupada pelas flores.

Como a área do pano utilizado não abrangia toda a copa das árvores, não é possível referir que os tratamentos T0 e T3 tinham uma maior projeção da área de copa ocupada com flores. Para tal seria conveniente utilizar um pano maior, embora a experiência tenha indicado que o seu manuseamento seria bastante difícil.

### 4.3. Lenha da poda

A madeira retirada durante a poda é um indicador da intensidade em que a poda é praticada nas diferentes modalidades e também um indicador de vigor das árvores dos diversos tratamentos. A figura 65 observa-se a quantidade de madeira removida em média por árvore em cada tratamento. Verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, com o tratamento T1 a registar a maior quantidade de lenha removida por árvore, a qual diferiu significativamente ( $P \leq 0,05$ ) dos outros tratamentos. Nos tratamentos T0 e T3 a quantidade de lenha removida corresponde à massa de ramos eliminados durante a poda de verão efetuada com a máquina de podar com facas circulares, enquanto que no tratamento T1 se trata da lenha eliminada com a poda manual seletiva.



Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 65-** Lenha de poda removida por tratamento

O facto das árvores do tratamento T1 (Figura 66), antes da poda de inverno, serem mais altas (Figura 50) e mais largas (Figura 54), e a necessidade em controlar a dimensão das árvores, eliminando ramos ladrões e ramos mal inseridos, levou a que na poda no tratamento T1 tenham sido eliminados mais ramos, o que conseqüentemente levou a maior quantidade de lenha removida.





**Figura 66-** Aspeto das árvores do tratamento T1 antes da intervenção da poda de inverno

No caso dos tratamentos T0 e T3, como as intervenções com a máquina de podar de facas circulares se limitam a controlar a dimensão da copa mantendo todos os ramos desenvolvidos na parte interior da copa, era expectável a remoção de uma menor quantidade de lenha.

#### **4.4. Produção de amêndoa**

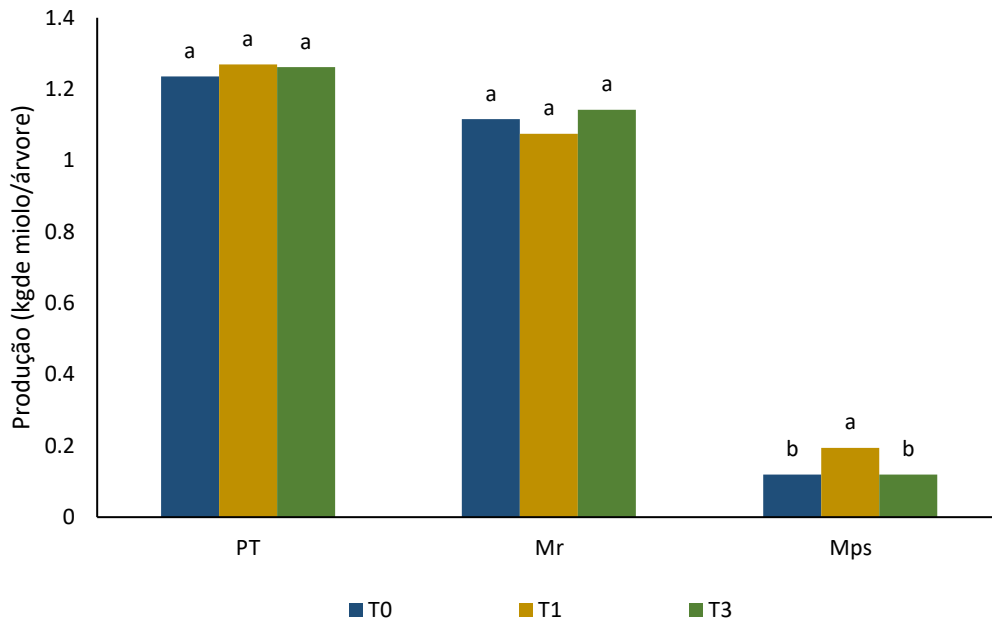
Na figura 67 mostra-se a produção total de miolo de amêndoa por árvore, a massa de miolo de amêndoa recolhida da árvore e a massa de miolo de amêndoa perdida para o solo.

Não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos na produção total de miolo de amêndoa ( $P > 0.05$ ), nem na quantidade de miolo recolhido por árvore.

Quanto às perdas de produção para o solo, verificaram-se diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Com o tratamento T1 a obter as maiores perdas diferindo significativamente ( $P \leq 0,05$ ) dos tratamentos T0 e T3, os quais não diferiram significativamente ( $P > 0,05$ ) entre si.

As perdas para o solo resultam da queda dos frutos provocada pelo avanço da máquina de colheita sobre a copas das árvores. Quando as árvores são mais altas e mais largas do que a dimensão da entrada da máquina (Figura 68) o impacto e a força exercida provocam a queda dos frutos. Esta situação ocorreu mais no tratamento T1, pois as

árvores apresentam uma largura e altura superior às dos restantes tratamentos (Figuras 51 e 54)



Legenda: PT– produção total; Mr – massa de miolo de amêndoa recolhida da árvore; Mps – massa de miolo de amêndoa perdida para o solo.

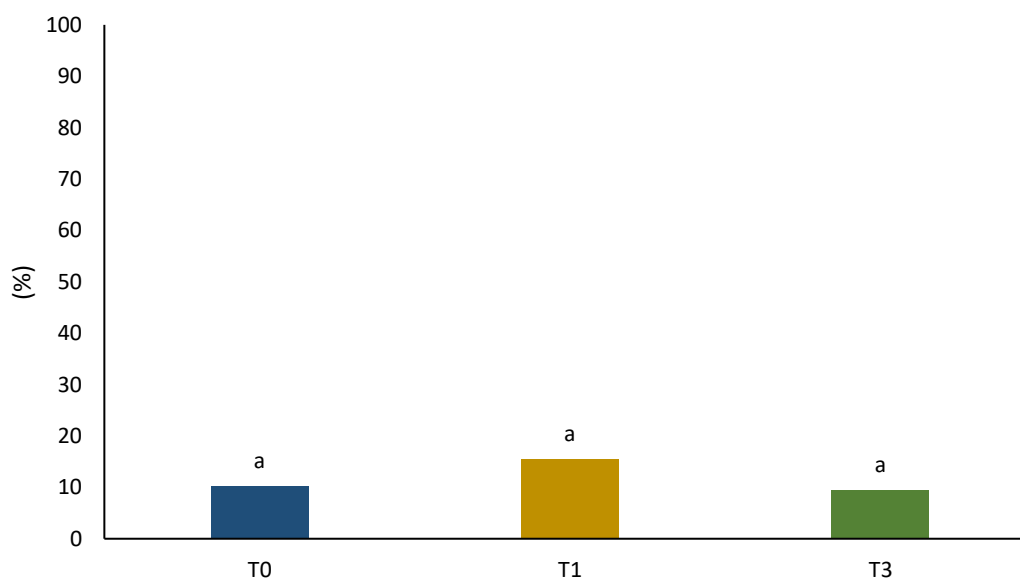
Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ ), segundo o teste de separação de médias de Duncan.

**Figura 67-** Produção, recolha e perdas de miolo de amêndoa por tratamento



**Figura 68-** A- Largura da copa das árvores do tratamento T1 superior à largura da entrada da máquina; B- Altura da copa das árvores do tratamento T1 superior à altura da entrada da máquina

Ao analisar as perdas de amêndoa para o solo em percentagem da produção por tratamento (Figura 69), os resultados mostram que as diferenças entre os tratamentos não foram significativas ( $P>0.05$ ), com o tratamento T1 a registar a maior percentagem de perdas, conforme seria de esperar.



Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P\leq 0.05$ )

**Figura 69-** Perdas de produção para solo na colheita em percentagem da produção, por tratamento

Este resultado mostra que é mais importante avaliar a massa de miolo que se perde para o solo do que a percentagem de perdas, visto que a primeira permite mais facilmente avaliar o montante da receita potencial que se perde.

Estes resultados servem ainda para indicar que o sistema de colheita não é totalmente eficaz, pelo que se deve atuar de modo a reduzir estas perdas.

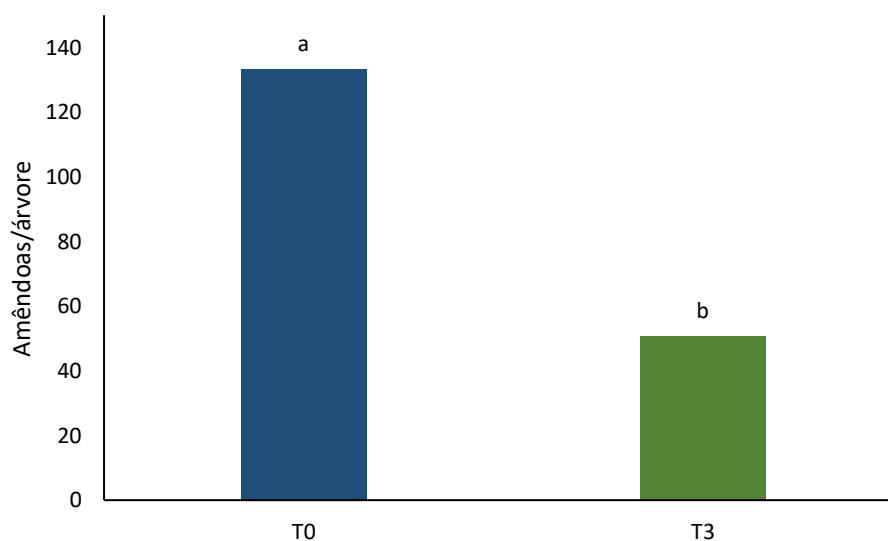
Além das perdas de amêndoa para o solo ocorridas durante a colheita, a realização de poda de verão também causa perda de frutos (Figura 70).



**Figura 70-** Perda de amêndoas resultante da poda de verão

Na figura 71 mostra a quantidade de frutos eliminados em média no tratamento T0 e T3 com a realização dos cortes nas faces laterais da copa.

Verificaram-se diferenças significativas entre tratamentos ( $P < 0,05$ ), com o tratamento T0 a registar as maiores perdas. Como já referido em 4.1.2., tal situação deve-se a uma maior intensidade de poda com o posicionamento da barra de corte mais próximo do tronco da árvore.



Para cada parâmetro, colunas acompanhadas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $P < 0.05$ )

**Figura 71-** Amêndoas perdidas para solo na poda em verde, por tratamento

No caso destas intervenções em verde não terem sido realizadas, estes frutos possivelmente chegariam à colheita. As perdas causadas pela máquina de colheita possivelmente seriam diferentes das que se obtiveram visto que os frutos verdes perdidos para o solo se encontravam em ramos que estavam salientes para a entrelinha.

#### 4.5. Capacidade de Trabalho

No Quadro VII, mostra-se a capacidade de trabalho (CT) das diversas intervenções de poda. Como era de esperar a poda de verão realizada com a máquina de podar com facas circulares foi consideravelmente superior à poda com motosserra. Os valores obtidos com a máquina de podar de facas resulta de três passagens de máquina por linha de árvores.

**Quadro VI- Capacidade de trabalho** (árvores/homem x hora)

Tratamento	Época da Poda	Tipo de Poda	
		Poda Mecânica	Poda Manual
T0	Poda Inverno	-----	-----
	Poda Verão	706	625
T1	Poda Inverno	-----	34
	Poda Verão	-----	-----
T3	Poda Inverno	-----	241
	Poda Verão	695	-----

A maior capacidade de trabalho da poda manual nos tratamentos T0 e T3 relativamente ao tratamento T1, deve-se à menor intensidade de poda realizada em ambos os tratamentos. No tratamento T3 a poda manual consistiu apenas na remoção dos ramos da parte inferior da copa para controlar a altura da base da copa ao solo, enquanto no tratamento T0 a intervenção de poda manual serviu para eliminar os ramos vigorosos que se escaparam a máquina de podar durante a intervenção de controlo da largura da árvore (Figura 72).



**Figura 72-** Poda manual de complemento ao tratamento T0.

No tratamento T1 a execução de uma poda manual seletiva para eliminar os ramos mais salientes da copa, quer para a entrelinha, quer na redução da altura, leva a que seja necessário mais tempo de poda por árvore.

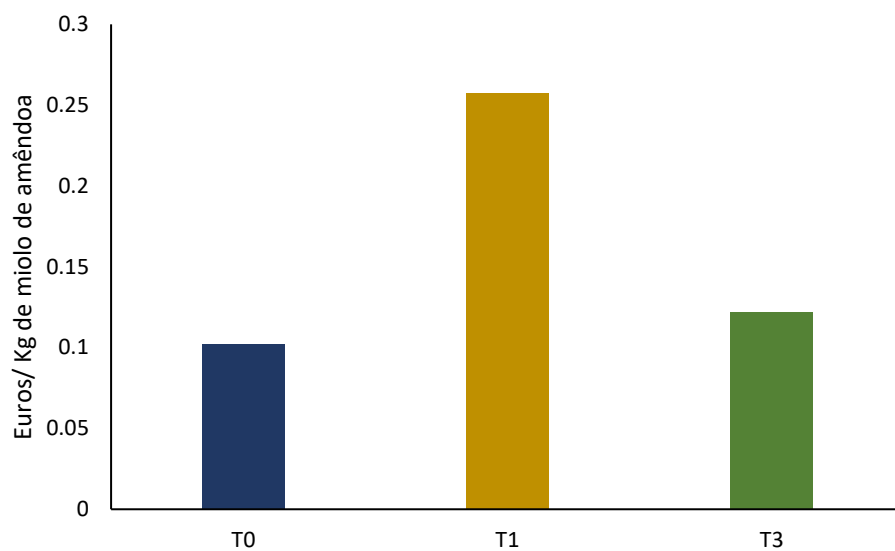
#### **4.6. Custos de poda**

Determinou-se os custos de poda por kg de miolo de amêndoa recolhido em cada um dos tratamentos, tendo como base as capacidades de trabalho indicadas no quadro VII e a produção recolhida (Figura 67).

De acordo Dias *et al.* (2019) neste cálculo considerou-se que a máquina de podar de discos custa 70 Euros/hora e que a poda manual custa 70 euros/dia e por pessoa, ambos em regime de prestação de serviços. Na poda manual estão incluídos a motosserra e o combustível.

Na figura 73 mostra-se o custo médio da poda por quilograma de miolo de amêndoa recolhida, em cada um dos tratamentos. Era expectável que a poda manual no tratamento T1 originasse maiores custos, devido à menor capacidade de trabalho.

Os menores custos de poda do tratamento T0 e T3 em relação ao tratamento T1, deve-se à elevada capacidade de trabalho da máquina de podar e à reduzida intensidade da poda manual aplicada em ambos os tratamentos.



**Figura 73-** Custo médio da poda por quilograma de miolo de amêndoa e por tratamento

As diferenças entre o tratamento T0 e o tratamento T3 devem-se à rapidez na execução do complemento manual à poda de verão no tratamento T0.

## 5. Considerações finais

Os resultados obtidos confirmam a necessidade de controlar a dimensão da sebe, conforme refere Torrents (2015), para reduzir ao máximo as perdas de amêndoa para o solo durante a colheita.

As maiores perdas de amêndoa para o solo verificaram-se nas alternativas de poda que tinham as árvores maiores. No próximo ano será conveniente efetuar intervenções de poda com uma maior intensidade para que à colheita a dimensão das árvores seja adequada à dimensão da entrada da máquina de colheita.

A utilização da máquina de podar permite realizar o trabalho rapidamente, aumentando a capacidade de trabalho e consequentemente reduzir os custos de poda comparativamente à poda manual, além de uniformizar a dimensão das copas.

As intervenções de poda mecânica de verão realizadas julho permitiram um maior controlo da dimensão da copa das árvores, nomeadamente em altura, visto que após o “topping” a emissão de novos lançamentos foi inferior às árvores intervencionadas em junho.

As diferentes alternativas de poda avaliadas neste ensaio não mostraram diferenças assinaláveis na produção de amêndoa. São resultados de uma campanha e por isso não se podem tirar grandes ilações. Ao confrontar estes resultados com os obtidos por Dias *et al.* (2019) verifica-se que os resultados são semelhantes num dos anos, mas diferentes no outro.

Estes resultados reportam-se apenas a um ano, pelo que será necessário dar continuidade a estes trabalhos durante um maior período para avaliar o efeito na produção de amêndoa, na eficiência de recolha da máquina de colheita e nos custos de poda.



## Referências bibliográficas

- Aguiar, C., Pereira, J. A., Arrobas, M., Almeida, A., Bento, A., Cortés, I. L., . . . Moura, L. (2017). *Amendoeira: Estado da Produção*. Obtido de Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos: <http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2017/10/Amendoeira-producao5.compressed-2.pdf>
- Almond Board of Australia. (2015). *Almond Insights 2014-2015*. Obtido em 3 de Abril de 2019, de Australian Almonds: <https://industry.australianalmonds.com.au/wp-content/uploads/2018/08/Almond-Insights-2014-15-LR.pdf>
- Almond Board of Australia. (2016). *Almond Insights 2015-16*. Obtido em 3 de Abril de 2019, de Australian Almonds: <https://industry.australianalmonds.com.au/wp-content/uploads/2018/08/Almond-Insights-2015-16.pdf>
- Almond Board of Australia. (2017). *Almond Insights 2016-17*. Obtido em 2 de Abril de 2019, de Australian Almonds: <https://industry.australianalmonds.com.au/wp-content/uploads/2018/08/Almond-Insights-2016-17-LR-WEB.pdf>
- Almond Board of Australia. (2018). *Almonds Insights 2017-2018*. Obtido em 2 de Abril de 2019, de Australian Almonds: <https://industry.australianalmonds.com.au/wp-content/uploads/2018/08/Almond-Insights-2017-18-August22.pdf>
- Arenas, F. J., & Hervalejo, A. (2014). Avances en la poda de los cítricos. *Visa Rural*, pp. 42-46.
- Arquero, O. (2013a). Material Vegetal. Em *Manual del Almendro* (pp. 21-30). Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería da Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Arquero, O. (2013b). Exigencias medioambientales. Em *Manual del Almendro* (pp. 9-19). Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería da Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Arquero, O. (2013c). Diseño y ejecución de la plantación. Em *Manual del Almendro* (pp. 31-37). Sevilla: Manual del Almendro. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería da Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

- Arquero, O. (2013d). Sistemas de formación y poda. Em *Manual del almendro* (pp. 39-46). Sevilla: Manual del Almendro. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería da Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.
- Arquero, O., Caro, B. C., Khlifi, M., Manzanares, M. L., Mamouni, A., Muñoz, A. N., . . . Martín, M. V. (2007). *Manual Practico para el Cultivo del Almendro*. Jerez de la Frontera: Graficolor.
- Atkinson, C., & Else, M. (2001). Understanding How Rootstocks Dwarf Fruit Trees. *The Compact Fruit Tree*, 34(2), 46-49.
- Augustí, M. (2004). *Fruticultura*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Branco, P. (2018). Cultivo del Almendro. En busca de la alta eficiencia. El Sistema SES. *Olint Magazine*, pp. 6-11.
- Cabo, P., & Matos, A. (2017). *Amendoeira: Estado da Comercialização*. Obtido em 1 de Abril de 2019, de Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos: <http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2017/04/Amêndoa-comercialização.pdf>
- Casierra-Pousada, F., & Fisher, G. (2012). Poda de Árboles Frutales. Em *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 169-185). Bogotá: Produmedios.
- Castellarnau, I. I., & Pericay, J. C. (Novembro de 2006). *Situació actual, característiques i comportament agronòmic dels portaempelts de presseguer*. . Obtido em 6 de Maio de 2019, de Dossier Tècnic: Portaempelts en presseguer: <https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/354250/Dossier+tècnic+17-+Portaempelts+de+presseguer.pdf/4040bb9a-36d9-4675-9dd5-28d3f01890df>
- Dias, A. B. (2006). A mecanização da poda do olival. Contribuição da máquina de podar a discos. Tese de Doutoramento, Universidade de Évora.
- Dias, A. B., Reis, J., Rebola, J., Falcão, J., Pinheiro, A., & Peça, J. O. (Setembro de 2019). Avaliação da influência da poda no desempenho da máquina de colheita em pomares superintensivos de amendoeira. *X Congresso Ibérico de Agroengenharia*, 360-372.

- Dias, A., Caeiro, L., Félix, G., & Falcão, J. (2012). Evaluation of biometric parameters of 'Belona', 'Guara' and 'Lauranne' cultivars in a superhigh density orchard. *Acta Horticulturae*, 1219, 73-78.
- Dicenta, F. (Dezembro de 2015). Almendricultura. 17-22. (O. Magazine, Entrevistador)
- Escobar, R. F. (1988). *Planificación y Diseño de Plantaciones Frutales*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Fernández i Martí, A., Font i Forcada, C., Kamali, K., Rubio-Cabetas, M. J., Wirthensohn, M., & Socias i Company, R. (2015). Molecular analyses of evolution and population structure in a worldwide almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb syn. *P. amygdalus* Batsch] pool assessed by microsatellite markers. *Resources and Crop Evolution*, 62, 205-219.
- Gabinete de Planeamento e Políticas. (2007). *Amêndoa*. Obtido em 23 de abril de 2019, de Instituto Superior de Agronomia: <http://www.isa.utl.pt/files/pub/destaques/diagnosticos/Amendoa.pdf>
- Gradziel, T. M. (2009). Almond (*Prunus dulcis*) Breeding. *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*, 1-31.
- Grasselly, C., & Crossa-Raynaud, P. (1984). *El Almendro*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Hampson, C. R., Quamme, H. A., & Brownlee, R. T. (2002). Canopy Growth, Yield, and Fruit Quality of 'Royal Gala' Apple Trees Grown for Eight Years in Five Tree Training Systems. *HortScience*, 37(4), 627-631.
- Iglesias, I. (2019). Sistemas de palantación 2D: una novedad en almendro, una realidad en frutales. Hacia una alta eficiencia. *Fruticultura*, 67, pp. 22-44.
- INC. (2010). *Global Statistical Review 2004-2009*. Obtido em 3 de Abril de 2019, de International Nut and Dried Fruit Council-INC: <https://www.nutfruit.org/files/tech/INC-Global-Statistical-Review-2004-2009.pdf>

- INC. (2015). *Global Statistical Review 2014-2015*. Obtido em 2 de Abril de 2019, de International Nut and Dried Fruit Council-INC: [https://www.nutfruit.org/files/tech/global-statistical-review-2014-2015\\_101779.pdf](https://www.nutfruit.org/files/tech/global-statistical-review-2014-2015_101779.pdf)
- INC. (2018). *Statistical Yearbook 2018-2019*. Obtido em 2 de Abril de 2019, de International Nut and Dried Fruit Council-INC: [https://www.nutfruit.org/files/tech/1553521370\\_INC\\_Statistical\\_Yearbook\\_2018.pdf](https://www.nutfruit.org/files/tech/1553521370_INC_Statistical_Yearbook_2018.pdf)
- INE. (2014). *Estatísticas Agrícolas 2013*. Obtido em 23 de Abril de 2019, de Instituto Nacional de Estatística-INE: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=210756829&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=210756829&PUBLICACOESmodo=2)
- INE. (2015). *Estatísticas Agrícolas 2014*. Obtido em 23 de Abril de 2019, de Instituto Nacional de Estatística-INE: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=224773630&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=224773630&PUBLICACOESmodo=2)
- INE. (2016). *Estatísticas Agrícolas 2015*. Obtido em 23 de Abril de 2019, de Instituto Nacional de Estatística-INE: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=271434407&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=271434407&PUBLICACOESmodo=2)
- INE. (2017). *Estatísticas Agrícolas 2016*. Obtido em 23 de Abril de 2019, de Instituto Nacional de Estatística-INE: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=277047595&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=277047595&PUBLICACOESmodo=2)
- INE. (2018). *Estatísticas Agrícolas 2017*. Obtido em 23 de Abril de 2019, de Instituto Nacional de Estatística-INE: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=320461359&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=320461359&PUBLICACOESmodo=2)

- Ladizinsky, G. (1999). On the Origin of Almond. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 46, 143-147.
- Laghezza, L., Gentile, C., & Catalano, L. (2017). Viverismo: surge de la mejora genética el almendro en seto. *Olint Magazine*(31), pp. 36-41.
- Lauri, P. E., & Lespinasse, J. M. (2000). The Vertical Axis and Solax Systems in France. *Acta Horticulturae*, 513, 287-296.
- López, M. (2018). Poda del almendro en seto. *Olint Magazine*(32), pp. 52-56.
- López, M., Obregón, A., Brox, G., Tiana, J., & Villalba, P. (2015). La evolución del olivar en seto o superintensivo en Andalucía. *Olint Magazine*(27), pp. 8-16.
- Majid, I., Khalil, A., & Nazir, N. (2018). Economic Analysis of High Density Orchards. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*, 7, 821-829.
- Malvicini, G. L., & Gómez, L. A. (2011). Nociones sobre la poda de árboles frutales caducifolios. *Cultura Científica JDC*, 90-98.
- Marini, R. P. (2001). Training and Pruning Apple Trees. *Virginia Cooperative Extension*, 1-8.
- Miarnau, X., Torguet, L., Batlle, I., Romero, A., Rovira, M., & Alegre, S. (24 de Setembro de 2015). *Comportamiento agronómico y productivo de las nuevas variedades de almendro*. Obtido em 6 de Maio de 2019, de Simposio Nacional de Almendro y otros Frutos Secos: <http://www.jornadasfruticultura.com/images/Actas-Simposio-Almendro.pdf>
- Miarnau, X., Torguet, L., Zazurca, L., Maldonado, M., Girabet, R., Batlle, I., & Rovira, M. (2018). El futuro del almendro en España: ¿Será posible producir 4.000 kg de grano/ha? *Horticultura*, 337, pp. 16-26.
- Miarnau, X., Vargas, F. J., Montserrat, R., & Alegre Castellví, S. (2010). Aspectos importantes en las nuevas plantaciones de almendro en regadío. *Revista de Fruticultura.*, 10, pp. 94-103.

- Mika, A. (1992). Trends in fruit tree training and pruning systems in Europe. *Acta Horticulturae*, 322, 29-36.
- Moreira, P. Q. (2008). Polinização e vingamento de Ameixeira Japonesa (*Prunus salicina* Lindl.). Avaliação da colocação sequencial de colmeias e de um bioestimulante. Tese de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.
- Muncharaz, M. (2017). *El almendro*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Muñoz, J., & Sánchez, J. (30 de Setembro de 2016). El mercado mundial de la almendra. *Boletín Económico ICE*, 3079, pp. 77-84.
- Neves, M. A. (2014). *Relatório Sectorial da Amêndoa*. Obtido em 4 de Fevereiro de 2019, de Projecto Cordão Verde – Associação In Loco, Cooperação LEADER para o Desenvolvimento.: [http://www.in-loco.pt/upload\\_folder/files/Relatorio-Sectorial-Amendoa\\_acao-2-2.pdf](http://www.in-loco.pt/upload_folder/files/Relatorio-Sectorial-Amendoa_acao-2-2.pdf)
- Novoalmendro. (Junho de 15 de 2017). *Plantaciones en seto de Almendro*. Obtido de Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos: [http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2017/06/Presentació-Novalmendro\\_15Junio-Marisa.pdf](http://www.wp.cncfs.pt/wp-content/uploads/2017/06/Presentació-Novalmendro_15Junio-Marisa.pdf)
- Palazon, J. L. (1972). *El almendro y su cultivo* (Vol. 3). Madrid: Mundi-Prensa.
- Pastor, M., & Humanes, J. (2010). *La Poda del Olivo* (6 ed.). Junta de Andalucía: Editorial Agrícola Española S.A.
- Rallo, L., Barranco, D., Castro-García, S., Connor, D. J., Campo, M. G., & Rallo, P. (2013). High-Density Olive Plantations. Em *Horticultural Reviews* (1 ed., Vol. 41, pp. 303-383). John Wiley & Sons, Inc.
- Saraiva, M. T. (2015). Boas Práticas para a Cultura da Macieira em Modo de Produção Biológico na região do Minho. Tese de Mestrado, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

- Socias i Company, R., & Felipe, A. J. (2006). Belona y Soleta, dos nuevos cultivares de almendro. *IO2* (4), 398-408.
- Socias i Company, R., Aparisi, J. G., Alonso, R.-C. M., & Kodad, O. (2009). Retos y perspectivas de los nuevos cultivares y patrones de almendro para un cultivo sostenible. *ITEA*, 105 (2), 99-116.
- Sousa, R. M. (19 de Março de 2010). *Alguns princípios da poda da pereira "Rocha". Dia de Campo COTHN*. Painho.
- Torrents, J. (2015). Estado atual del cultivo superintensivo del almendro. *Simposio Nacional de Almendro y otros Frutos Secos*, pp 26-46.
- Valenciano, J., Azcárate, T., & Giacinti, M. (2016). Comercio internacional de almendras. *Fruticultura*, 49, pp. 3-7.
- Vargas, F., Romero, M., Clavé, J., Alegre, S., & Miarnau, X. (2009). Variedades de almendro IRTA. pp. 1-9.
- Weber, M. S. (1998). The Super Spindle System. *Acta Horticulturae*, 513, 271-278.
- Yahmed, J. B., Ghrab, M., & Mimoun, M. B. (2016). Eco-physiological evaluation of different scion-rootstock combinations of almond grown in Mediterranean conditions. *Fruits*, 71 (3), 185-193.

## Anexos

### Anexo I – Tratamentos Fitossanitários

<b>Data</b>	<b>Matéria ativa</b>	<b>Objetivo/ Inimigo a combater</b>
28/jan	Oxicloreto de cobre Oleo de verão	Prevenção de Inverno de formas hibernantes de insetos e ácaros
07/mar	Mancozebe Oxicloreto de cobre	Crivado / Mancha ocre/ Fusicocum/ Antracnose/ Moníliose
22/abr	Mancozebe Enxofre molhavel Lambda-cialotrina	Crivado/ mancha ocre/ Fusicocum/ Trips/ Antracnose/ Moniliose/ Fusicocum/ Pulgão verde
03/jul	Tiametoxame Hexitiazox Abarmectina	Aranhiço vermelho/ Cigarrinha verde
20/jul	Imidaclopride	Cigarrinha verde
15/out	Oxicloreto de cobre	Ferrugem/ Início prevenção do inverno de formas hibernantes de insetos e ácaros