

**M. Ângelo Rodrigues**

Coordenador Científico

**MANUAL TÉCNICO**

**AMENDOEIRA:  
ESTADO DA PRODUÇÃO**

Maio 2017

**EDITOR CNCFS**

Projeto “**Portugal Nuts**” Norte-02-0853-FEDER-000004

**Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos**

## **FICHA TÉCNICA**

**Título:** Amendoeira: Estado da Produção

**Coordenador Científico:** M. Ângelo Rodrigues

**Capa:** CNCFS

**Tiragem:**

**Impressão:**

**ISBN:** 978-989-99857-9-7

## **AUTORES**

**Carlos AGUIAR**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**José Alberto PEREIRA**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Margarida ARROBAS**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Arlindo ALMEIDA**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Albino BENTO**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**Isabel López CORTÉS**

Universitat Politècnica de València, Departamento de Producción  
Vegetal, Camí de Vera, s/n, 46022 Valencia.

**Nuno RODRIGUES**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**M. Ângelo RODRIGUES**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de Stª Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

**António Castro RIBEIRO**

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Sónia A. P. SANTOS

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Maria Eugénia GOUVEIA

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Valentim COELHO

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,  
Campus de St<sup>a</sup> Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

Luísa MOURA

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana de  
Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima

## Índice

Índice de Quadros .....	1
Índice de Figuras .....	3
<b>Figura 1.1</b> - Relações de parentesco entre as espécies cultivadas e indígenas mais importantes de Portugal. Constituem cada um dos subgéneros e secções muito mais espécies do que as citadas na figura. Adaptado de Shi <i>et al.</i> (2013).....	5
<b>Figura 1.2</b> - Amendoeiras cultivadas nos vales de ombroclima seco da Terra Quente transmontana.....	9
<b>Capítulo 1 - Sistemática, domesticação, morfologia e hábitos de frutificação</b> .....	1
<b>1.1. Taxonomia e nomenclatura</b> .....	1
<b>1.2. Compatibilidade das enxertias e hibridação</b> .....	5
<b>1.3. Origem e domesticação</b> .....	8
1.3.1. O porquê da domesticação da amendoeira .....	8
1.3.2. Centro de origem e ancestralidade .....	11
1.3.3. Evolução da amendoeira sob domesticação .....	15
1.3.4. Síndrome de domesticação .....	20
<b>1.4. Morfologia</b> .....	21
1.4.1. Raiz, porte e ramos .....	21
1.4.2. A folha.....	22
1.4.3. A flor .....	23
1.4.4. Fruto e semente .....	27
<b>1.5. Meristemas e gomos</b> .....	29
<b>1.6. Órgãos e hábito de frutificação</b> .....	33
<b>1.7. Referências Bibliográficas</b> .....	38
<b>Capítulo 2 - Fenologia, dormência e biologia da reprodução</b> .....	42
<b>2.1. Fenologia</b> .....	42
2.1.1. Estádios fenológicos da amendoeira .....	42
2.1.2. Ciclo fenológico da amendoeira .....	47
<b>2.2. Dormência dos gomos</b> .....	51
<b>2.3. Crescimento vegetativo</b> .....	62
<b>2.4. Biologia da reprodução</b> .....	65

2.4.1. Juvenildade .....	65
2.4.2. Iniciação e diferenciação floral .....	66
2.4.3. Alternância.....	70
2.4.4. Floração e polinização .....	72
2.4.4.1. Floração.....	72
2.4.4.2. Dificuldades da polinização da amendoeira.....	74
2.4.4.3. A atividade das abelhas.....	78
2.4.4.4. Sistemas de auto-incompatibilidade. Consociações de variedades auto-incompatíveis.....	82
2.4.4.5. Uso de cultivares autocompatíveis .....	87
2.4.5. Germinação do tubo polínico e fecundação.....	88
2.4.6. Vingamento, desenvolvimento do fruto e maturação ..	90
<b>2.5. Referências bibliográficas.....</b>	<b>93</b>
<b>Capítulo 3 - Adaptação ecológica.....</b>	<b>98</b>
<b>3.1. O amendoal no mundo e em Portugal.....</b>	<b>98</b>
<b>3.2. Preferências climáticas e edáficas da amendoeira .....</b>	<b>105</b>
3.2.1. Clima .....	105
3.2.2. Solos .....	109
3.2.2.1. Textura .....	111
3.2.2.2. Profundidade efetiva do solo .....	114
3.2.2.3. Porosidade .....	115
3.2.2.4. Matéria orgânica.....	117
3.2.2.5. Capacidade de troca catiónica .....	119
3.2.2.6. Reação do solo .....	120
<b>3.3. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>124</b>
<b>Capítulo 4 - Instalação da cultura.....</b>	<b>127</b>
<b>4.1. Introdução.....</b>	<b>127</b>
<b>4.2. Preparação prévia de terreno .....</b>	<b>127</b>
<b>4.3. Desenho da plantação .....</b>	<b>131</b>
<b>4.4. Execução da plantação .....</b>	<b>134</b>
<b>4.5. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>139</b>
<b>Capítulo 5 - Porta-enxertos e variedades de amendoeira.....</b>	<b>140</b>
<b>5.1. Introdução.....</b>	<b>140</b>
<b>5.2. Porta-enxertos mais utilizados na amendoeira .....</b>	<b>142</b>
5.2.1. Porta-enxerto: <i>Francos de amendoeira</i> .....	145

5.2.2. Porta-enxerto: <i>Franco de pessegueiro</i> .....	147
5.2.3. Porta-enxerto: <i>Clonais de ameixeira</i> .....	149
5.2.4. Porta-enxerto: Híbridos interespecíficos .....	149
5.2.4.1 Porta-enxerto híbridos: <i>pessegueiro x amendoeira</i> .....	150
5.2.4.2. Porta-enxerto híbridos: <i>pessegueiro x ameixeira</i> .....	154
<b>5.3. Variedades de amendoeira mais utilizadas</b> .....	<b>157</b>
5.3.1. Fatores a considerar na seleção das variedades.....	159
5.3.2. Caracterização sumária das principais variedades .....	166
<b>5.4. Bibliografia</b> .....	<b>177</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>181</b>
<b>Capítulo 6 - Manutenção do solo</b> .....	<b>185</b>
<b>6.1. Introdução</b> .....	<b>185</b>
<b>6.2. Mobilização do solo</b> .....	<b>187</b>
<b>6.3. Utilização de herbicidas</b> .....	<b>194</b>
<b>6.4. Cobertos vegetais</b> .....	<b>205</b>
6.4.1. Cobertos de vegetação natural.....	207
6.4.2. Cobertos vegetais semeados .....	210
6.4.3. Cobertos de leguminosas anuais de ressementeira natural .....	213
<b>6.5. Sistemas mistos de gestão do solo</b> .....	<b>215</b>
<b>6.6. Adequação do coberto vegetal às características do pomar</b> .....	<b>217</b>
6.6.1. Pomares de regadio .....	218
6.6.2. Pomares de sequeiro .....	219
<b>6.7 Amendoais em modo biológico</b> .....	<b>223</b>
<b>6.8. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>226</b>
<b>Capítulo 7 – Fertilização</b> .....	<b>232</b>
<b>7.1. Introdução</b> .....	<b>232</b>
<b>7.2. Nutrientes essenciais</b> .....	<b>233</b>
<b>7.3. Diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional     das culturas</b> .....	<b>243</b>
7.3.1. Análise de terras .....	244
7.3.2. Análise de tecidos vegetais.....	248
<b>7.4. Fertilização do amendoal</b> .....	<b>253</b>

<b>7.4.1. Fertilização à instalação e em amendoal jovem .....</b>	<b>254</b>
7.4.2. Fertilização em amendoal adulto .....	258
7.4.2.1. Estabelecimento da dose .....	259
7.4.2.2. Momento da aplicação .....	261
7.4.2.3. Localização dos fertilizantes.....	264
7.4.2.4. Adubação foliar .....	266
7.4.2.5. Fertirrigação.....	268
<b>7.5. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>271</b>
<b>Capítulo 8 - Sistemas de condução e poda .....</b>	<b>275</b>
<b>8.1. Introdução.....</b>	<b>275</b>
<b>8.2. Aspectos morfológicos .....</b>	<b>277</b>
<b>8.3. Sistemas de condução.....</b>	<b>280</b>
<b>8.4. A poda.....</b>	<b>286</b>
8.4.1. Época de poda .....	288
8.4.3. Poda de formação.....	290
8.4.4. Poda de frutificação.....	294
8.4.5. Poda de rejuvenescimento .....	296
<b>8.5. Intensidade da poda .....</b>	<b>297</b>
<b>8.6. Poda mecânica .....</b>	<b>299</b>
<b>8.7. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>301</b>
<b>Capítulo 9 - Rega .....</b>	<b>303</b>
<b>9.1 Introdução.....</b>	<b>303</b>
<b>9.2 Necessidades hídricas do amendoal.....</b>	<b>304</b>
9.2.1. Evapotranspiração de referência.....	305
9.2.2. Coeficientes culturais .....	307
<b>9.3. Balanço hídrico do solo e necessidades de rega .....</b>	<b>311</b>
9.3.1. Água disponível total no solo .....	312
9.3.2. Água facilmente disponível na zona radicular .....	313
9.3.3. Necessidades de rega .....	315
<b>9.4. Programação da rega .....</b>	<b>320</b>
9.4.1. Monitorização do teor de água no solo.....	321
9.4.2. Monitorização do potencial de água no solo.....	324
9.4.3. Monitorização do estado hídrico da planta.....	327
<b>9.5. Resposta da amendoeira ao stresse hídrico .....</b>	<b>331</b>
<b>9.6. Rega deficitária .....</b>	<b>335</b>

<b>9.7. Método de rega</b> .....	<b>338</b>
<b>Capítulo 10 - Pragas</b> .....	<b>346</b>
<b>10.1. Introdução</b> .....	<b>346</b>
<b>10.2. <i>Monosteira unicostata</i> (Mulsant &amp; Rey, 1852) –     <i>Monosteira</i></b> .....	<b>351</b>
<b>10.3. <i>Anarsia lineatella</i> Zeller</b> .....	<b>359</b>
<b>10.4. <i>Grapholita molesta</i> (Busck, 1916)</b> .....	<b>363</b>
<b>10.5. <i>Capnodis tenebrionis</i> (L.) – <i>Carocho-negro</i> (adultos) ou     <i>cabeça-de-prego</i> (larvas)</b> .....	<b>368</b>
<b>10.6. Ácaros tetraníquídeos</b> .....	<b>371</b>
<b>10.7. Afídeos</b> .....	<b>376</b>
<b>10.8. <i>Zeuzera pyrina</i> L. – <i>Zeuzera</i></b> .....	<b>379</b>
<b>10.9. <i>Cossus cossus</i> L</b> .....	<b>382</b>
<b>10.10. Referências Bibliográficas</b> .....	<b>385</b>
<b>Capítulo 11 – Doenças</b> .....	<b>388</b>
<b>11.1. Introdução</b> .....	<b>388</b>
<b>11.2. Doenças dos ramos e troncos</b> .....	<b>389</b>
11.2.1. Cancro-da-Amendoeira .....	390
11.2.1.1. Sintomas do Cancro-da-Amendoeira .....	393
11.2.1.2. Epidemiologia da doença .....	396
11.2.1.3. Tratamentos preventivos: químicos e culturais .....	397
11.2.2. Cancro-Cytospora (Gomose) .....	399
11.2.2.1. Sintomas .....	401
11.2.2.2. Epidemiologia da doença .....	403
11.2.2.3. Medidas de luta culturais e preventivas .....	404
11.2.3. Doença-do-Chumbo .....	405
11.2.3.1. Sintomas .....	406
11.2.3.2. Epidemiologia da doença .....	407
11.2.3.3. Medidas de luta culturais e preventivas .....	408
<b>11.3. Doenças do lenho</b> .....	<b>409</b>
11.3.1. Cancro em Banda - Complexo de espécies <i>Botryosphaeriaceae</i> .....	409
11.3.1.1. Sintomas do Cancro em Banda .....	410
11.3.1.2. Epidemiologia da doença e meios de luta culturais .....	412
11.3.2. Doenças da madeira - Espécies do Filo Basidiomycota .....	413

<b>11.4. Doenças das folhas, flores, frutos e ramos jovens da amendoeira.....</b>	<b>416</b>
11.4.1. Crivado.....	418
11.4.1.1. Sintomatologia.....	418
11.4.1.2. Epidemiologia.....	420
11.4.1.3. Fatores de risco.....	421
11.4.1.4. Medidas de luta.....	421
11.4.2. Moniliose.....	422
11.4.2.1. Sintomatologia.....	423
11.4.2.2. Epidemiologia.....	423
11.4.2.3. Fatores de risco.....	424
11.4.2.4. Medidas de luta.....	424
11.4.3. Mancha Ocre.....	425
11.4.3.1. Sintomatologia.....	426
11.4.3.2. Epidemiologia.....	426
11.4.3.3. Fatores de risco.....	427
11.4.3.4. Medidas de luta.....	427
11.4.4. Lepra-da-Amendoeira.....	428
11.4.4.1. Sintomatologia.....	428
11.4.4.2. Epidemiologia.....	429
11.4.4.3. Fatores de risco.....	430
11.4.4.4. Medidas de luta.....	430
<b>11.5. Doenças associadas a bactérias em amendoeira.....</b>	<b>431</b>
11.5.1. Doença-do-Cancro-Bacteriano.....	431
11.5.1.1. Sintomas e epidemiologia.....	432
11.5.1.2. Meios de luta.....	435
11.5.2. Doença da Mancha Bacteriana.....	435
11.5.2.1. Sintomatologia.....	436
11.5.2.2. Epidemiologia.....	439
11.5.2.3. Prevenção e meios de luta.....	441
11.5.3. Xilella fastidiosa (almond leaf scorch –ALS).....	442
11.5.3.1. Hospedeiros.....	443
11.5.3.2. Sintomas.....	444
11.5.3.3. Suscetibilidade das cultivares.....	447
11.5.3.4. Epidemiologia.....	447
11.5.3.5. Meios de luta.....	449
<b>11.6. Bibliografia.....</b>	<b>451</b>
<b>Capítulo 12 - Colheita.....</b>	<b>464</b>

<b>12.1. Introdução .....</b>	<b>464</b>
<b>12.2. Destaque dos frutos .....</b>	<b>464</b>
<b>12.3. Recolha dos frutos .....</b>	<b>467</b>
<b>12.4. Descasque e secagem .....</b>	<b>472</b>
<b>12.5. Outros sistemas de colheita .....</b>	<b>473</b>
<b>12.6. Nota final .....</b>	<b>474</b>
<b>12.7. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>475</b>

## Capítulo 3 - Adaptação ecológica

Margarida Arrobas

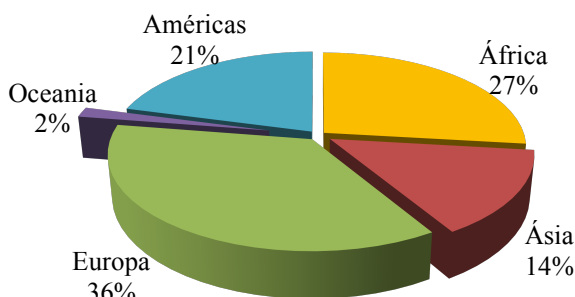
### 3.1. O amendoal no mundo e em Portugal

A amendoeira (*Prunus dulcis*) é uma espécie com origem nas regiões quentes e áridas do sudoeste asiático (Ladizinsky, 1999). Terá sido disseminada pelo Médio Oriente, Turquia e Grécia através da rota da seda, chegando a Itália e Espanha há mais de 2000 anos. A cultura foi-se instalando à volta da bacia mediterrânica, mas só a partir dos anos 1850-1900 foi possível estabelecer as variedades locais, formadas por seleção natural (Grassely, 1976). Aos Estados Unidos da América chegou por volta dos anos 1700, tendo ocupado uma grande extensão no estado da Califórnia (Ladizinsky, 1999).

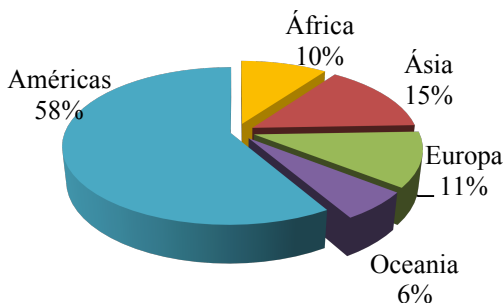
Atualmente, a amendoeira está distribuída um pouco por todo o mundo, sendo que a Europa possui a maior área atribuída a esta cultura (36%) e a Oceânia representa o continente com menor área (2%) (Figura 3.1). Na Europa encontra-se o país com maior área a nível mundial, a Espanha, com cerca de 30 %. Nas Américas são os Estados Unidos o país com maior expressão no cultivo de amêndoa (20% da área mundial, centrada na Califórnia).

A Tunísia lidera no continente africano com 11,2%. Na Ásia a amendoeira encontra-se sobretudo no Irão (4,8%) e na Oceânia encontra-se na Austrália, ocupando 1,7% da área mundial (FAOSTAT, 2017). Os Estados Unidos são o maior produtor mundial de amêndoa com 57% da produção. Segue-se Espanha com 7,3 % e Austrália com 6%. Na Ásia, o Irão produz 4,2% e na África a maior produção é atingida em Marrocos, com 3,8% da produção mundial. Em termos de produtividade média unitária, Austrália regista os valores mais elevados (mais de 5500 kg/ha), seguida dos Estados Unidos com mais de 4000 kg/ha. Europa e África registam valores de produção incomparavelmente mais baixos, com 483 kg/ha e cerca de 700 kg/ha respetivamente (FAOSTAT, 2017).

### Área de amendoal no mundo



## Produção de amêndoa no mundo



**Figura 3.1** – Distribuição do amendoal e produção de amêndoa no mundo no ano de 2014 (FAOSTAT, 2017)

As diferenças de produtividade estão associadas à disponibilidade de água para a cultura. Espanha possui cerca de 90% da área em produção de sequeiro, tal como a generalidade dos países da Europa e da África, enquanto nos Estados Unidos e Austrália a cultura é produzida integralmente em regadio. Alguns dados sobre a produção de amêndoa em Portugal, Espanha e Estados Unidos são apresentados no Quadro 3.1.

A amendoeira está adaptada a regiões quentes e secas, sendo particularmente tolerante ao stresse hídrico. Em Portugal encontra-se sobretudo na Terra Quente transmontana e Riba Côa, especialmente nas encostas de Freixo de Espada à Cinta e Barca d'Alva, distribuindo-se ainda pela zona centro do país, Alentejo e Algarve (COS, 2007; INE, 2015; Neves, 2015) como se pode ver na figura 3.2.

**Quadro 3.1** – Produção de amêndoa com casca em Portugal, Espanha e Estados Unidos da América (EUA)

	Portugal 2014 <sup>1</sup>	Portugal 2015 <sup>2</sup>	Espanha <sup>1</sup>	EUA <sup>1</sup>
Área (ha)	28871	30150	527058	352077
Produção unitária (kg/ha)	312,9	334,7	371,3	4389,7
Produção total (t)	9034	10090	195704	1545500

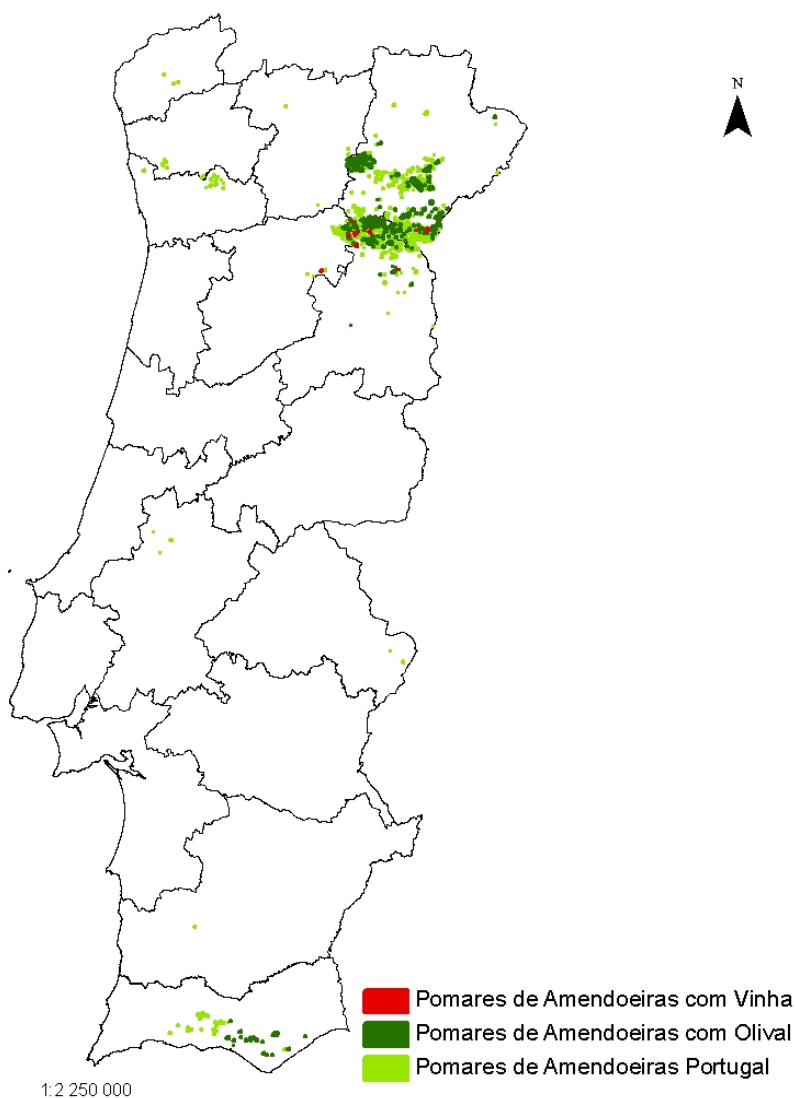
<sup>1</sup>FAOSTAT 2017; <sup>2</sup>INE, 2015

Na região norte e até 2007 era comum encontrar a amendoeira associada a outras culturas como a oliveira e a vinha. Desde 2007 e até 2013 muitos amendoais foram abandonados ou mesmo arrancados, tendo diminuído de forma significativa a área total nacional. A partir de 2014 tem-se verificado a instalação de novos pomares, sobretudo no norte do país e no Alentejo. O Algarve não parece acompanhar esta tendência já que após o abandono de algumas áreas em 2007 não foram registadas novas plantações (Figura 3.3).

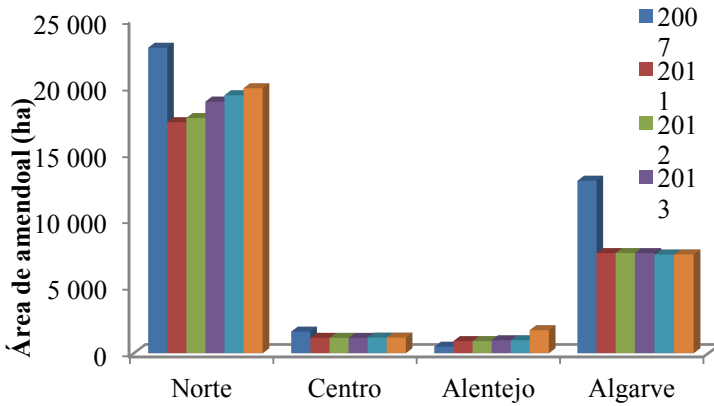
Em 2007 a área total para esta cultura em Portugal era de 12572 ha e atingiu um mínimo de 4446 ha em 2013. Os últimos dados disponíveis do INE (2015) mostram agora uma área total para a cultura na ordem dos 30150 ha. Na figura 3.3 pode ver-se a evolução da área de amendoal de 2007 a 2015. Atualmente a zona norte é detentora de 66% da área total de amendoal no país, tendo aumentado em 5% a área desde 2007. O Alentejo também aumentou a área em 5% (passou de 1% em 2007 para os atuais

6%). Na região centro não se tem verificado nenhuma alteração significativa, detendo 4% da área nacional de amendoal. No Algarve, após o abandono de 10% da área em 2007, não se verificaram novas plantações, possuindo atualmente 24% da área (INE, 2007; 2011-2015).

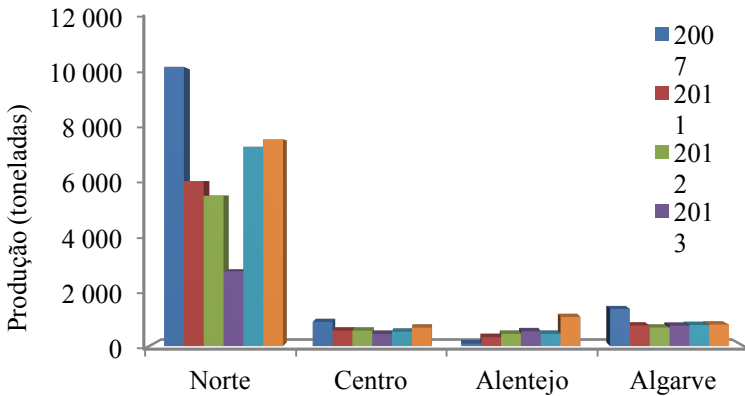
No que respeita à produção de amêndoa com casca, após 2007, com o arranque de velhos pomares, a produção nacional diminuiu drasticamente, tendo atingido um mínimo histórico de 4500 toneladas em 2013. Depois dessa data tem-se verificado um aumento gradual da produção, mas os novos pomares ainda não permitiram alcançar as 12572 toneladas de 2007. A região norte, com maior expressão da cultura a nível nacional, produziu 10233 toneladas em 2007 e 7569 toneladas em 2015 (Figura 3.4) (INE, 2015).



**Figura 3.2** – Distribuição da amendoeira em Portugal. Adaptado de Informação Cartográfica de Uso e Ocupação do solo (COS, 2007)



**Figura 3.3** – Área de amendoal em Portugal no período 2007-2015 INE (2007; 2011-2015)



**Figura 3.4** – Produção de amêndoa em Portugal no período 2007e 2011-2015 INE (2007; 2011-2015)

## **3.2. Preferências climáticas e edáficas da amendoeira**

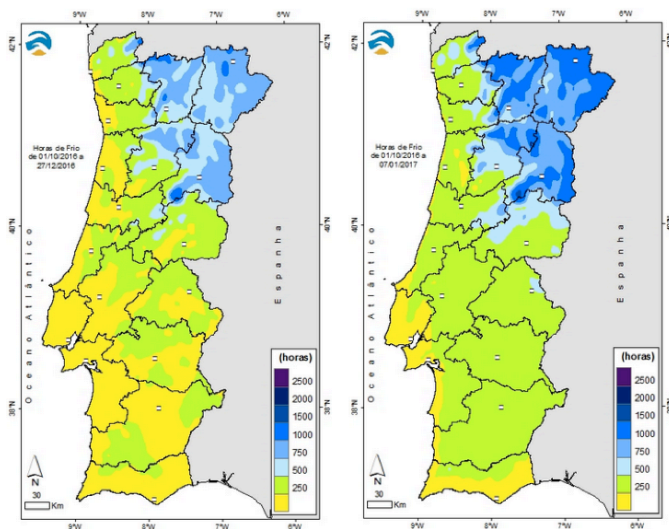
### **3.2.1. Clima**

A amendoeira adapta-se bem a uma enorme gama de situações climáticas. Pode crescer, ainda que com limitações, com temperaturas inferiores a 15 °C ou superiores a 35 °C mas a gama de temperaturas considerada ótima para a atividade fotossintética desta cultura situa-se entre os 25 e os 30 °C. Temperaturas superiores a 40 °C podem causar desidratação, necroses na madeira, queda de folhas e danos nos frutos (Arquero, 2013).

Na época invernal, durante o período de repouso vegetativo, pode suportar temperaturas da ordem dos -12 °C sem dano aparente na árvore (Feio, 1991). Em Portugal, as áreas por onde se distribui esta cultura estão sob clima mediterrânico, com verão quente e seco (regiões interiores do vale do Douro, e toda a região interior situada a sul do sistema montanhoso Montejunto-Estrela, exceto no litoral oeste do Alentejo e Algarve) ([IPMA, 2017a](#)). Em qualquer das regiões onde se encontra a amendoeira em Portugal as temperaturas são genericamente favoráveis à cultura, mas em todas elas há registos de temperaturas críticas, ou seja, abaixo de -2,5°C nos meses de ocorrência da floração, e com alguma frequência acima dos 40°C a partir de Junho ([IPMA, 2017a](#)).

As necessidades de frio desta cultura variam de 200 a 500 horas de temperaturas acumuladas abaixo dos 7,2 °C, facilmente atingidas em Portugal (Feio, 1991). O Instituto Português do Mar

e da Atmosfera disponibiliza informação atualizada diariamente sobre a quantidade acumulada de horas de frio para as fruteiras em Portugal, entre 30 de Outubro e 30 de Abril para o território de Portugal ([IPMA, 2017b](#)) (Figura 3.5).



**Figura 3.5** – Mapa de horas de frio acumuladas, disponibilizado diariamente pelo IPMA. Exemplo da situação a 10 de dezembro de 2016 (esquerda) e 10 de janeiro de 2017 (direita)

Embora se trate de uma cultura resistente ao frio no período de repouso vegetativo, a condição de florescer cedo torna-a sensível às geadas. No Algarve a floração tem início logo na primeira metade de janeiro e na região do Alto Douro floresce entre fevereiro e março, com algumas variações relacionadas com o período de chuvas no outono. De acordo com Verma (2014) as flores com pétalas expostas, mas ainda não abertas podem

suportar temperaturas de  $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante um curto período de tempo, mas depois de abertas morrem com temperaturas entre  $0,55$  e  $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O vingamento dos frutos é afetado por temperaturas de  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Feio, 1991). Assim, no momento de decisão relativa a instalação de novos pomares, optar por variedades de floração mais tardia para locais onde o risco de ocorrência de geadas é elevado poderá ser de considerar.

A cultura da amendoeira suporta situações de reduzida pluviosidade anual, sendo bastante resistente à seca. Pode produzir em sequeiro a partir de 300 mm de precipitação anual mas a produtividade aumenta progressivamente até valores acima dos 600 mm. A diferença na disponibilidade de água no solo é assim a principal responsável das diferenças de produtividade (cerca de 330 kg/ha na região norte onde a cultura se mantém em sequeiro, 600 kg/ha no Alentejo (INE, 2015), onde parece começar a haver algum regadio associado à cultura, e mais de 4000 kg/ha na Califórnia onde a cultura é feita inteiramente em regadio, tal como foi apresentado no quadro 3.1. Em Portugal a precipitação média anual nas regiões de produção desta cultura variam entre os 509 mm anuais no Algarve (estação meteorológica de Faro) e pouco mais de 780 mm na região centro, com os valores mais frequentes à volta dos 560 mm no Alentejo interior e na região interior do norte do país ([IPMA, 2017a](#)).

No entanto, a pluviosidade também pode ser uma causa importante de quebra na produtividade, se afetar a atividade das

abelhas durante o período de polinização. Feio (1991) refere estudos que mostram quebras de produção em cerca de 10% por cada 25 mm de precipitação que ocorra durante a época de plena floração, por afetar a movimentação das abelhas (Figura 3.6). O efeito da chuva na lavagem do pólen na floração e com ela a impossibilidade de ocorrer polinização parece ser um fenómeno de reduzido significado (Arquero, 2013). De notar que em Portugal a precipitação se concentra nos meses de Inverno, pelo que em todas as regiões do interior do país há registos de dias com precipitação acima dos 60 mm nos meses de janeiro, fevereiro e março (IPMA, [2017a](#)), o que, pontualmente, poderá ter consequências na produção.



**Figura 3.6** – Movimentação das abelhas nas flores (Foto de Hélder Quintas)

Também o vento, se ultrapassar a velocidade de 24 km/hora, afeta a atividade das abelhas e, por consequência, todo o processo de polinização. A brisa forte, com velocidade acima dos 29 km/hora na escala de Beaufort, contribui para o aumento da taxa de

transpiração da planta conduzindo a stresse hídrico. Acima dos 50 km/hora (vento forte) podem verificar-se quebra de ramos, queda de flores e frutos, com obvias perdas de produção. Quando os pomares são instalados em locais tradicionalmente ventosos é conveniente proceder à instalação de tutores que garantam a verticalidade da árvore nos primeiros anos (Arquero, 2013).

Um outro fator climático com influência no desenvolvimento da amendoeira é a humidade relativa do ar, na medida em que pode influenciar o desenvolvimento de doenças, situação favorecida por valores elevados deste parâmetro. A melhor forma de controlar o excesso de humidade do ar num pomar começa com o desenho da plantação, a densidade das árvores e a técnica de poda para ajustar a copa.

### **3.2.2. Solos**

A amendoeira está adaptada a solos pedregosos, pouco espessos, declivosos, de reduzida capacidade de retenção de água, sujeitos a processos de erosão ativa. Assim, a sua produção é possível em qualquer tipo de solo (Micke, 1996). Em Trás-os-Montes e Alto Douro, onde se encontra atualmente a maior área de amendoal do país (Mirandela, Alfândega Fé, Moncorvo, Vila Nova de Foz Côa) e de acordo com a Carta de Solos, Aptidão da Terra e Uso do Solo do Nordeste Transmontano (Agroconsultores e COBA, 1991), a amendoeira ocupa maioritariamente *Leptosolos*, uma classe de solos de reduzida espessura efetiva

(menos de 50 cm, limitado pela rocha mãe de natureza variada), com elevado teor de elementos grosseiros e conseqüente teor reduzido de terra fina (WRB, 2014). Este tipo de solos agrava as condições de fornecimento de água e nutrientes à cultura resultando em produções unitárias muito baixas. As novas plantações têm vindo a ocupar algumas antigas terras de cereal, um pouco menos declivosas e de maior profundidade.

Na zona centro (por exemplo na zona Figueira de Castelo Rodrigo), no Alentejo e no Algarve, para além de instalada também em leptossolos, a amendoeira encontra-se em alguns *Cambissolos*. Os cambissolos são um pouco mais evoluídos, com alguma diferenciação de camadas em profundidade, com diferenciação na estrutura, cor, argila e/ou teor em carbonatos, sendo potencialmente mais férteis. A amendoeira pode também ocupar *Luvissolos*, sendo estes caracterizados por apresentarem alguma acumulação de argila em profundidade devido a fenómenos de migração deste tipo de partículas (WRB, 2014).

Apesar de vegetar em situações edáficas pouco favoráveis, a amendoeira responde bem ao aumento da fertilidade do solo, sobretudo da profundidade, desde que mantida boa drenagem, por ser um elemento determinante na capacidade de armazenamento de água. Em condições em que o pomar possa ser regado a cultura responde com aumento significativo da produtividade (Micke e Kester, 1998). A análise às características e propriedades do solo onde irá ser instalado um novo pomar ditará as possíveis

intervenções a efetuar com o objetivo de minimizar aspetos menos favoráveis, e constitui condição de importância determinante no sucesso da cultura.

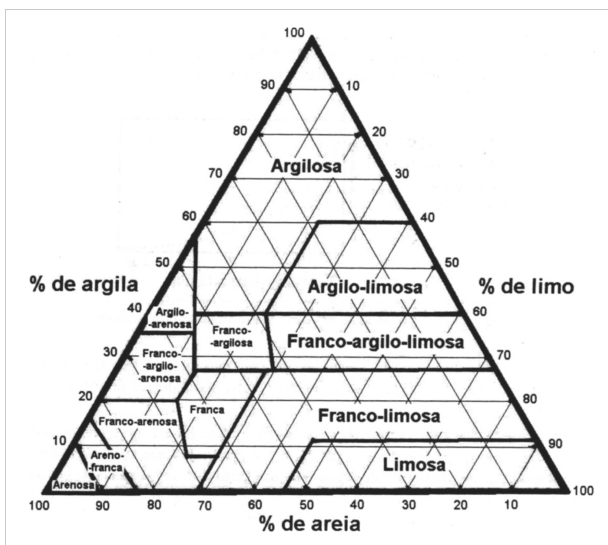
Diversas propriedades físicas e químicas do solo podem ter uma influência significativa no êxito do pomar. Algumas das mais importantes e brevemente abordadas neste documento são: textura, profundidade efetiva, matéria orgânica, porosidade, pH e capacidade de troca catiónica.

### **3.2.2.1. Textura**

Trata-se da propriedade do solo que mais influencia as restantes, nomeadamente a sua capacidade de retenção de água e nutrientes. A textura diz respeito à proporção de partículas do solo com diâmetro inferior a 2 mm (terra fina). As partículas com diâmetro situado entre 2 e 0,02mm denominam-se de *areia*, entre 0,02 e 0,002 mm têm a designação de *limo* e as de diâmetros inferior a 0,002 mm denominam-se de *argila*. A proporção de cada um destes tipos de partículas expressa em percentagem permite a atribuição de uma classe de textura (Figura 3.7).

As classes de textura mais favoráveis para o desenvolvimento radicular da amendoeira e para a infiltração de água em profundidade são as texturas ligeiras, com proporção relativamente elevada em areia como sejam por exemplo, as texturas francas ou franco-arenosas (Arquero, 2013) (Figura 3.7).

Solos arenosos são muito permeáveis, o que facilita o crescimento das raízes e a circulação de água e ar, como foi referido. No entanto a falta de partículas de pequena dimensão retira-lhes capacidade de retenção de água e de nutrientes o que faz destes solos pouco férteis.



**Figura 3.7** – Diagrama triangular das texturas (Adaptado de Costa, 2011). As texturas mais favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular da amendoeira são as do canto inferior esquerdo (franco-arenosas, francas)

Pode ainda encontrar-se amendoal em outros tipos de texturas que podem causar dificuldades ao desenvolvimento das raízes. Os solos encharcados e pesados (com elevada percentagem de argila) conduzem a fenómenos de asfixia radicular e aumentam os riscos de ataques de *Armillaria* e *Phytophthora* (Salazar e Melgarejo, 2002). Este tipo de solos possui, em geral, maior

capacidade para a retenção de água e nutrientes, mas devido ao pequeno diâmetro das partículas dominantes, o arejamento do solo bem como a circulação da água são processos difíceis. Este tipo de solos requer atenção especial no momento de preparação do terreno para instalação da cultura, uma vez que podem ser necessárias obras de drenagem. Já os que têm limo como elemento dominante também apresentam alguns problemas, nomeadamente a dificuldade na formação de agregados, criando-se frequentemente condições para a formação de crostas superficiais que acabam por favorecer os processos de erosão. A textura é uma característica intrínseca ao solo e não pode ser modificada pelo homem em culturas que ocupem grandes áreas. Trata-se de uma característica muito dependente do material originário do solo. Assim, e a título de exemplo, um solo formado a partir de material granítico será tendencialmente mais arenoso. Um solo derivado de xisto pode originar solos com teores mais elevados em limo e argila. A dominância de cada um destes três tipos de partículas minerais do solo depende também da topografia do terreno. Terrenos com maior declive favorecem a erosão, dificultando a evolução dos solos e a acumulação de argila (Osman, 2013).

### **3.2.2.2. Profundidade efetiva do solo**

Profundidade efetiva diz normalmente respeito à profundidade do solo explorada pelas raízes. É neste ambiente que elas têm acesso a água e nutrientes.

Em ambiente mediterrânico, a partir de julho e sem ocorrência de precipitação, a camada superficial apresenta um teor de humidade muito próximo do coeficiente de emurchecimento, ou seja, apresenta um teor de água utilizável pelas plantas praticamente nulo.

Estudos em castanheiro (Martins *et al.*, 2010) mostraram que a cerca de 75 cm de profundidade o teor de humidade mantém-se acima do coeficiente de emurchecimento, mesmo no fim da época estival, o que mostra a importância das camadas mais profundas no fornecimento de água às culturas arbóreas. Assim, nestas regiões espessura e permeabilidade do solo para um adequado enraizamento e infiltração de água e que permita a sua recarga hídrica nos meses de precipitação são fatores determinantes para a sobrevivência da cultura. As texturas francas dominam na região de Trás-os-Montes e Alto Douro, pelo que esta característica é genericamente favorável na maior parte da área ocupada por esta cultura em Portugal.

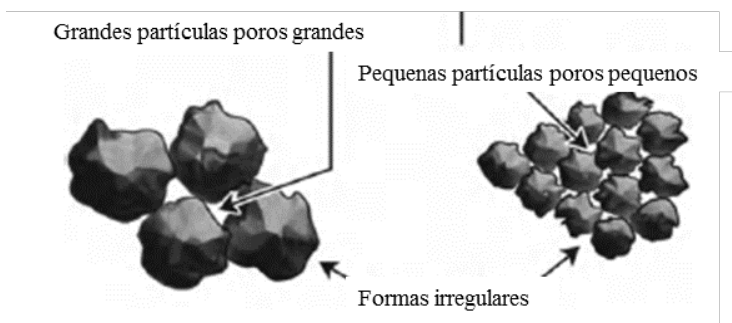
Contudo, há vários tipos de situações que podem limitar a espessura efetiva do solo e, por consequência, o volume explorado pelas raízes: na maior parte dos casos é a rocha mãe

que se encontra muito próxima da superfície (leptosolos); em outros casos pode ser uma camada de argila que se acumula em profundidade criando uma zona impermeável (luvisolos); crescem outros tipos de materiais acumulados como seja carbonatos, dando origem a horizontes cálcicos; ou podem formar-se calos de lavoura a alguma profundidade nos solos mais profundos, devido, por exemplo, à passagem de charruas de aivecas. Para minimizar estes problemas é conveniente efetuar a descompactação do solo antes da instalação do pomar, através de mobilizações profundas, tendo esta operação como consequência o aumento da espessura efetiva do solo que se espera ter efeitos positivos no desenvolvimento do sistema radicular da cultura (Martins *et al.*, 2010).

### **3.2.2.3. Porosidade**

Entre as partículas do solo existem poros por onde circula a água e o ar. Os poros podem ter diferentes dimensões, sendo que os maiores servem para drenar a água em excesso e os menores servem para reter água que será cedida gradualmente às plantas durante o ciclo vegetativo (Figura 3.8). Quando todos os poros estão cheios de água, por exemplo a seguir a um período longo de precipitação onde se vê água acumulada à superfície, diz-se que o solo está encharcado ou *saturado* e representa uma situação de ausência de oxigénio disponível no solo para as

raízes. Nestas circunstâncias as plantas podem sofrer de asfixia radicular. Em geral ficam amarelas e, no limite, podem morrer. Esta situação é pouco comum em ambiente mediterrânico. Quando todos os poros estão cheios de água, a que ocupa os poros de maior dimensão tende a deslocar-se por gravidade para as camadas mais profundas, contribuindo para a recarga hídrica dos solos e este processo recebe a designação de *drenagem*.



**Figura 3.8** – Porosidade do solo associada ao tipo de partículas dominantes (adaptado de Osman, 2013)

Quando toda a água dos poros maiores saiu diz-se que o solo se encontra à *capacidade de campo*, situação que corresponde à máxima disponibilidade de água no solo para as plantas. Quando a água desaparece do solo por absorção das plantas ou por evaporação, haverá uma quantidade que fica retida nas partículas do solo e que não pode ser utilizada pelas plantas que não têm força para a extrair. Nesse ponto de humidade do solo as plantas começam a mostrar sintomas de stresse hídrico e diz-se que o

solo se encontra no *coeficiente de emurchecimento*. As plantas adultas raramente correm risco de vida devido a desenvolverem raízes em camadas profundas onde é sempre possível encontrar alguma água. Por outro lado, a situação pode evitar-se se houver a possibilidade de instalar regadio.

#### **3.2.2.4. Matéria orgânica**

A matéria orgânica do solo é constituída por um conjunto de resíduos heterogêneos de origem animal e vegetal que se encontram no solo em diferentes estados de decomposição. Estes resíduos sofrem decomposição por ação microbiana e dão origem a compostos mais homogêneos e estáveis do ponto de vista químico e biológico que conferem propriedades especiais ao solo e se designam de *húmus* ou substâncias húmicas

O processo de formação do húmus ocorre em simultâneo com um outro fenómeno denominado de *mineralização*, a partir do qual se liberta parte do CO<sub>2</sub> do substrato orgânico para a atmosfera ficando os minerais de novo disponíveis no solo para serem absorvidos pelas plantas. O húmus, por ter sofrido decomposição e por ter uma composição homogênea, tem muitas cargas negativas por unidade de massa e por isso é muito importante para a retenção de iões nutrientes de carga positiva mas também para a retenção de água.

A matéria orgânica tem um impacto muito positivo em todas as propriedades do solo (físicas, químicas e biológicas). Nas propriedades físicas a sua influência é benéfica em solos com qualquer tipo de textura. Por exemplo, nos solos de textura mais grosseira (com elevada percentagem de areia), a matéria orgânica aumenta a sua capacidade de retenção de água, bem como a capacidade de retenção de nutrientes. Nos solos de textura mais pesada (com percentagem elevada em argila, muito adesivos e plásticos) a matéria orgânica diminui a intensidade com que estas propriedades se manifestam, tornando as partículas mais soltas e melhorando as condições para o desenvolvimento radicular. No que respeita às características biológicas, a matéria orgânica serve de substrato para todo o tipo de organismos do solo que se empenham na sua transformação (macro e microrganismos), contribuindo para todo o ciclo de nutrientes no solo. Em ambiente mediterrânico, com a atual forma de gestão da superfície do solo, que inclui várias mobilizações anuais, não há condições que favoreçam a acumulação de matéria orgânica. Assim, no interior de país, em texturas francas a franco-arenosas, onde habitualmente se cultiva a amendoeira, os teores de matéria orgânica no solo são frequentemente inferiores a 1%, valor classificado de *muito baixo* (Quadro 3.2).

**Quadro 3.2** – Classificação dos teores de matéria orgânica do solo (LQARS, 2006)

Classificação	Matéria orgânica no solo %	
	Solos de textura grosseira	Solos de textura média a fina
Muito Baixa	≤ 0,5	≤ 1,0
Baixa	0,6 – 1,5	1,1 – 2,0
Média	1,6 – 3,0	2,1 – 4,0
Alta	3,1 – 4,5	4,1 – 6,0
Muito Alta	> 4,5	> 6,0

### 3.2.2.5. Capacidade de troca catiônica

Representa a capacidade de um solo para "segurar" ou "reter" nutrientes com carga elétrica positiva (catiões), numa unidade de massa da terra fina, evitando que se percam por fenômenos de lixiviação pela água da chuva ou pela água de rega. Os íons de carga positiva ficam então retidos temporariamente na superfície dos coloides minerais e orgânicos do solo (partículas de dimensões inferiores a 0,002 mm) que, em climas temperados, têm maioritariamente carga negativa. Estes catiões podem depois ser trocados com outros no processo de nutrição da planta. As unidades desta propriedade são centimoles de cargas positivas por quilograma de solo ( $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ ). A interpretação dos valores analíticos encontra-se no Quadro 3.3.

**Quadro 3.3** – Classificação dos valores de capacidade de troca catiónica (CTC) dos solos e das bases de troca do solo (LQARS, 2006)

Classificação	Bases de troca (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> )				CTC (Cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> )
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
Muito Baixa	≤ 2,0	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 5,0
Baixa	2,1 – 5,0	0,6 – 1,0	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25	5,1 – 10,0
Média	5,1 – 10,0	1,1 – 2,5	0,26 – 0,50	0,26 – 0,50	10,1 – 20,0
Alta	10,1 – 20,0	2,6 – 5,0	0,51 – 1,0	0,51 – 1,0	20,1 – 40,0
Muito Alta	> 20,0	> 20,0	> 1,0	> 1,0	> 40,0

### 3.2.2.6. Reação do solo

A reação do solo denomina-se de *pH*. O pH significa “poder de hidrogénio” e define-se como o logaritmo negativo da atividade do ião H<sup>+</sup> que representa a concentração do ião hidrogénio numa solução muito diluída. A concentração de iões H<sup>+</sup> é expressa em moles por litro. Se um solo tiver 10<sup>-5</sup> moles de iões H<sup>+</sup> então

$$pH = -\log 10^{-5} \text{ ou } pH = 5 \log 10 \text{ ou } pH = 5 \times 1 \text{ e } pH = 5.$$

Como a escala é logarítmica, a variação de pH do solo em 1 unidade reflete, na realidade, uma variação de ordem 10, ou seja, um solo de pH 5 é 10 vezes mais ácido que um solo com pH 6 (Osman, 2013). A escala de pH varia entre 0 a 14, mas o pH de um solo agrícola normalmente encontra-se entre os valores 4 e 10 (Osman, 2013). Os solos podem ser classificados em várias categorias em função do seu valor de pH, como se pode ver no quadro 3.4.

**Quadro 3.4** – Classificação do pH(H<sub>2</sub>O) do solo (LQARS, 2006)

pH (H <sub>2</sub> O)	Designação	
≤ 4,5	Muito Ácido	
4,6 – 5,5	Ácido	Ácido
5,6 – 6,5	Pouco ácido	
6,6 – 7,5	Neutro	Neutro
7,6 – 8,5	Pouco Alcalino	
8,6 – 9,5	Alcalino	Alcalino
> 9,5	Muito Alcalino	

O pH dos solos é função de uma série de fatores de natureza climática, edáfica e/ou biótica. Assim, e desde logo, a *natureza da rocha mãe* pode ditar o tipo de reação do solo. Solos com origem em material granítico têm frequentemente uma textura grosseira, dominada pela areia, o que facilita a perda de iões de carácter básico, como cálcio e magnésio, por ação da perda de água por gravidade que arrasta consigo este tipo de elementos. A *exportação* das culturas, isto é, a quantidade de nutrientes que sai do solo nas colheitas também pode contribuir para a acidificação dos solos (Havlin *et al.*, 2014).

Também a *aplicação de fertilizantes* pode conduzir à acidificação dos solos, sobretudo se forem adubos com azoto na forma amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). A transformação desta forma em ião nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) resulta na libertação dos iões H<sup>+</sup> que acidificam o solo. No processo de mineralização da matéria orgânica os microrganismos intervenientes no processo libertam CO<sub>2</sub> que reage com a água e produz-se hidrogenocarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), com libertação de iões hidrogénio (Havlin *et al.*, 2014).

A alcalinidade do solo está relacionada sobretudo com a natureza do material originário que pode ser rico em carbonatos (Osman, 2013). O efeito pode ser acentuado pela falta de precipitação e por temperaturas elevadas que favorecem o movimento ascendente de água com sais dissolvidos e que acabam por se depositar à superfície do solo.

A maioria dos solos do continente português é de natureza ácida, sobretudo os solos formados a partir de rochas de carácter ácido (por exemplo granitos e xistos). Encontram-se nesta situação os solos dos amendoais da região de Trás-os-Montes e Alto Douro. Em regiões onde os solos são formados a partir de rochas calcárias ou a partir de rochas básicas, com pluviosidade baixa, os solos têm tendência a ser neutros ou alcalinos (LQARS, 2006). Encontram-se nesta situação alguns solos com amendoais no Algarve e no Alentejo.

A disponibilidade dos nutrientes no solo é controlada pelo seu valor de pH. Nos solos ácidos aumenta a solubilidade de iões como o ferro, alumínio, manganês, cobre e zinco e é provável o aparecimento de sintomas de toxicidade. Por outro lado, diminui a disponibilidade de outros como cálcio, magnésio, fósforo e molibdénio, sendo necessária uma intervenção no sentido de reduzir a excessiva disponibilidade dos micronutrientes e aumentar a disponibilidade dos macronutrientes (Osman, 2013). Esta intervenção passa pela aplicação de calcários (ver capítulo 6). Para valores de pH mais elevados, acima de 7,0, aumenta a

solubilidade de cálcio, magnésio e molibdênio enquanto diminui a disponibilidade de ferro, alumínio, manganês, cobre e zinco. A correção do pH de solos calcários é uma operação mais difícil de concretizar porque não é fácil mudar o clima ou a natureza do material originário dos solos.

Em forma de conclusão, e considerando os vários ambientes ecológicos associados à cultura, pode dizer-se que o pH considerado ótimo para a amendoeira se situa entre 5,5 e 8,5 (Arquero, 2013). Em solos de pH inferior a 5,5 a instalação da cultura sem uma prévia correção deverá ser questionada no sentido de minimizar situações de excesso ou deficiência de alguns nutrientes. O solo é um sistema complexo de material sólido, mineral e orgânico, acompanhado de um espaço poroso por onde circula água e ar. Trata-se de um sistema dinâmico, sob influência da ação dos agentes atmosféricos e do homem através de práticas culturais. A presença dos elementos minerais no solo disponíveis para as plantas depende, em grande medida, das alterações que nele ocorrem.

### 3.3. Referências Bibliográficas

Agroconsultores e Coba. 1991. Carta de Solos, Carta de Uso Actual da Terra e Carta da Aptidão da terra do Nordeste de Portugal. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Agroconsultores e Coba.

Arquero, O. (2013). Exigências medioambientales., in: Arquero, O. (Ed.), *Manual del Cultivo del Almendro*. Sevilla, España, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

COS. (2007). *Carta de Uso e Ocupação do Solo 2007* (COS 2007). Direção Geral do Território. Disponível no portal iGEO.

Costa, J.B. (2011). *Caracterização e constituição do solo*. 8ª edição. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

FAOSTAT (2017). *Crops*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (consultado em fevereiro de 2017).

Feio, M. (1991). *Clima e Agricultura. Exigências climáticas das principais culturas e potencialidades agrícolas do nosso clima*. Lisboa, Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação.

Grasselly C. (1976). *Origin et évolution de l'amandier cultivé. L'amandier*. Paris.

Havlin, J.; Tisdale, S.L.; Nelson, W.L. e Beaton, J.D. (2014). *Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutriente management*. Pearson, Inc.

INE. (2007). *Estatísticas Agrícolas 2007*. Edição de 2008. Instituto Nacional de Estatística, I.P. ([www.ine.pt](http://www.ine.pt))

INE. (2011). *Estatísticas Agrícolas 2011*. Edição de 2012. Instituto Nacional de Estatística, I.P. ([www.ine.pt](http://www.ine.pt))

INE. (2012). *Estatísticas Agrícolas 2012*. Edição de 2013. Instituto Nacional de Estatística, I.P. ([www.ine.pt](http://www.ine.pt))

INE. (2013). *Estatísticas Agrícolas 2013*. Edição de 2014. Instituto Nacional de Estatística, I.P. ([www.ine.pt](http://www.ine.pt))

INE. (2014). *Estatísticas Agrícolas 2014*. Edição de 2015. Instituto Nacional de Estatística, I.P. ([www.ine.pt](http://www.ine.pt))

INE. (2015). *Estatísticas Agrícolas 2015*. Edição de 2016. Instituto Nacional de Estatística, I.P. ([www.ine.pt](http://www.ine.pt))

IPMA (2017) a) - <https://www.ipma.pt> (<https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima>) (Consultado em 10 de dezembro de 2016).

IPMA (2017)b) - <https://www.ipma.pt>. <https://www.ipma.pt/pt/agrometeorologia/fruta> (Consultado em 10 de Janeiro de 2017)

Ladizinsky, G. (1999). On the Origin of Almond. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 46: 143. doi:10.1023/A:1008690409554 ([SpringerLink](https://doi.org/10.1023/A:1008690409554))

LQARS. (2006). *Manual de Fertilização das Culturas. Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva*. INIAP.

Martins, A.; Raimundo, F.; Borges, O.; Linhares, I.; Sousa, V.; Coutinho, J. P.; Gomes-Laranjo, J. e Madeira, M. (2010). Effects of soil management practices and irrigation on plant water relations and productivity of chestnut stands under Mediterranean conditions. *Plant Soil*, 327:57–70.

Neves, M. A. R.. (2015). *Relatório sectorial da amêndoa*. Cordão verde. Um Cordão Verde para os Territórios Rurais -Manutenção da Biodiversidade associado às Actividades Económicas. Acção 2.2. Análise da Fileira de Produtos Estratégicos. UAIG. FCT. LOCO:

Micke, W.C. (1996). *Almond production manual*. California, UCANR Publications.

Micke, W.C. e Kester, D.E. (1998). Almond growing in California. *Acta Hort.* 470, 21-28, DOI: 10.17660/ActaHortic.1998.470.1, <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.470.1>

Osman, K. T. (2013). *Soils. Principles, Properties and Management*. London, Springer,

Salazar, D.M. e Melgarejo, P., 2002. *El cultivo del almendro*. Madrid, AMV Ediciones.

Verma, M. K. (2014). *Training manual on teaching of post-graduate courses in horticulture (Fruit Science)*, Edition: 1st, Chapter: Almond Production Technology, Publisher: Post Graduate School, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi-110012, Editors: SK Singh, AD Munshi, KV Prasad, AK Sureja, pp.274-280

WRB. (2014). *World Reference Base for soil resources*. FAO. World soil resources reports. 106.