



Amendoeira: Estado da Transformação

FRUTOS SECOS: DA PRODUÇÃO À COMERCIALIZAÇÃO



EDITOR CNCFS

Elsa C. D. Ramalhosa

Coordenador Científico

MANUAL TÉCNICO

AMENDOEIRA: ESTADO DA TRANSFORMAÇÃO

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 Transformação

Coordenador Científico: Elsa C. D. Ramalhosa

Capa: CNCFS

Tiragem:

Impressão:

ISBN: 978-989-99857-8-0

AUTORES

Elsa C. D. RAMALHOSA

CIMO – Centro de Investigação de Montanha

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,
Campus de St^a Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

Agostinho MAGALHÃES

CIMO – Centro de Investigação de Montanha

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,
Campus de St^a Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

José Alberto PEREIRA

CIMO – Centro de Investigação de Montanha

Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança,
Campus de St^a Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

Índice

Resumo	1
1. Introdução	2
2. Composição química da amêndoa e seu efeito na saúde	2
2.1. Perfil Lipídico	8
2.2 Aminoácidos	19
2.3. Minerais.....	21
2.4 Compostos fenólicos e atividade antioxidante	23
2.5. Carotenóides	24
2.6. Alergia associada ao consumo da amêndoa	28
3. Condições de armazenamento do fruto	29
4. Consumo da amêndoa	31
4.1. Em fresco	32
4.2. Após transformação	33
5. Outras utilizações	36
5.1. Produtos de pastelaria e óleos.....	38
5.2. “Leite de amêndoa”	41
6. Valorização da produção	46
6.1. Cascas verdes (<i>Hulls</i>)	46
6.2. Casca exterior e películas interiores.....	47
6.3. Goma de amêndoa	53
7. Conclusões	53
8. Referências Bibliográficas	55

Índice de Quadros

Quadro 1 - Composição nutricional da amêndoa (por 100 g de parte edível).....	4
Quadro 2 - Composição centesimal e valor energético de amêndoas de diferentes cultivares (valores expressos por 100g de peso fresco), indicando-se o país em que os frutos foram produzidos.....	7
Quadro 3 - Composição em ácidos gordos maioritários de amêndoas de diferentes cultivares (g/100 g de óleo) com indicação do País onde os frutos foram produzidos.....	10
Quadro 4 - Composição de triacilgliceróis (%) de amêndoa de diferentes cultivares com indicação do País onde os frutos foram produzidos.....	18
Quadro 5 - Composição em fitoesteróis na amêndoa, sem pele (valores expressos em 100 g de parte edível).....	19
Quadro 6 - Composição em tocoferóis e tocotrienóis de cultivares de amêndoa (resultados expressos em mg/100g de peso fresco) com indicação do País onde os frutos foram produzidos.....	19
Quadro 7 - Composição de aminoácidos da amêndoa (g/100 g de peso fresco).....	21
Quadro 8 - Composição mineral de cultivares de amêndoa produzidas em Itália (mg/100 g de peso seco) (Piscopo <i>et al.</i> , 2010).....	22
Quadro 9 - Teor de polifenóis, fenóis totais, flavonóides, taninos e atividade antioxidante avaliada pelo método FRAP, de amostras de diferentes cultivares de amêndoa com indicação do País onde os frutos foram produzidos.....	25
Quadro 10 - Conteúdo dos principais compostos fenólicos determinados em diferentes cultivares de amêndoa (mg/100 g amêndoa) com indicação do país onde os frutos foram produzidos.....	27
Quadro 11 - Composição química do “leite de amêndoa” e leite de vaca (Fonte: Gallier <i>et al.</i> , 2012).....	43
Quadro 12 - Composição de ácidos gordos (%) do “leite de amêndoa” e leite de vaca (Fonte: Gallier <i>et al.</i> , 2012).....	44
Quadro 13 - Perfil de esteróis do leite de amêndoa e leite de vaca (Fonte: Gallier <i>et al.</i> , 2012).....	44

Quadro 14 - Perfil de fosfolípidos (% mol) do “leite de amêndoa” e do leite de vaca (Fonte: Gallier <i>et al.</i> , 2012).	45
Quadro 15 - Compostos fenólicos extraídos da película interior da amêndoa.....	52

Índice de Figuras

Figura 1 - Amêndoa: (A) Com casca; (B) Miolo de amêndoa natural; e (C) A ser calibrada.	33
Figura 2 - Amêndoa: (A) Miolo de amêndoa natural; (B) Farinha de amêndoa com pele; (C) Granulada com pele; (D) Sem pele interior, (E) Granulada sem pele; (F) Palitada; (G) Laminada; (H) Farinha de amêndoa sem pele.	35
Figura 3 - Amêndoa: (A) Frita; (B) Torrada com sal; e (C) Torrada com açúcar.	36
Figura 4 - Exemplos de alguns produtos elaborados com amêndoa: (A) Tarte de <i>Nougat</i> de amêndoa, (B) Chocolate com amêndoas, e (C) <i>Turrón</i> de amêndoas Espanhol.....	37
Figura 5 - “Amêndoa coberta de Moncorvo” (A), “Doce de abóbora com amêndoa” (B) e enchido tradicional de sangue “chouriça de sangue doce” (C).....	38
Figura 6 - Óleo de amêndoas doces.	39
Figura 7 - Exemplos de “leites de amêndoa” encontrados no mercado.....	42

Resumo

Nesta revisão pretende-se abordar: a composição química da amêndoa; os efeitos da ingestão deste fruto na saúde humana; e indicar as condições de armazenamento mais aplicadas a este fruto seco e de que forma influem na composição química do fruto. Adicionalmente são discutidas as formas mais usuais de consumo da amêndoa, designadamente, em fresco e após transformação, como por exemplo, despelada, granulada, palitada, laminada e em pó. Também é referida a utilização da amêndoa em produtos de pastelaria, na extração de óleos e na produção de “leite de amêndoa”, como alternativa aos leites de origem animal. Na última secção, aborda-se a questão da valorização da produção deste fruto seco através do desenvolvimento de novas aplicações para os subprodutos da amêndoa, tais como, a casca verde, casca exterior e película interior, as quais até ao momento têm tido utilizações menos nobres. No entanto, estes subprodutos são importantes fontes de compostos bioativos e podem vir a ser utilizados como adsorventes de compostos tóxicos; para obtenção de carvão ativado; como meios de cultivo para culturas sem solo; e para a produção de xilo-oligossacáridos, compostos utilizados pelas indústrias alimentar e farmacêutica.

Palavras chave: *Prunus dulcis*, Composição Química, Armazenamento, Conservação, Consumo, Valorização, Subprodutos.

1. Introdução

Desde a antiguidade a amêndoa (*Prunus dulcis*) tem sido consumida mundialmente, resultado do seu delicioso sabor, textura e valor nutricional. Em Portugal, a produção deste fruto seco tem um papel económico e cultural muito importante em determinadas regiões do nosso país, designadamente em Trás-os-Montes e Algarve. A beleza das amendoeiras em flor, bem como os doces e licores elaborados a partir deste fruto seco, são inigualáveis e inesquecíveis, sendo um *ex-libris* a explorar pelas nossas gentes.

A amêndoa é um fruto seco muito versátil, com inúmeras aplicações. Nas próximas secções são discutidas, em mais pormenor, a composição química da amêndoa e o seu papel na saúde humana. Posteriormente, abordam-se as condições de armazenamento mais comumente aplicadas a este fruto seco e são discutidas as formas mais usuais de consumo da amêndoa. Na última secção ainda se discute a valorização dos subprodutos da amêndoa, designadamente, a casca verde, casca exterior e película interior.

2. Composição química da amêndoa e seu efeito na saúde

Em termos gerais, a amêndoa é um alimento rico em energia essencialmente devido ao seu elevado conteúdo em óleo. A sua composição nutricional pode variar de acordo com a forma como é

preparada ou confeccionada, como por exemplo, se é consumida de forma natural ou se lhe são adicionados outros ingredientes.

No Quadro 1 está indicada a composição nutricional da amêndoa. A gordura, com valores a rondar os 50%, é o principal componente, seguido pela proteína e hidratos de carbono. Já os teores de cinzas e água são geralmente inferiores a 5%. Este último componente é de especial relevância uma vez que um baixo teor de água é importante para manter a qualidade e tempo de prateleira dos frutos secos, e uma diminuição da probabilidade de ocorrência de crescimento microbiano, fermentações indesejáveis, germinação prematura e outras alterações bioquímicas indesejáveis (Venkatachalam & Sathe, 2006).

À semelhança de outros frutos secos apresentam um elevado valor calórico (aprox. 600 kcal/100 g de parte edível), especialmente devido ao teor elevado de gordura. Contudo, importa referir que a gordura predominante presente nas amêndoas é do tipo insaturada (mono e polinsaturada).

A amêndoa também constitui uma excelente fonte de α -tocoferol (vitamina E), manganês, magnésio, cobre, fósforo, fibra e riboflavina (Chen *et al.*, 2006). Embora o seu alto teor em gordura, a ingestão de 4 g/dia deste fruto seco não acarreta ganho de peso e reduz em 1% a concentração das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas que estão associadas ao transporte do colesterol no corpo humano (Chen *et al.*, 2006). Jenkins *et al.* (2008) também verificaram que a ingestão de 73 ± 3 g de amêndoa/dia reduzia as

concentrações no soro de malondialdeído (MDA) e dos níveis de isoprostano na urina, ambos marcadores da ocorrência de peroxidação lipídica.

Quadro 1 - Composição nutricional da amêndoa (por 100 g de parte edível).

Componente	Amêndoa, miolo, sem pele	Amêndoa, miolo	Amêndoa DOP ¹ , miolo, com pele	Amêndoa, miolo, torrada
Lípidos (g)	52,52	56,0	50	56,8
Ácidos gordos saturados (g)	3,953	4,7	--	4,7
Ácidos gordos monoinsaturados (g)	33,415	34,5	--	35,1
Ácidos gordos polinsaturados (g)	12,368	14,3	--	14,5
Hidratos de Carbono (g)	18,67	7,2	20	7,1
Mono + dissacáridos (g)	--	4,6	--	5,0
Amido (g)	1,0	2,6	--	2,1
Fibra dietética (g)	9,9	12,0	--	12,2
Proteína (g)	21,40	21,6	23	21,6
Água (g)	4,51	4,9	5	3,0
Energia kJ	2468	2591	--	2690
Energia, kcal	590	619	618	626
Vitaminas				
Vitamina D (µg)	0	0	--	0
α-Tocoferol (mg)	23,75	24	--	25
Tiamina (mg)	0,191	0,21	--	0,13
Riboflavina (mg)	0,711	0,75	--	0,57
Equiv. ² de niacina (mg)	--	5,7	--	5,6
Niacina (mg)	3,50	2,2	--	2,1
Vitamina B6 (mg)	0,115	0,15	--	0,09
Vitamina B12 (µg)	0	0	--	0
Vitamina C (mg)	0	1,0	--	0
β-Caroteno (µg)	4	--	--	--
Folatos (µg)	49	49	--	37
Minerais				
Cinza (g)	2,91	3,00	3,1	3,00
Sódio (Na) (mg)	19	6	--	6
Potássio (K) (mg)	659	855	--	865
Cálcio (Ca) (mg)	236	266	--	266
Fósforo (P) (mg)	481	405	--	412
Magnésio (Mg) (mg)	268	259	--	259
Ferro (Fe) (mg)	3,28	4,0	--	4,1
Zinco (Zn) (mg)	2,97	3,1	--	3,2
Manganês (mg)	1,835	--	--	--
Cobre (Cu) (mg)	1,027	--	--	--
Selénio (µg)	3,2	--	--	--
Referência	USDA, 2016	INSA, 2006	Barreira <i>et al.</i> , 2012	INSA, 2006

¹A DOP inclui as seguintes cultivares: Casa Nova, Duro Italiano, Pegarinhos (uma ou duas sementes) e Refego. ²Equivalentes.

No entanto, os valores de ingestão indicados no estudo não refletem a quantidade normal que é ingerida diariamente deste fruto seco.

Além disso, as amêndoas têm um baixo índice glicêmico (Chen *et al.*, 2006). Kamil e Chen (2012) ao efetuarem uma revisão da literatura relativa aos efeitos na saúde do consumo de amêndoas verificaram que além da redução no colesterol, as amêndoas são um alimento interessante para pacientes com diabetes mellitus do tipo 2. Além disso, segundo Mandalari *et al.* (2008), a amêndoa finamente triturada (sem película) apresenta um índice prebiótico superior aos fruto-oligosacarídeos, aumentando as populações de bifidobactérias e *Eubacterium rectale* a 24 horas de incubação. Refira-se que um prebiótico é definido como sendo um *ingrediente nutricional não digerível que afeta benéficamente o hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e atividade de uma ou mais bactérias benéficas do cólon, melhorando dessa forma a saúde do seu hospedeiro* (Gibson *et al.*, 2004).

Segundo o estudo efetuado por Jaceldo-Siegl *et al.* (2004), a ingestão diária de 52 gramas de amêndoa durante 6 meses por sujeitos saudáveis fez com que as quantidades ingeridas de ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), ácidos gordos polinsaturados (PUFA), fibra, proteína vegetal, α -tocoferol, cobre e magnésio aumentassem significativamente em 42, 24, 12, 19, 66, 15 e 23%, respetivamente, enquanto as quantidades ingeridas de ácidos gordos *trans*, proteína animal, sódio, colesterol e açúcares diminuíssem significativamente em 14, 9, 21, 17 e 13%, respetivamente, indo de encontro às recomendações estabelecidas para prevenir problemas cardiovasculares e outras doenças crónicas. Além disso, uma porção de 28 gramas de amêndoa é uma

excelente fonte (i.e. fornece mais de 20% do valor diário recomendado) de vitamina E (36,4%) e de manganês (36,0%), sendo também uma boa fonte (i.e. fornece entre 10 a 20% do valor diário recomendado) de magnésio (19,5%), cobre (16,0%), fósforo (13,4%), fibra (13,2%, com uma razão de fibra insolúvel/fibra solúvel de 4:1), riboflavina (13,5%), e de proteína (12,1%) (Chen *et al.*, 2006). As amêndoas têm também apresentado uma ação anti-inflamatória, uma vez que o seu consumo ou de outros frutos secos tem estado associado a uma redução de biomarcadores, tais como a proteína C-reativa, interleucina-6 e fibrinogénio, associados a situações inflamatórias e a situações de doenças cardio-vasculares e diabetes (Chen *et al.*, 2006). Também foi demonstrado por Barreira *et al.* (2008) que extratos metanólicos de amêndoa têm um efeito protetivo na hemólise dos eritrócitos. No quadro 2 é apresentada a composição centesimal e valor energético de diversas cultivares de amêndoa, onde se pode constatar a existência de diferenças entre elas. De facto, existem cultivares que apresentam teores de gordura de aproximadamente 40 a 50 g/100 g de peso fresco, como por exemplo a cultivar Nonpareil, ao contrário da cultivar Italiana Supernova, a qual apresenta um teor de gordura próximo dos 60 g/100 g de peso fresco. Pelo contrário, esta cultivar apresenta o mais baixo teor de proteína.

Quadro 2 - Composição centesimal e valor energético de amêndoas de diferentes cultivares (valores expressos por 100g de peso fresco), indicando-se o país em que os frutos foram produzidos.

Cultivar	Água	Gordura	Proteína	Hidratos de carbono	Açúcares solúveis totais	NDF	ADF	Celulose	Cinzas	Taninos	Energia (kcal)	Ref.
Carmel (EUA) ^a	3,05±0,01	47,5±0,36	20,6±0,24	25,0±0,72 ^c	5,35±0,00	--	--	--	3,74±0,11		--	Ahrens <i>et al.</i> , 2005
Desmayo Largueta (Espanha)	5,1±0,05	49,5±1,8										García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Ferraduel (Portugal)	4±1	52±3	22±4	20±2 ^c		3±1	0,5±0,2	0,4±0,2	2,9±0,2		633±11	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Ferragnes (Portugal)	4±1	50±7	21±2	21±6 ^c		2,8±0,4	0,4±0,1	0,4±0,1	2,8±0,3		622±43	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Ferrastar (Portugal)	4±1	51±2	23±4	18±3 ^c		3±1	0,4±0,1	0,4±0,1	2,9±0,2		626±17	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Gloriette (Portugal)	4,5±0,5	49±4	23±1	20±4 ^c		3,2±0,2	0,4±0,2	0,4±0,2	3,2±0,2		615±21	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Marcona (Portugal)	4±1	55±2	24±2	14±2 ^c		2,6±0,5	0,4±0,2	0,4±0,2	2,8±0,1		647±13	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Marcona (Espanha)	4,5±0,1	52,3±2,5										García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Mission (USA) ^a	4,33±1,14	44,1±0,55	23,3±0,38	23,6±0,84 ^c	6,23±0,10	--	--	--	4,56±0,12		--	Ahrens <i>et al.</i> , 2005
Nonpareil (USA) ^a	4,01±0,07	43,3±0,62	21,0±0,19	27,0±0,62 ^c	7,45±0,36	--	--	--	4,53±0,02		--	Ahrens <i>et al.</i> , 2005
Nonpareil (USA)	4,3±0,04	47,2±1,5										García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Nonpareil (USA)	9,51±0,08	43,36±0,62	19,48±0,51		2,11±0,11				2,48±0,05			Venkatachalam & Sathe, 2006
Planeta (Espanha)	5,3±0,20	48,9±2,3										García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Supernova (Itália)	4,31	61,7	16,7									Senesi <i>et al.</i> , 1996

^aOs resultados são apresentados como média ± SEM. ^bOs resultados são apresentados como média ± DP. ^cOs hidratos de carbono foram determinados por diferença.

2.1. Perfil Lipídico

O teor de gordura da amêndoa pode depender da altura da colheita, tal como referido por Piscopo *et al.* (2010). Estes autores verificaram que os frutos de uma colheita tardia apresentaram um teor em gordura em relação ao peso seco maior face aos colhidos mais cedo, resultado da produção de óleo e da perda de água que se pode observar durante o tempo que o fruto permanece na árvore.

Em relação aos ácidos gordos presentes na amêndoa, os ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) são os maioritários, correspondendo a cerca de 67% (Chen *et al.*, 2006). Em relação ao perfil lipídico (Quadro 3), a gordura da amêndoa é principalmente constituída pelos ácidos gordos oleico (C18:1), linoleico (C18:2), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). No Quadro 3 encontram-se compilados valores encontrados na literatura para diferentes cultivares de amêndoa plantadas em vários países, podendo-se constatar diferenças entre elas.

Mesmo que existam diferenças entre as cultivares, a proveniência das mesmas é um fator importante. Kodad *et al.* (2010) ao analisarem o perfil lipídico de amêndoas colhidas em Espanha e em Marrocos, verificaram que as provenientes de Espanha apresentaram um teor de gordura e uma percentagem de ácido oleico superiores face às colhidas em Marrocos, provavelmente resultado das temperaturas mais baixas e do mais

favorável status em relação à água observado em Espanha. Assim, é muito importante otimizar a gestão do amendoal de forma a melhorar a qualidade dos frutos obtidos (Kodad *et al.*, 2010). Alguns autores encontraram uma correlação negativa entre o ácido linoleico e o ácido oleico (Abdallah *et al.*, 1998; Kodad & Socias i Company, 2006; Askin *et al.*, 2007; Kodad *et al.*, 2011) e entre a espessura da casca e os teores de ácido palmítico e ácido esteárico (Askin *et al.*, 2007). Pelo contrário, correlações positivas foram determinadas entre os teores de ácido oleico, ácido esteárico e ácido palmítico com o peso do fruto (Askin *et al.*, 2007), e entre a espessura da casca e o teor em ácido oleico (Askin *et al.*, 2007). De facto, a amêndoa pode ter casca dura e semi-dura (Askin *et al.*, 2007), sendo a primeira a preferida nos países do Mediterrâneo (Askin *et al.*, 2007). Relativamente à correlação negativa encontrada entre o ácido linoleico e o ácido oleico, esta pode ser devida à ação de uma enzima (desaturase), responsável pela conversão do ácido oleico a ácido linoleico (Abdallah *et al.*, 1998).

O conhecimento do teor de gordura e do perfil lipídico pode ser importante em programas de melhoramento, pois cultivares com elevado teor de gordura e baixo teor de ácido linoleico (apresentando assim menor possibilidade de rancificação) são mais estáveis e têm um tempo de prateleira superior.

Quadro 3 - Composição em ácidos gordos maioritários de amêndoas de diferentes cultivares (g/100 g de óleo) com indicação do País onde os frutos foram produzidos.

	Gordura (%, p.s)	C10:0	C12:0	C14:0	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	SFA	MUFA	PUFA	Ref.
Achaak (Espanha)	58,47					7,50±0,27	0,368±0,011			1,70±0,15	73,1±5,8	19,5±1,7			9	73	20	García-López <i>et al.</i> , 1996
Achaak (Tunísia)		0,038	0,017	0,034	0,009			0,034	0,055				0,008	0,024				Carratalá <i>et al.</i> , 1998
Al (França)	58,5- 61,51					5,99-6,2	0,39-0,42			1,71-1,95	70,38-71,78	19,60-20,57			8	72	20	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Aldrich (USA)	48-52					5,5-6,2	0,3			1,4	68,9-71,0	21,8-23,1			7	70	22	Abdallah <i>et al.</i> , 1998
Ardechoise (França)	62,65- 63,1					6,17-6,28	0,44-0,47			1,99-2,08	68,48-71,41	18,52-22,07			8	70	20	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Atocha (Espanha)	56,62					7,33±0,15	0,503±0,010			1,87±1,8	72,6±1,8	18,8±0,5			9	73	19	García-López <i>et al.</i> , 1996
Atocha (Espanha)		0,048	0,017	0,024	0,006			0,024	0,041				0,005	0,025				Carratalá <i>et al.</i> , 1998
Atocha (Espanha)	52,44- 53,14					5,99-6,31	0,42-0,43			1,36-1,74	74,56-76,16	15,06-15,39			8	76	30	Kodad <i>et al.</i> , 2010
Atocha (Marrocos)	53,46- 55,05					6,85-7,03	0,44-0,48			1,84-2,04	65,95-70,78	17,37-23,93			9	69	21	Kodad <i>et al.</i> , 2010
Atocha (Espanha)	53,5- 55,99					6,41-6,70	0,40-0,44			1,76-1,90	73,19-75,44	15,60-18,29			8	75	17	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Bartre (França)	54,5-59,5					5,95-6,03	0,33-0,35			2,24-2,57	70,07-70,66	20,11-20,66			8	71	20	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Belle d'Aurons (França)	59,1-63,7					5,46-6,1	0,36-0,46			2,25-2,36	67,88-72,13	18,27-22,72			8	70	20	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Bonifacio (Itália)	58,34- 62,3					5,7-6,14	0,44-0,46			1,53-1,94	71,67-78,04	13,67-18,36			8	75	16	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Burite (USA)	48-53					6,2-6,6	0,4-0,5			1,6-1,8	63,9-64,7	26,9-27,0			8	65	27	Abdallah <i>et al.</i> , 1998
Carmel (USA)	41-49					6,0-6,4	0,4-0,5			1,3-1,4	62,4-66,6	25,5-29,5			8	65	28	Abdallah <i>et al.</i> , 1998
Carreirinha (Portugal)	63,14- 64,18					5,71-6,05	0,52-0,60			2,41-2,70	70,69-72,14	17,55-19,64			8	72	19	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Castilla (Espanha)	53,61- 57,26					5,86-5,97	0,43-0,49			1,55-1,70	70,97-76,03	15,27-20,31			8	74	18	Kodad <i>et al.</i> , 2010
Castilla (Marrocos)	50,74- 51,70					6,13-6,29	0,54-0,61			1,65-2,09	72,67-72,86	15,88-17,61			8	73	17	Kodad <i>et al.</i> , 2010
Cavaliere (Itália)	53,35- 59,1					6,74-7,09	0,42-0,49			1,98-2,05	64,31-64,60	25,33-25,51			9	65	25	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Chellaston (Espanha)	57,90					6,21±0,42	0,347±0,022			2,39±0,24	57,5±5,4	21,3±2,0			9	58	21	García-López <i>et al.</i> , 1996
Chellaston (Austrália)		0,051	0,020	0,037	0,008			0,039	0,050				0,006	0,026				Carratalá <i>et al.</i> , 1998
Colorada (Espanha)	59,22- 62,12					5,33-5,49	0,33-0,40			1,48-2,12	70,71-75,51	16,02-19,16			7	73	18	Kodad <i>et al.</i> , 2010
Colorada (Marrocos)	54,14- 55,74					6,19-6,41	0,37-0,55			1,78-2,09	67,46-69,70	20,89-20,94			8	69	21	Kodad <i>et al.</i> , 2010
Cosa Nova (Portugal)	57,88- 59,34					5,45-5,69	0,46-0,51			2,09-2,39	73,30-74,89	16,01-18,18			8	75	17	Kodad <i>et al.</i> , 2011
Criстар (França)	62,44-66					5,24-5,66	0,46			2,03-2,34	70,61-77,61	13,52-20,29			8	75	17	Kodad <i>et al.</i> , 2011

Cristomorto (Espanha)	58,82				5,47±0,28	0,524±0,030			1,71±0,11	70,4±4,1	15,1±0,8	7	71	15	García-López et al., 1996		
Cristomorto (Itália)		0,016	0,007	0,034	0,010		0,042	0,098				0,024	0,063		Carratalá et al., 1998		
Cristomorto (Itália)	61,53-67,3				5,23-5,51	0,52-0,57			2,09-2,17	73,35-73,87	17,66-18,15	8	74	18	Kodad et al., 2010		
Del Cid (Espanha)	56,60				7,08±0,20	0,452±0,011			2,24±0,10	69,0±2,7	18,5±0,7	9	69	18	García-López et al., 1996		
Del Cid (Espanha)		0,071	0,043	0,050	0,010			0,044	0,084			0,006	0,044		Carratalá et al., 1998		
Del Cid (Espanha)	54,39-55,96				5,82-6,12	0,34-0,45			2,01-2,16	74,36-74,53	14,45-16,51	8	75	15	Kodad et al., 2010		
Del Cid (Marrocos)	57,79-61,29				6,15-6,43	0,44-0,53			2,02-2,08	48,93-69,71	20,16-20,77	8	60	20	Kodad et al., 2010		
Del Cid (Espanha)	56,16-56,8				6,27-6,29	0,37-0,45			2,07-2,3	74,47-75,36	14,95-16,06	8	75	16	Kodad et al., 2010		
Desmayo Largueta (Espanha)	59,02				7,68±0,14	0,477±0,008			1,69±0,05	68,9±0,7	23,5±0,4	9	69	23	García-López et al., 1996		
Desmayo Largueta (Espanha)		0,074	0,040	0,048	0,010		0,035	0,067				0,011	0,028		Carratalá et al., 1998		
Desmayo Largueta (Espanha)	52,63-61,32				6,90-7,35	0,51-0,52			1,59-1,71	65,82-67,24	22,27-22,41	9	67	22	Kodad et al., 2010		
Desmayo Largueta (Marrocos)	55,69-55,78				6,45-6,94	0,43-0,48			1,96-2,07	63,39-66,65	23,35-23,49	9	65	23	Kodad et al., 2010		
Desmayo Largueta (Espanha)	62,48-64,85				6,96-7,05	0,53-0,56			1,87-2,49	66,64-68,19	21,43-23,44	9	68	22	Kodad et al., 2010		
Desmayo Rojo (Espanha)	60,00-60,79				6,20-6,29	0,22-0,45			1,68-2,20	67,13-73,97	17,10-20,76	8	71	19	Kodad et al., 2010		
Desmayo Rojo (Marrocos)	46,39-51,78				6,68-6,76	0,50-0,55			1,78-1,83	64,30-72,27	18,07-20,79	8	69	19	Kodad et al., 2010		
Desmayo Rojo (Espanha)	57,04-58,66				6,46-6,50	0,29-0,47			1,69-2,37	68,07-71,20	19,58-21,26	8	70	20	Kodad et al., 2010		
Drake (USA)	60,38-66,1				6,33-6,42	0,45-0,58			1,58-1,66	64,86-70,5	20,43-26,13	8	68	23	Kodad et al., 2010		
Emilito (Argentina)	63,50-69,4				6,27-6,5	0,38-0,39			1,47-1,52	67,01-69,57	21,81-23,97	8	69	23	Kodad et al., 2010		
Exinograd (Grécia)	57,47-58,7				5,42-6,8	0,43-0,55			1,87-2,03	65,90-69,50	22,13-24,14	8	68	23	Kodad et al., 2010		
Falsa Barese (Itália)	33,59-40,85				5,53-8,47	0,51-0,67	0,05-0,06	0,13-0,16	1,33-1,42	69,65-76,79	14,85-18,88	0,02-0,03	0,04-0,06	8	74	17	Piscopo et al., 2010
Ferraduel (Espanha)	58,35-61,24				5,24-5,32	0,45-0,55			1,63-2,08	74,53-77,72	14,20-16,06	7	77	15	Kodad et al., 2010		
Ferraduel (Marrocos)	55,37-61,24				5,24-6,39	0,43-0,63			1,99-2,08	72,34-73,53	15,56-17,94	8	73	17	Kodad et al., 2010		
Ferraduel (Portugal)	54				6,5±0,5	0,5±0,1	0,11±0,01		2,0±0,3	71±3	20±2		0,11±0,03	9	72	20	Barreira et al., 2012
Ferragnès (Espanha)	61,70				5,89±0,08	0,425±0,005			1,90±0,12	71,2±4,0	14,7±0,7	8	72	15	García-López et al., 1996		
Ferragnès (França)		0,019	0,007	0,028	0,008		0,043	0,080				0,017	0,045		Carratalá et al., 1998		
Ferragnès (Espanha)	61,49-63,17				5,28-5,65	0,40-0,44			2,03-2,05	73,79-77,48	13,79-15,91	8	76	15	Kodad et al., 2010		
Ferragnès (Marrocos)	56,35-61,92				6,26-6,28	0,44-0,51			2,01-2,21	73,23-74,40	15,55-15,97	8	74	16	Kodad et al., 2010		
Ferragnès (Itália)	40,98-41,19				5,79-6,84	0,33-0,39	0,05-0,10	0,11	1,35-1,45	70,29-78,89	12,59-20,01	0,04-0,05	0,08-0,12	8	75	16	Piscopo et al., 2010

Ferragnès (França)	62,9-63,17	5,54-5,60	0,42-0,43				2,01-2,45	74,33-77,80	13,69-14,88		8	76	14	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Ferragnès (Portugal)	52	7±1	0,5±0,1		0,10±0,01		2,3±0,3	68±6	22±5	0,12±0,02	9	69	22	Barreira <i>et al.</i> , 2012	
Ferraille (França)	59,5-64,2	5,5-5,71	0,42-0,54				1,61-1,84	76,57-77,40	14,20-14,66		7	77	14	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Ferrastar (Portugal)	53	6,6±0,4	0,38±0,03		0,11±0,01		2,3±0,3	68±4	22±4	0,11±0,01	9	69	22	Barreira <i>et al.</i> , 2012	
Filippo Ceo (Itália)	66,58-67,01	5,02-5,28	0,34-0,37				3,15-3,66	72,35-73,85	16,71-17,83		9	73	17	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Fiori (Itália)	65,38-65,47	6,21-6,31	0,50-0,57				2,49-2,57	68,70-71,60	18,61-21,27		9	71	20	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Fourcouronne (França)	54,27-59,3	5,16-5,3	0,31				2,14-2,71	72,13-76,62	15,14-18,86		8	75	17	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Fournat de Brézinaud (Espanha)	58,52-62,13	6,42-6,68	0,55				2,04-2,32	68,06-70,99	18,93-19,32		9	70	19	Kodad <i>et al.</i> , 2010	
Fournat de Brézinaud (Marrocos)	57,33-57,54	6,36-6,84	0,51-0,64				1,74-2,48	68,78-70,58	19,00-20,45		9	70	20	Kodad <i>et al.</i> , 2010	
Fournat de Brézinaud (França)	64,25-65,2	5,73-6,6	0,50-0,51				1,73-1,84	69,79-71,29	19,12-19,62		8	71	19	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Fragiulo (Itália)	61,04-61,27	5,69-5,76	0,43-0,45				1,59-1,93	69,71-72,09	19,62-21,54		7	71	21	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Fritz (USA)	38-49	5,8-6,5	0,4-0,5				1,3	68,0-70,6	21,8-23,7		7	70	23	Abdallah <i>et al.</i> , 1996	
Gama (Portugal)	55,86-64,5	5,93-6,97	0,46-0,57				2,52-2,68	66,56-72,15	22,63-22,95		9	70	23	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Garbi (Espanha)	57,18-61,2	5,44-5,71	0,38				2,44-2,51	72,10-76,25	14,68-18,37		8	75	16	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Garrigues (Espanha)	59,18-60,58	6,09-6,3	0,43-0,45				1,59-2,22	69,70-69,71	20,69-21,37		8	70	21	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Genco (Espanha)	60,02	4,43±0,32	0,405±0,024				1,62±0,20	63,7±7,0	8,0±1,2		6	64	8	García-López <i>et al.</i> , 1996	
Genco (Itália)		0,058	0,24	0,027	0,007		0,023	0,041		0,005	0,016			Carnalis <i>et al.</i> , 1998	
Genco (Itália)	46,49-58,35	6,47-7,28	0,50-0,79	0,05-0,06	0,12		1,30-1,49	66,38-74,15	15,65-24,10	0,03-0,05	0,05-0,10	8	71	20	Piscopo <i>et al.</i> , 2010
Glorieta (Itália)	31,51-41,91	6,42-6,81	0,42-0,66	0,05	0,12-0,71		1,31-1,35	69,80-74,80	15,48-20,11	0,04-0,06	0,09-0,10	8	73	18	Piscopo <i>et al.</i> , 2010
Gloriette (Portugal)	51	6,0±0,1	0,46±0,01		0,11±0,01		1,5±0,1	74±2	17,6±0,3	0,09±0,01	8	75	18	Barreira <i>et al.</i> , 2012	
I.L.L. (USA)	59,17-65,4	6,01-6,3	0,50-0,55				1,82-2,11	66,66-71,08	19,87-23,67		8	69	22	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Kata (India)	63,07-66,66	6,18-7,09	0,49-0,63				2,11-2,13	64,57-70,99	19,76-24,87		11	68	22	Kodad <i>et al.</i> , 2011	
Khoukhi (Espanha)	65,11-65,50	5,23-5,29	0,61-0,67				2,02-2,11	73,66-78,26	12,96-16,44		7	77	15	Kodad <i>et al.</i> , 2010	
Khoukhi (Marrocos)	52,42-56,43	5,55-6,98	0,49-0,58				1,57-1,87	63,55-64,47	23,03-26,28		8	64	25	Kodad <i>et al.</i> , 2010	
Lauranne (Espanha)	57,78-61,38	5,84-6,14	0,44-0,50				1,69-1,80	67,74-75,40	15,87-21,04		8	72	18	Kodad <i>et al.</i> , 2010	
Lauranne (Marrocos)	52,25-53,57	6,29-6,37	0,63				1,78-1,99	72,32-73,06	16,08-17,94		8	73	17	Kodad <i>et al.</i> , 2010	
Lauranne (Itália)	33,21-45,78	6,45-7,24	0,47-0,52	0,04-0,06	0,11-0,12		1,11-1,22	68,90-74,26	16,74-21,21	0,05-0,07	0,09-0,12	8	72	19	Piscopo <i>et al.</i> , 2010
LeGrand (USA)	48-51	5,8-6,1	0,4				1,5-2,0	71,9-76,0	16,3-19,5		8	74	18	Abdallah <i>et al.</i> , 1998	
LeGrand (Espanha)	60,53-61,81	5,71-6,13	0,53-0,61				2,08-2,13	70,51-73,42	17,46-18,68		8	72	18	Kodad <i>et al.</i> , 2010	

LeGrand (Marrocos)	52,99-53,13				6,28-6,59	0,52-0,65		1,55-1,91	68,22-74,47	15,90-19,09		8	72	17	Kodad <i>et al.</i> , 2010		
LeGrand (USA)	57,99-61				6,07-6,19	0,60-0,61		2,02-2,23	71,12-73,47	17,41-19,51		8	73	18	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Malagueña (Espanha)	54,89				7,60±0,22	0,420±0,010		2,58±0,16	60,7±2,9	23,6±1,0		10	61	24	García-López <i>et al.</i> , 1996		
Malagueña (Espanha)		0,017	0,007	0,036	0,012			0,092	0,067			0,017	0,052		Carratà <i>et al.</i> , 1998		
Marcona (Espanha)	58,10				8,12±0,06	0,583±0,005		2,64±0,03	61,5±0,6	24,6±0,2		11	62	25	García-López <i>et al.</i> , 1996		
Marcona (Espanha)		0,068	0,043	0,58	0,012			0,45	0,069			0,010	0,039		Carratà <i>et al.</i> , 1998		
Marcona (Espanha)	60,44-64,18				6,11-6,16	0,53-0,54		1,97-2,13	70,78-74,42	16,42-18,36		8	73	17	Kodad <i>et al.</i> , 2010		
Marcona (Marrocos)	53,46-54,63				6,44-6,49	0,62-0,63		1,60-2,07	70,96-71,87	17,56-18,70		8	72	18	Kodad <i>et al.</i> , 2010		
Marcona (Espanha)	60,94-65,3				5,98-6,08	0,51-0,55		1,96-2,29	71,94-74,64	16,44-18,60		8	74	18	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Marcona (Portugal)	57				6,8±0,2	0,59±0,05		2,0±0,2	69±2	22±2		9	69	22	Barreira <i>et al.</i> , 2012		
Marcona Argentina (Argentina)	65,16-65,7				5,07-5,6	0,39-0,45		1,72-1,93	69,98-75,84	16,39-21,50		7	73	19	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Miss Sovera (Itália)	40,32-51,57				5,15-5,94	0,41-0,59	0,06	0,11-0,12	1,13-1,24	73,09-81,07	11,01-16,54	0,04-0,05	0,08-0,09	7	78	15	Piscopo <i>et al.</i> , 2010
Mission (USA)	47-52				5,3-5,6	0,3			1,8-2,0	70,4-71,9	20,6-21,7			7	71	21	Abdallah <i>et al.</i> , 1998
Mollar (Espanha)	54,36-60,5				5,1-5,31	0,35-0,36		2,04-2,09	72,56-75,78	15,99-18,62		7	74	17	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Mollar Arbeca (Espanha)	62,66-63,49				5,57-5,7	0,59-0,60		1,75-2,2	70,51-74,55	16,60-20,30		8	73	18	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Molise (Itália)	62,41-66,4				5,39-5,41	0,53-0,54		1,68-1,69	75,56-78,9	12,91-16,15		7	78	14	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Mono (USA)	58,75-60,2				5,55-5,75	0,36-0,48		1,73-1,80	73,57-76,71	14,24-17,95		7	76	16	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Monterey (USA)	36-48				6,3-6,7	0,4-0,5		1,4-2,2	67,5-68,2	22,5-24,2		8	68	23	Abdallah <i>et al.</i> , 1998		
Ne Plus Ultra (USA)	46-50				6,1-6,3	0,3-0,5		1,3-1,9	65,5-70,7	21,4-26,0		8	68	24	Abdallah <i>et al.</i> , 1998		
Nec Plus Ultra (USA)	58,5-61				6,5-6,59	0,40-0,43		2,21-2,33	60,06-65,66	24,63-28,62		9	63	27	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Nikitskij (Ucrânia)	57,54-60,82				5,6-6,13	0,27-0,38		2,32-2,53	70,76-71,46	19,70-19,79		8	71	20	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Nonpareil (Espanha)	53,10				6,79±0,10	0,438±0,006		2,03±0,03	71,8±1,1	20,9±0,3		9	72	21	García-López <i>et al.</i> , 1996		
Nonpareil (USA)	39-48				6,4-6,8	0,5		1,2-1,6	66,8-68,1	23,0-25,0		8	68	24	Abdallah <i>et al.</i> , 1998		
Nonpareil (USA)		0,072	0,043	0,055	0,011			0,048	0,060			0,017	0,065		Carratà <i>et al.</i> , 1998		
Nonpareil (USA)	47,9	0,00	0,00	0,06	0,00	7,36±0,02	0,66±0,00	0,05±0,00	1,86±0,01	60,93±0,03	29,21±0,00	0,10±0,00	0,06±0,00	9	62	29	Venkatachalam & Sathe, 2006
Nonpareil (USA)	62,7-64,49				6,31-6,56	0,51-0,55		1,41-1,52	65,31-69,63	21,34-25,20		8	68	23	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Olla (Itália)	55,5-57,51				6,05-6,15	0,39-0,44		1,58-1,81	73,47-77,65	13,83-17,49		8	76	16	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Padre (USA)	51-52				5,3-6,1	0,3		1,6-2,3	64,8-70,9	21,8-26,5		8	68	24	Abdallah <i>et al.</i> , 1998		
Pagrati (Grécia)	53,33-54,48				6,56-6,69	0,43-0,49		2,62-2,79	63,38-64,62	25,02-26,29		9	64	26	Kodad <i>et al.</i> , 2011		
Peerless (USA)	39-44				5,8-6,5	0,4-0,5		1,3-1,4	64,6-65,8	25,8-27,7		8	66	27	Abdallah <i>et al.</i> , 1998		

Peerless (USA)	61,5- 61,96				6,44-6,51	0,38-0,44			1,54-1,74	64,38-66,22	24,57-26,55		8	66	26	Kodad et al., 2011	
Pepparuda (Itália)	58,58- 50,72				4,97-6,42	0,32-0,38	0,08-0,13	0,10-0,12	2,03-2,20	67,11-75,53	15,80-22,38	0,04-0,05	0,09-0,19	8	72	19	Piscopo et al., 2010
Peraíja (Espanha)	56,34				7,03±0,46	0,423±0,029			2,70±0,27	62,4±6,1	21,9±2,0			10	63	22	García-López et al., 1996
Peraíja (Espanha)		0,016	0,007	0,039	0,010				0,056	0,085		0,016	0,077				Carratalá et al., 1998
Phyllis (Grécia)	61,55- 63,19				5,71-6,2	0,47-0,51			1,88-2,02	70,81-73,31	17,56-20,50			8	72	19	Kodad et al., 2011
Picantilli (Espanha)	53,16- 53,26				6,69-7,02	0,40-0,44			2,07-2,48	61,42-63,78	26,00-27,06			9	63	26	Kodad et al., 2010
Picantilli (Marrocos)	52,26- 53,54				6,49-6,93	0,61-0,70			1,74-1,78	65,49-69,67	20,78-24,02			8	68	22	Kodad et al., 2010
Poinu d'Aureille (França)	60,2- 63,52				6,24-6,27	0,51-0,60			1,62-1,93	71,32-75,42	15,34-19,04			8	74	17	Kodad et al., 2011
Price (USA)	38				5,0-6,3	0,4			1,5	65,6-72,8	20,3-26,3			7	70	23	Abdallah et al., 1999
Primorskij (Ucrânia)	61,06- 63,96				5,97-6,8	0,41-0,45			1,70-2,05	64,48-71,55	19,76-24,31			8	68	22	Kodad et al., 2011
Primorskij (Espanha)	58,62				6,24±0,37	0,344±0,008			1,34±0,05	74,8±3,7	20,1±1,6			8	75	20	García-López et al., 1996
Primorskij (Região do Cáucaso)		0,038	0,016	0,030	0,009				0,032	0,058		0,009	0,024				Carratalá et al., 1998
Princesse (França)	53,2-59,5				6,17-6,18	0,44-0,48			2,53-2,61	64,50-66,11	24,22-25,20			9	66	25	Kodad et al., 2011
Provvista (Itália)	59,48- 60,32				5,39-5,5	0,46-0,50			1,80-1,82	74,22-77,13	14,62-17,08			7	76	16	Kodad et al., 2011
Rachele (Itália)	57,79- 59,4				5,12-5,8	0,42-0,45			1,64-2,11	73,55-77,1	15,24-18,23			7	76	17	Kodad et al., 2011
Rameira (Portugal)	57,48- 61,5				5,51-6,7	0,37			1,73-1,77	64,42-71,60	20,11-26,32			8	68	23	Kodad et al., 2011
Ramillete (Espanha)	60,60				8,09±0,17	0,604±0,011			1,49±0,05	74,2±2,5	18,5±0,6			10	75	18	García-López et al., 1996
Ramillete (Espanha)		0,072	0,042	0,047	0,009				0,039	0,077		0,010	0,039				Carratalá et al., 1998
Ramillete (Espanha)	61,34- 63,61				6,19-6,36	0,42-0,5			1,58-1,77	75,90-75,66	15,20-15,53			8	76	15	Kodad et al., 2011
Rana (Itália)	62,57- 62,53				5,69-6,3	0,38-0,49			1,82-1,92	64,69-71,08	19,44-26,43			8	68	23	Kodad et al., 2011
Raposa (Portugal)	62,85- 63,5				5,67-6,1	0,43-0,44			1,83-1,91	69,40-74,25	13,77-20,29			8	72	17	Kodad et al., 2011
Retsou (Espanha)	61,43- 61,76				5,41-6,34	0,39-0,43			2,00-2,09	66,44-67,84	22,63-23,24			8	66	23	Kodad et al., 2010
Retsou (Marrocos)	53,19- 55,51				6,93-7,43	0,38-0,58			2,18-2,38	62,39-62,79	25,27-26,40			9	63	26	Kodad et al., 2010
Rosetta (USA)	42				5,4-6,6	0,4			1,3-1,6	67,0-73,4	19,2-24,7			7	71	22	Abdallah et al., 1998
Sauret #2 (USA)	39-43				5,8-6,5	0,5			1,2-1,5	69,8-70,2	21,5-22,3			8	70	22	Abdallah et al., 1998
Síria-1 (Síria)	57,95- 61,9				5,90-6,3	0,37-0,44			1,58-1,86	70,96-72,69	18,77-20,14			8	72	19	Kodad et al., 2011
Síria-3 (Síria)	50,8- 51,98				5,39-5,5	0,27-0,34			1,87-2,03	69,64-73,75	17,87-22,28			7	72	20	Kodad et al., 2011
Sonora (USA)	41-44				5,8-7,3	0,4-0,5			1,6	61,7-69,3	22,9-28,9			8	66	26	Abdallah et al., 1998
Sovietskij (Ucrânia)	59,29- 60,02				5,61-5,73	0,43-0,45			1,56-1,66	75,32-77,56	14,35-16,25			7	77	15	Kodad et al., 2011
Spilo (Índia)	63,58- 63,67				6,15-6,41	0,39-0,44			2,24-2,4	62,39-63,60	25,72-27,97			9	63	27	Kodad et al., 2011

Stelliete (Itália)	40,64-47,38					6,55-6,97	0,32-0,51	0,07-0,10	0,11	1,42-1,51	69,00-76,59	13,95-21,17	0,02-0,04	0,08-0,09	8	73	18	Piscope <i>et al.</i> , 2010
Stelliete (França)	61,81-63,7					6,03-6,12	0,52			2,36-2,54	72,46-75,98	14,62-17,54			8	75	16	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Supernova (Itália)	64,5					6,62	0,42			1,88	76,44	14,33			9	77	14	Senesi <i>et al.</i> , 1996
Supernova (Itália)	31,15-52,13					6,96-7,02	0,37-0,39	0,06-0,07	0,10-0,13	1,58-2,02	69,78-74,12	15,79-19,54	0,03-0,05	0,11-0,14	9	72	18	Piscope <i>et al.</i> , 2010
Supernova (Itália)	58,92-63,72					5,64-5,99	0,43-0,46			1,99-2,5	73,83-77,39	14,08-16,77			8	76	15	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Symmetriki (Grécia)	55,52-61,1					6,40-6,42	0,48-0,50			2,82-3,01	64,61-68,53	21,98-24,48			9	67	23	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Talengy (Índia)	61,74-65,6					5,47-6,1	0,31-0,33			2,65-2,96	65,78-70,19	20,53-24,32			8	68	22	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Tardive de la Verdère (França)	52,6-56,9					4,52-5,24	0,41-0,51			2,51-2,58	75,77-77,52	13,47-15,65			7	77	14	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Tardy Nonpareil (USA)	56,2-58,52					5,54-6,08	0,49-0,55			1,46-1,87	69,36-71,21	20,42-22,07			7	71	21	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Texas (Espanha)	55,60					5,92±0,14	0,362±0,008			2,60±0,18	56,4±3,6	28,8±1,7			8	57	29	García-López <i>et al.</i> , 1996
Texas (USA)		0,040	0,019	0,043	0,011				0,050	0,071			0,018	0,042				Carralá <i>et al.</i> , 1998
Texas (USA)	62,3-63,82					5,37-5,44	0,31-0,39			2,22-2,23	70,70-72,85	18,85-20,86			5	72	20	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Thompson (USA)	41-44					5,6-6,0	0,3-0,4			1,6-2,0	71,5-72,6	19,1-20,8			8	72	20	Abdalah <i>et al.</i> , 1998
Thompson (USA)	60,02-60,1					6,01-6,8	0,41-0,51			1,62-2,22	69,26-72,84	17,69-21,43			8	72	20	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Tioga (USA)	59-64,03					5,75-5,85	0,38-0,42			2,29-2,30	68,25-70,97	20,04-22,66			8	70	21	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Titan (Espanha)	56,10					5,20±0,10	0,319±0,006			1,13±0,03	58,8±2,1	16,8±1,0			6	59	17	García-López <i>et al.</i> , 1999
Titan (USA)		0,065	0,032	0,057	0,012				0,046	0,084			0,014	0,043				Carralá <i>et al.</i> , 1998
Tokyo (USA)	60-61,38					5,62-6,2	0,45-0,49			1,77-2,51	71,61-75,87	14,54-18,10			8	74	16	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Tournefort (França)	56,1-62,6					6,12-6,24	0,50-0,51			1,92-2,4	70,91-71,06	19,32-19,55			8	71	19	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Trianelia (Itália)	44,43-46,59					5,34-6,90	0,33-0,44	0,05-0,06	0,01-0,11	1,10-1,30	66,50-74,99	16,77-24,00	0,03-0,05	0,08-0,10	7	71	20	Piscope <i>et al.</i> , 2010
Truquito (Grécia)	58,6-62					6,11-6,19	0,43-0,51			1,86-2,79	69,08-73,07	18,00-20,87			8	72	19	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Tsotoliou (Grécia)	56,79-61,4					5,82-5,93	0,46-0,52			1,81-2,17	73,20-76,73	14,54-17,67			8	75	16	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Tuono (Itália)	34,99-47,19					6,50-8,32	0,40-0,44	0,06-0,08	0,09-0,12	1,67-1,79	67,47-74,96	15,09-21,00	0,04-0,05	0,10-0,12	9	72	18	Piscope <i>et al.</i> , 2010
Tuono (Espanha)	54,80					5,19±0,02	0,275±0,002			1,97±0,05	59,5±1,0	12,5±0,2			7	60	12	García-López <i>et al.</i> , 1996
Tuono (Itália)		0,050	0,020	0,029	0,008				0,031	0,042			0,007	0,034				Carralá <i>et al.</i> , 1998
Tuono (Itália)	58,02-59,13					5,76-6,38	0,42-0,45			1,89-2,53	71,50-76,24	14,80-18,47			8	74	17	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Verdeal (Portugal)	57,48-59,19					6,11-6,39	0,38-0,41			2,43-3,38	65,01-70,31	19,81-24,15			9	68	22	Kodas <i>et al.</i> , 2010
Verdeira (Espanha)	65,31-67,48					6,24-6,4	0,51-0,59			1,91-2,41	65,19-71,52	18,61-24,39			8	69	22	Kodas <i>et al.</i> , 2011
Vivot (Espanha)	56,40-63,89					6,30-6,73	0,50-0,55			2,10-2,46	63,10-64,14	25,42-26,30			9	64	26	Kodas <i>et al.</i> , 2010
Vivot (Marrocos)	58,00-60,54					6,28-6,86	0,60-0,64			1,79-1,91	69,71-70,35	19,26-20,19			8	71	20	Kodas <i>et al.</i> , 2010

Wawona (Espanha)	55,87				5,14±0,16	0,358±0,011			1,12±0,03	64,0±1,3	15,2±0,3	6	64	15	García-López et al., 1996		
Wawona (USA)		0,058	0,026	0,040	0,010			0,034	0,063			0,009	0,028		Carralá et al., 1998		
Wood Colony (USA)	44-46				5,6-6,2	0,4			1,1-1,3	70,5-72,0	20,1-22,4	7	72	21	Abdallah et al., 1998		
Yallinskij (Espanha)	57,72-64,50				5,73-6,88	0,36-0,56			2,27-2,46	67,25-69,28	19,90-21,04	9	69	20	Kodad et al., 2010		
Yallinskij (Marrocos)	51,19-54,25				5,35-6,83	0,33-0,62			2,36-2,68	67,21-69,51	19,79-22,11	9	69	21	Kodad et al., 2010		
Yosemite (USA)	55,35-61,2				5,28-5,43	0,40-0,42			2,16-2,34	76,28-78,41	12,91-15,16	8	78	14	Kodad et al., 2011		
Amostras relativas a misturas de cultivares:																	
DOP (Portugal) ¹					6,9±0,5	0,5±0,1		0,11±0,01	2,3±0,4	65±5	25±4		0,11±0,03	9	66	25	Barreira et al., 2012

¹A DOP inclui as seguintes cultivares: Casa Nova, Duro Italiano, Pegarinhos (uma ou duas sementes) e Refego. Tr: Vestígios (concentração inferior a 0,01 em relação ao total dos ácidos gordos); SFA – somatório dos ácidos gordos saturados; MUFA – somatório dos ácidos gordos monoinsaturados; PUFA – somatório dos ácidos gordos polinsaturados.

Relativamente à composição em triacilgliceróis (Quadro 4), os predominantes na amêndoa são o OOO, OLO e OLL ou OOP, representando os dois primeiros mais de 60% dos triacilgliceróis totais (Martín-Carratalá *et al.*, 1999).

A amêndoa também apresenta fitoesteróis (Quadro 5), designadamente β -sitosterol, campesterol e stigmasterol.

Relativamente à composição de tocoferóis e tocotrienóis na amêndoa (Quadro 6), o α -tocoferol é o principal componente (Kodad *et al.*, 2006), seguido do γ -tocoferol. Pelo contrário o δ -tocoferol é o vitâmero minoritário. Devido ao facto das amêndoas serem uma excelente fonte de α -tocoferol (com maior atividade biológica), faz com que a sua ingestão aumente a resistência do LDL à oxidação (Chen *et al.*, 2006).

Cultivares com elevados teores de tocoferóis são mais adequadas para armazenamentos durante longos períodos de tempo, bem como para fins industriais (Senesi *et al.*, 1996). Kodad *et al.* (2006) verificaram que o ano de colheita pode afetar a quantidade de tocoferóis presentes, sugerindo que maiores temperaturas podem favorecer a sua produção.

Quadro 4 - Composição de triacilgliceróis (%) de amêndoa de diferentes cultivares com indicação do País onde os frutos foram produzidos.

Cultivar	País	LLL	OLL	LLP	OLO	LOP	PLP	OOO	OOP	POP	SOO	Ref.
Achaak	Espanha	1,96±0,02	11,34±0,09	1,73±0,02	25,68±0,16	9,54±0,09	0,44±0,01	34,27±0,17	12,61±0,14	--	2,43±0,05	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Atocha	Espanha	1,53±0,02	7,97±0,08	1,44±0,01	18,81±0,05	6,52±0,05	0,40±0,01	48,43±0,10	12,09±0,03	--	2,79±0,01	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Chellaston	Espanha	2,24±0,03	12,68±0,08	2,08±0,02	26,25±0,16	10,69±0,05	0,49±0,01	30,29±0,21	12,28±0,07	--	2,99±0,05	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Cristomorto	Espanha	0,96±0,03	6,33±0,03	0,98±0,01	16,40±0,16	5,12±0,07	0,36±0,01	54,65±0,15	11,59±0,13	--	3,60±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Del Cid	Espanha	2,12±0,01	12,29±0,05	2,00±0,01	25,37±0,12	9,58±0,07	0,49±0,01	33,39±0,13	11,90±0,04	--	2,85±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Desmayo Largueta	Espanha	2,29±0,01	13,99±0,05	2,03±0,03	25,78±0,30	9,80±0,18	0,45±0,01	31,97±0,21	11,32±0,13	--	2,21±0,07	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Ferraduel	Portugal	0,37±0,05	7±1	0,4±0,1	25±1	4±1	0,06±0,01	55±3	7±1	0,029±0,001	0,7±0,1	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Ferragnes	Espanha	1,78±0,02	9,46±0,05	1,53±0,02	22,99±0,13	7,27±0,06	0,40±0,01	41,68±0,15	11,35±0,11	--	3,53±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Ferragnes Ferrastar	Portugal	0,79±0,05	14±2	0,72±0,04	32±2	8±1	0,06±0,01	39±3	6±1	0,08±0,01	0,83±0,05	Barreira <i>et al.</i> , 2012
	Portugal	0,5±0,2	10,3±0,5	0,4±0,1	33±2	7±1	0,08±0,01	41±1	5±1	0,07±0,01	2,2±0,3	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Genco	Espanha	1,49±0,01	6,96±0,05	1,09±0,01	17,81±0,10	5,19±0,03	0,33±0,01	52,42±0,15	11,87±0,06	--	2,80±0,05	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Gloriette	Portugal	0,43±0,02	7±1	0,39±0,05	30±1	3,4±0,4	0,22±0,05	52±1	6±1	0,46±0,05	0,7±0,3	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Malagueña	Espanha	2,19±0,02	11,83±0,12	2,14±0,03	21,23±0,09	8,52±0,10	0,52±0,01	38,00±0,17	11,79±0,14	--	3,77±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Marcona	Espanha	1,59±0,02	10,87±0,10	1,48±0,02	24,15±0,14	8,18±0,05	0,39±0,01	38,76±0,21	11,68±0,09	--	2,89±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Marcona	Portugal	0,5±0,2	10±3	0,5±0,2	28±1	2,8±0,4	3,2±0,5	47±3	7±1	0,21±0,05	0,4±0,1	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Non Pareil	Espanha	1,93±0,01	10,11±0,04	1,52±0,02	24,27±0,15	7,78±0,05	0,40±0,01	39,69±0,07	11,30±0,09	--	2,98±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Peraleja	Espanha	2,02±0,01	10,01±0,06	1,73±0,02	20,48±0,08	7,60±0,04	0,43±0,01	42,74±0,15	12,06±0,09	--	2,91±0,12	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Primorskyi	Espanha	2,54±0,01	12,56±0,11	1,81±0,02	24,50±0,12	8,54±0,04	0,38±0,01	36,65±0,08	10,75±0,08	--	2,28±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Ramillete	Espanha	1,37±0,03	9,71±0,06	1,51±0,03	22,71±0,12	7,97±0,02	0,50±0,01	41,61±0,12	12,30±0,06	--	2,34±0,08	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Texas	Espanha	3,63±0,03	16,93±0,06	2,79±0,02	27,49±0,16	10,95±0,06	0,43±0,01	24,70±0,11	10,31±0,09	--	2,76±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Titan	Espanha	2,11±0,03	11,28±0,09	1,64±0,05	24,95±0,08	7,97±0,04	0,39±0,01	38,97±0,17	10,81±0,04	--	1,88±0,07	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Tuono	Espanha	1,18±0,02	6,48±0,03	1,17±0,01	18,95±0,04	5,79±0,02	0,36±0,01	49,10±0,06	12,96±0,07	--	4,00±0,03	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Wawona	Espanha	2,35±0,02	8,37±0,04	1,35±0,02	19,85±0,14	6,40±0,09	0,35±0,01	47,47±0,14	11,34±0,06	--	2,52±0,04	Martin-Carratalá <i>et al.</i> , 1999
Amostras relativas a misturas de cultivares:												
DOP¹	Portugal	0,9±0,3	15±5	0,7±0,3	29±4	5±2	2±1	38±8	7±2	0,4±0,2	0,74±0,05	Barreira <i>et al.</i> , 2012

¹A DOP inclui as seguintes cultivares: Casa Nova, Duro Italiano, Pegarinhos (uma ou duas sementes) e Refego.

Quadro 5 - Composição em fitoesteróis na amêndoa, sem pele (valores expressos em 100 g de parte edível).

	Fitoesteróis (mg)	Stigmasterol (mg)	Campesterol (mg)	β -Sitosterol (mg)	Ref.
Amêndoa	114	1	4	109	USDA, 2016

Quadro 6 - Composição em tocoferóis e tocotrienóis de cultivares de amêndoa (resultados expressos em mg/100g de peso fresco) com indicação do País onde os frutos foram produzidos.

Cultivar	α - tocoferol	α - tocotrienol	β - tocoferol	γ - tocoferol	γ - tocotrienol	δ - tocoferol	Ref.
Desmayo Largueta (Espanha)	19,1						García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Ferraduel (Portugal)	32 \pm 11	0,1 \pm 0,1	0,18 \pm 0,04	1,5 \pm 0,4	0,11 \pm 0,02	0,05 \pm 0,02	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Ferragnes (Portugal)	37 \pm 8	0,2 \pm 0,2	0,24 \pm 0,05	1,4 \pm 0,4	0,24 \pm 0,05	0,04 \pm 0,01	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Ferrastar (Portugal)	38 \pm 7	0,2 \pm 0,2	0,19 \pm 0,04	1,9 \pm 0,4	0,12 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Gloriette (Portugal)	27 \pm 3	0,11 \pm 0,03	0,21 \pm 0,03	0,7 \pm 0,1	0,11 \pm 0,05	0,02 \pm 0,01	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Marcona (Portugal)	38 \pm 9	0,04 \pm 0,01	0,18 \pm 0,04	1,2 \pm 0,5	0,15 \pm 0,04	0,02 \pm 0,01	Barreira <i>et al.</i> , 2012
Marcona (Espanha)	21,2						García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Nonpareil (USA)	17,2						García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Planeta (Espanha)	16,5						García-Pascual <i>et al.</i> , 2003
Amostras relativas a misturas de cultivares:							
Amêndoas	23,75		0,35	0,66		0,20	USDA, 2016
DOP ¹ (Portugal)	33 \pm 11	0,2 \pm 0,1	0,19 \pm 0,05	2,1 \pm 0,5	0,17 \pm 0,05	0,04 \pm 0,01	Barreira <i>et al.</i> , 2012

¹A DOP inclui as seguintes cultivares: Casa Nova, Duro Italiano, Pegarinhos (uma ou duas sementes) e Refego.

2.2 Aminoácidos

Grande parte das proteínas na amêndoa são da família das oleosinas, com baixo peso molecular, baixa solubilidade em água, resultado da sua longa cadeia hidrofóbica com cerca de 70

aminoácidos (Gallier *et al.*, 2012). As proteínas da amêndoa possuem uma boa digestibilidade (Ahrens *et al.*, 2005) e são invulgarmente ricas em arginina (Chen *et al.*, 2006; Venkatachalam & Sathe, 2006).

No Quadro 7 encontra-se indicada a composição em aminoácidos mencionada em diversos trabalhos.

Contudo, deve ser referido que as amêndoas apresentam alguma deficiência em lisina e em aminoácidos com enxofre (Ahrens *et al.*, 2005).

Assim, se as proteínas de amêndoa forem usadas no desenvolvimento de alimentos para crianças dos 2 a 5 anos de idade, devem ser adicionadas quantidades apropriadas de aminoácidos com enxofre, lisina e treonina, provenientes de outros produtos, tais como leite, ovos e/ou carne ou peixe (Ahrens *et al.*, 2005).

Tendo em conta as necessidades em aminoácidos de adultos, os aminoácidos com enxofre são os limitantes quando é considerada a ingestão deste fruto seco (Ahrens *et al.*, 2005).

Quadro 7 - Composição de aminoácidos da amêndoa (g/100 g de peso fresco).

Aminoácido	Amêndoa, sem pele	Cultivar			
		Carmel	Mission	Nonpareil	Nonpareil
Asparagina ou aspartato (Asx)	2,751 ^a	2,46	3,07	2,49	1,79
Glutamina ou glutamato (Glx)	5,206 ^b	7,12	8,12	7,59	5,22
Serina (Ser)	1,012	0,70	0,80	0,71	0,71
Glicina (Gly)	1,478	1,20	1,31	1,22	1,34
Histidina (His)	0,596	0,40	0,45	0,45	0,58
Arginina (Arg)	2,483	1,94	2,26	1,96	1,97
Treonina (Thr)	0,682	0,40	0,45	0,41	0,51
Alanina (Ala)	1,007	0,88	0,96	0,86	0,94
Prolina (Pro)	0,975	0,93	1,01	0,90	0,99
Valina (Val)	0,805	0,70	0,77	0,67	0,86
Metionina (Met)	0,190	0,08	0,09	0,09	0,16
Cisteína (Cys)	0,284 ^c	0,05	0,07	0,05	0,06
Isoleucina (Ile)	0,696	0,59	0,66	0,57	0,74
Leucina (Leu)	1,479	1,28	1,34	1,22	1,40
Fenilalanina (Phe)	1,156	0,90	0,96	0,89	1,06
Tirosina (Tyr)	0,533	0,31	0,32	0,25	0,53
Lisina (Lys)	0,605	0,44	0,46	0,50	0,60
Triptofano (Trp)	0,193	0,22	0,21	0,19	0,14
Ref.	USDA, 2016	Ahrens <i>et al.</i> , 2005	Ahrens <i>et al.</i> , 2005	Ahrens <i>et al.</i> , 2005	Venkatachalam & Sathe, 2006

^aValor referente ao ácido aspártico; ^bValor referente ao ácido glutâmico; ^cValor referente à cistina.

2.3. Minerais

Em relação à composição mineral (Quadro 8), o potássio, magnésio e cálcio são os minerais mais abundantes, seguidos do ferro, zinco, cobre e manganês. Kodad e Socias i Company (2006) observaram uma correlação positiva entre o teor em cinzas e a concentração de potássio.

Quadro 8 - Composição mineral de cultivares de amêndoa produzidas em Itália (mg/100 g de peso seco) (Piscopo *et al.*, 2010).

Cultivar	Miolo com (+) ou sem (-) pele	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
Falsa Barese	+	137,50-142,23	235,39-254,43	689,89-725,59	3,13-4,45	1,98-3,38	2,83-5,51	1,01-1,27
Ferragnes	+	128,27-137,80	225,85-233,23	661,26-695,37	3,42-4,48	2,14-3,80	3,71-4,89	1,04-1,46
Genco	+	138,02-138,55	235,77-253,56	571,61-674,09	1,82-4,29	1,83-3,90	3,95-4,69	1,16-1,29
Glorieta	+	89,97-101,85	245,06-249,14	693,88-727,27	4,36-6,10	1,93-3,85	4,66-5,55	1,11-1,12
Lauranne	+	166,41-176,50	154,15-245,75	652,41-737,22	4,45-4,97	2,18-3,76	4,45-5,93	1,22-1,44
Mas Bovera	+	102,58-128,96	256,40-275,87	732,62-785,64	1,56-4,73	1,68-3,82	3,88-5,46	1,11-1,39
Pepparuda	+	118,30-131,17	223,49-246,54	728,69-745,51	2,84-3,45	2,27-8,61	1,08-4,99	0,89-0,95
Stelliette	+	155,31-175,68	241,50-248,83	698,88-793,86	4,09-4,27	1,76-3,72	4,37-5,53	1,21-1,32
Supernova	+	112,84-126,72	217,56-234,19	659,15-672,43	5,54-6,49	2,16-2,89	3,25-5,30	0,93-1,26
Trianella	+	105,91-124,83	225,80-241,08	525,46-727,33	2,80-5,38	2,06-3,74	4,38-5,37	1,16-1,20
Tuono	+	106,03-127,11	222,53-225,48	676,55-741,29	2,71-5,11	2,04-3,58	4,30-5,10	1,21-1,38

2.4 Compostos fenólicos e atividade antioxidante

As amêndoas são também uma fonte de fitonutrientes importantes, incluindo ácidos fenólicos e polifenóis, tais como os flavonóides e proantocianidinas (Chen *et al.*, 2006; Bolling *et al.*, 2010a). De referir, que só na amêndoa e amendoim são encontradas antocianidinas do tipo-A (Bolling *et al.*, 2010a).

As amêndoas contêm uma quantidade significativa destes constituintes principalmente na película interior (Bolling *et al.*, 2010b), devendo ser referidos os flavonóis (isoramnetina, kaempferol, quercetina), flavanóis (catequina, epicatequina), flavanonas (naringina), antocianidinas (cianidina, delphinidina), procianidinas (B2, B3) e ácidos fenólicos (ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido *p*-cumárico, ácido protocatecúico, ácido vanílico) (Chen *et al.*, 2006). Segundo Bolling *et al.* (2010b), as amêndoas das cultivares Butte, Carmel, Fritz, Mission, Monterrey, Nonpareil e Sonora, apresentam catequina, epicatequina, naringenina-7-*O*-glucósido, kaempferol-3-*O*-rutinósido, dihidroxikaempferol, isorhamnetina-3-*O*-rutinósido, isorhamnetina-3-*O*-glucósido e naringenina como sendo os principais flavonóides, representando $\geq 3\%$ do conteúdo total em polifenóis.

No Quadro 9 encontram-se compilados os teores em polifenóis (determinado pelo somatório dos compostos individuais identificados cromatograficamente), fenóis totais (determinado pelo método do Reagente Folin-Ciocalteu), flavonóides, taninos e

atividade antioxidante avaliada pelo método FRAP, referidos na literatura para diferentes cultivares de amêndoa ou amostras de miolo com e sem película interior, enquanto no Quadro 10 são indicados os principais compostos fenólicos individuais determinados no miolo de amêndoa. Barreira *et al.* (2008) verificaram que a capacidade antioxidante de extratos metanólicos de amêndoa pode variar com a cultivar, permitindo a valorização comercial de algumas cultivares regionais que apresentam propriedades antioxidantes interessantes, tal como a Duro Italiano.

Além da cultivar, o ambiente, a estação do ano, o método de processamento e o armazenamento são fatores que podem afetar o conteúdo e o perfil fenólico de alimentos de origem vegetal (Bolling *et al.*, 2010b).

2.5. Carotenóides

Relativamente aos carotenóides, tais como α - e β -caroteno, β -criptoxantina, luteína e zeaxantina, os frutos secos apresentam baixos teores destes compostos (Bolling *et al.*, 2010a).

Quadro 9 - Teor de polifenóis, fenóis totais, flavonóides, taninos e atividade antioxidante avaliada pelo método FRAP, de amostras de diferentes cultivares de amêndoa com indicação do País onde os frutos foram produzidos.

Cultivar	Com (+) ou sem (-) película	Solvente de extração	Polifenóis (mg/100 g)	Fenóis totais (mg GAE/100 g)	Flavonóides (mg CE/100 g)	Taninos (g CE /100 g)	FRAP (µmol TE/100 g)	Ref.
Butte (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	6,62 ± 0,79	58 ± 7			368 ± 78	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Butte (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		198,0				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Butte (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		64,4				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Carmel (USA)	+	--	--	--	--	0,16±0,02	--	Ahrens <i>et al.</i> , 2005
Carmel (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	7,96 ± 1,44	101 ± 30			888 ± 216	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Carmel (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		133,2				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Carmel (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		66,5				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Fritz (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	3,96 ± 2,34	58 ± 7			565 ± 274	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Fritz (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		126,8				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Fritz (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		66,6				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Mission (USA)	+	--	--	--	--	0,12±0,00	--	Ahrens <i>et al.</i> , 2005
Mission (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	6,91 ± 0,51	102 ± 60			609 ± 267	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Mission (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		159,4				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Mission (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		70,6				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Monterey (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	4,88 ± 1,08	81 ± 12			530 ± 53	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Monterey (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v)		142,7				Milbury <i>et al.</i> , 2006

Monterey (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		66,9				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Nonpareil (USA)	+		--	--	--	0,18±0,00	--	Ahrens <i>et al.</i> , 2005
Nonpareil (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		193,3				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Nonpareil (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		67,7				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Nonpareil (USA)	+	Metanol (1 h)				0,07		Venkatachalam & Sathe, 2006
Nonpareil (USA)	+	Metanol acidificado (1% HCl) (1 h)				0,29		Venkatachalam & Sathe, 2006
Nonpareil (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	6,19 ± 0,78	108 ± 25			645 ± 87	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Padre (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		240,8				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Padre (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		65,7				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Price (USA)	+	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		199,5				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Price (USA)	-	HCl:H ₂ O:Metanol (3,7:46,3:50, v/v/v) (4°C, 16 h)		70,9				Milbury <i>et al.</i> , 2006
Sonora (USA)	+	3,5% Ácido acético+50% Metanol (4°C, 20 h)	10,7 ± 2,90	159 ± 21			891 ± 139	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Amostras relativas a misturas de cultivares:								
Cultivares Regionais ¹	+	Metanol (25°C, 60 min)		95,2 - 1608		66,5 - 288,2		Barreira <i>et al.</i> , 2008

Abreviaturas: GAE, equivalentes de ácido gálico; TE, equivalentes de Trolox; CE, equivalentes de catequina

¹Casanova, Duro Italiano, Molar, Orelha de Mula, Pegarinhos (*um grão*) e Pegarinhos (*dois grãos*), e Comerciais (Ferraduel, Ferranhês, Ferrastar e Guara) (Portugal)

Quadro 10 - Conteúdo dos principais compostos fenólicos determinados em diferentes cultivares de amêndoa (mg/100 g amêndoa) com indicação do país onde os frutos foram produzidos.

Cultivar	Catequina	Epicatequina	Naringenina-7-O-glucósido	Kaempferol-3-O-rutinósido	Isorhamnetina-3-O-rutinósido	Isorhamnetina-3-O-glucósido	Naringenina	Quercetina-3-O-galactósido	Referência
Butte (USA)	0,536 ± 0,114	0,316 ± 0,131	0,136 ± 0,064	1,38 ± 0,50	2,98 ± 0,65	0,290 ± 0,183	0,380 ± 0,074	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Butte (USA)	1,77	0,749	0,186	1,01	18,8		0,0455	0,765	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Carmel (USA)	0,505 ± 0,157	0,378 ± 0,167	0,210 ± 0,151	1,02 ± 0,24	3,33 ± 0,50	0,294 ± 0,090	0,405 ± 0,105	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Carmel (USA)	1,36	0,323	0,375	1,43	16,4		0,105	0,611	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Fritz (USA)	0,569 ± 0,148	0,351 ± 0,209	0,132 ± 0,200	0,567 ± 0,228	1,65 ± 0,98	0,111 ± 0,088	0,220 ± 0,314	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Fritz (USA)	0,950	0,545	0,154	0,963	9,86		0,0679	0,316	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Mission (USA)	0,793 ± 0,120	0,408 ± 0,213	0,402 ± 0,128	0,772 ± 0,036	2,73 ± 0,14	0,223 ± 0,043	0,801 ± 0,028	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Mission (USA)	1,63	0,658	0,177	0,877	12,6		0,180	0,877	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Monterey (USA)	0,568 ± 0,216	0,346 ± 0,168	0,107 ± 0,031	0,446 ± 0,221	1,98 ± 0,37	0,605 ± 0,386	0,299 ± 0,050	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Monterey (USA)	1,14	0,500	0,111	0,739	11,1		0,109	0,241	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Nonpareil (USA)	0,958 ± 0,167	0,504 ± 0,123	0,204 ± 0,093	0,218 ± 0,051	2,00 ± 0,31	1,04 ± 0,18	0,395 ± 0,087	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b
Nonpareil (USA)	2,38	1,21	0,0889	1,30	19,1		0,123	1,03	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Padre (USA)	1,86	0,654	0,159	0,708	13,5		0,0185	1,22	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Price (USA)	3,86	1,27	0,0878	1,23	15,9		0,121	1,26	Milbury <i>et al.</i> , 2006
Sonora (USA)	2,99 ± 1,35	0,692 ± 0,411	0,187 ± 0,043	0,254 ± 0,098	2,90 ± 0,33	2,09 ± 0,30	0,306 ± 0,106	--	Bolling <i>et al.</i> , 2010b

2.6. Alergia associada ao consumo da amêndoa

A alergia a amêndoas causa angioedema, urticária, náusea, inchaço, prurido, falta de ar, dificuldade em respirar e engolir e, potencialmente, anafilaxia (Chen *et al.*, 2006). Estes sintomas são devidos à amandina, proteína principal presente na amêndoa, que representa cerca de 70% das proteínas solúveis totais (Gallier *et al.*, 2012). A amandina é bastante termoestável e resistente à proteólise (Gallier *et al.*, 2012), e é constituída por dois polipéptidos com peso molecular que varia entre os 20 e 22 kDa (cadeia- β básica) e 40 e 42 kDa (cadeia- α ácida) (Gallier *et al.*, 2012). Estes polipéptidos são reconhecidos pela IgE, sendo a amandina uma excelente proteína marcadora para detetar quantidades vestigiais de amêndoa (crua ou processada) nos alimentos (Ahrens *et al.*, 2005). Assim, mesmo que o consumo de amêndoas traga inúmeros benefícios em termos cardiovasculares e no combate da obesidade, a reação alérgica potencial que o consumo deste fruto seco pode causar em indivíduos suscetíveis deve ser sempre considerada como um risco (Chen *et al.*, 2006).

Tal como referido anteriormente, a amandina apresenta uma elevada estabilidade antigénica, mantendo-se a mesma após assadura (138, 149 e 160 °C durante 20 e 30 minutos; e 168 e 177 °C durante 8, 10 e 12 min), esterilização em autoclave (121 °C, 15 psi, durante 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min), branqueamento (100 °C durante 1, 2, 3, 4, 5 e 10 min) e aquecimento por micro-

ondas (1, 2 e 3 min) (Martín-Carratalá *et al.*, 1999).

3. Condições de armazenamento do fruto

O método clássico de armazenar a amêndoa é mantê-la na sua casca após secagem natural até ao seu consumo ou uso pela indústria. A casca da amêndoa é uma boa barreira ao oxigénio (Rizzolo *et al.*, 1994). De facto, a oxidação dos ácidos gordos causa a rancificação do miolo que pode ocorrer durante o armazenamento e transporte, dependendo da razão do ácido oleico/ácido linoleico e das condições de temperatura, oxigénio e humidade. García-Pascual *et al.* (2003) verificaram que o índice de peróxidos e o teor em α -tocoferol do óleo extraído de amêndoas das cultivares Marcona, Desmayo Largueta, Planeta e Nonpareil, armazenadas com casca à temperatura ambiente, não variou durante 9 meses de armazenamento. Já em 1978, Guadagni *et al.* (1978) verificaram que a amêndoa com casca era muito mais estável do que o miolo quando armazenada a 18,5 e 27 °C.

A **temperatura de armazenamento** é também um factor importante (Guadagni *et al.*, 1978), observando-se uma maior atividade lipolítica (Senesi *et al.*, 1991), que se traduz num maior valor de acidez, para temperaturas mais elevadas (ex. 20 °C vs 4 °C) (Rizzolo *et al.*, 1994). Senesi *et al.* (1991) ao efetuarem análises organolépticas a amêndoa com película embalada em diferentes tipos de embalagem e armazenada durante 546 dias a

4 e 20 °C, verificaram que as amostras refrigeradas foram avaliadas mais positivamente do que as mantidas a 20 °C, tendo sido a amêndoa embalada em filme metalizado sob azoto, aquela que foi melhor classificada. Por outro lado, Venkatachalam e Sathe (2006) referem que ao avaliar o armazenamento de diversos frutos secos (incluindo miolo de amêndoa), quando aplicada uma temperatura de 25 °C em conjunto com uma baixa atividade da água ($<0,53$), não foi observado crescimento de bolores/leveduras nos frutos. Contudo, o miolo de amêndoa rancifica rapidamente quando armazenado a uma humidade relativa elevada (80%) e uma temperatura moderada (20 °C) (Zacheo *et al.*, 1998). Estas condições acarretam uma diminuição dos teores dos ácidos linoleico e linolénico, bem como elevados níveis de malondialdeído (produto da peroxidação dos ácidos gordos insaturados) (Zacheo *et al.*, 1998).

Deve ser referido que o armazenamento da amêndoa com casca ou do miolo em atmosfera controlada com baixo teor de oxigénio origina um menor desenvolvimento de odores desagradáveis durante o armazenamento (Guadagni *et al.*, 1978).

Além da temperatura, a **embalagem** utilizada no armazenamento tem também um papel relevante, tal como referido anteriormente. Rizzolo *et al.* (1994) verificaram que amêndoa despelada das cultivares Ferraduel e Supernova podia ser armazenada a 4 °C por mais de um ano desde que embalada em material de alta barreira. Se a embalagem usada for de baixa barreira, o

armazenamento durante um ano só poderia ser realizado com sucesso quando a cultivar a aplicar apresentasse um elevado teor de antioxidantes naturais, designadamente tocoferóis, tal como observado com a cultivar Supernova (teor em α -tocoferol superior a 400 mg/100 g de óleo) (Rizzolo *et al.*, 1994). Assim, conclui-se que a **cultivar** da amêndoa tem também um papel muito importante no tempo de prateleira do produto.

A percentagem de ácidos gordos insaturados e o teor em tocoferóis podem também ser afetados pela temperatura e tipo de embalagem utilizado (García-Pascual *et al.*, 2003), observando-se as menores variações nestes compostos quando são utilizadas embalagens metálicas com azoto a 4 °C (Rizzolo *et al.*, 1994). Durante o armazenamento da amêndoa, é também importante evitar a sua exposição a cheiros fortes, uma vez que a amêndoa pode absorver odores desagradáveis. É também muito importante protegê-la de pragas, sendo uma boa prática proceder à rotação dos *stocks*.

4. Consumo da amêndoa

A amêndoa é consumida em fresco ou após transformação. Nas secções seguintes descrevem-se em mais pormenor estes pontos.

4.1. Em fresco

A amêndoa pode ser vendida com casca ou sem casca (miolo de amêndoa natural) (Figura 1), sendo esta obtida após passagem do fruto com casca numa linha de britagem, na qual a casca é retirada, e após calibração. A amêndoa pode ou não ser humedecida antes de ser britada, devendo passar posteriormente num secador se tiver sido molhada.

Refira-se que as amêndoas frescas colhidas durante a primeira fase de maturação do fruto, designadas por amêndoas verdes, podem ser consumidas na totalidade (casca e caroço). Contudo, em Portugal, esta forma de consumo ainda não é muito popular. Nessa fase de maturação da amêndoa, o caroço é praticamente imperceptível e a casca é muito fina. Por exemplo, a amêndoa verde é utilizada na Turquia na confecção de diversos pratos, sendo cozinhada da mesma forma que as favas ou feijão, como por exemplo, em refogados com azeite. As amêndoas verdes também podem ser consumidas polvilhadas com sal para compensar a acidez característica, ou cobertas com açúcar.



Figura 1 - Amêndoa: (A) Com casca; (B) Miolo de amêndoa natural; e (C) A ser calibrada.

4.2. Após transformação

Do miolo de amêndoa natural pode-se obter farinha de amêndoa natural ou miolo de amêndoa despelada. Para se produzir este último produto, a amêndoa sofre despelagem, técnica que corresponde à imersão do miolo de amêndoa natural num banho de água quente por poucos minutos (ex. 2,5 min em água a ferver (Milbury *et al.*, 2006), 98 °C durante 2 min (Senesi *et al.*, 1991, 1996), 95 °C durante 3 min (Garrido *et al.*, 2008)). Depois de despelada, a amêndoa é seca e inspecionada para detetar quaisquer defeitos, podendo de seguida ser granulada, palitada ou laminada, podendo também ser produzida farinha de amêndoa despelada. Em algumas situações a amêndoa pode ser coberta com chocolate ou açúcar (caramelizada), como por exemplo as amêndoas da Páscoa.

Na Figura 2 encontram-se alguns produtos transformados da amêndoa que podem ser encontrados no mercado.

Senesi *et al.* (1996) ao realizarem estudos de conservação da cultivar “Supernova”, referem que para se obter miolo de amêndoa de qualidade é importante que a amêndoa seja processada imediatamente após colheita ou que o miolo seja obtido a partir de frutos armazenados com casca até 4 meses à temperatura ambiente (18-25 °C) ou a partir de amêndoa despelada armazenada sob refrigeração (2 °C) até 8 meses.

A amêndoa também pode ser torrada ou frita em óleo (Figura 3). Gou *et al.* (2000), ao realizarem a torra de amêndoas da cultivar Desmayo Largueta (com película) a 200 e 220 °C, não observaram variações significativas na composição dos ácidos gordos. Contudo, a torra geralmente diminui o teor de proantocianidinas dos frutos secos (Bolling *et al.*, 2010a) e pode aumentar o índice de peróxidos (Gou *et al.*, 2000) ao longo do armazenamento (García-Pascual *et al.*, 2003).

Deve ser referido que ao ocorrer uma torra em excesso, pode ser observada a produção de compostos antioxidantes (resultado das Reações de Maillard), no entanto, a doçura diminui e o amargor aumenta (Gou *et al.*, 2000).

Em algumas situações, o miolo de amêndoa antes de ser torrado é submerso numa solução com farinha de trigo, goma de guar e agar, sendo depois salpicado com sal (García-Pascual *et al.*, 2003) ou açúcar (Figura 3).



Figura 2 - Amêndoa: (A) Miolo de amêndoa natural; (B) Farinha de amêndoa com pele; (C) Granulada com pele; (D) Sem pele interior, (E) Granulada sem pele; (F) Palitada; (G) Laminada; (H) Farinha de amêndoa sem pele.



Figura 3 - Amêndoa: (A) Frita; (B) Torrada com sal; e (C) Torrada com açúcar.

5. Outras utilizações

A amêndoa, com ou sem a pele interior, pode ser consumida neste estado ou usada na produção de chocolates, *snacks*, *nougat* ou nogado (doce feito de amêndoas ou outros frutos secos, tais como, nozes e pinhões, ou amendoim, com mel ou caramelo), *turrón* (produto típico de Espanha), maçapão, óleos e leite de amêndoa (Figura 4).

É também conhecida a utilização de amêndoa em muitos dos produtos da gastronomia tradicional portuguesa com destaque para os doces. Em toda a pastelaria conventual a amêndoa está presente em abundância.



Figura 4 - Exemplos de alguns produtos elaborados com amêndoa: (A) Tarte de *Nougat* de amêndoa, (B) Chocolate com amêndoas, e (C) *Turrón* de amêndoas Espanhol.

Por outro lado, as regiões tradicionalmente produtoras de amêndoa têm bem arreigadas tradições de utilização das amêndoas nos seus produtos. Neste aspeto cabem destacar os “doços de amêndoa do Algarve” também chamados “doços finos” que são provavelmente os mais conhecidos da doçaria do Algarve, região tradicionalmente produtora de amêndoa. Em Trás-os-Montes, cabe destacar a “Amêndoa coberta de Moncorvo” que é um produto regional de grande aceitação (Figura 5). Nesta região, outros produtos que utilizam a amêndoa na sua composição são por exemplo o “doce de abóbora com amêndoa” ou o enchido tradicional de sangue “chouriça de

sangue doce” que leva amêndoa laminada na sua composição (Figura 5).



Figura 5 - “Amêndoa coberta de Moncorvo” (A), “Doce de abóbora com amêndoa” (B) e enchido tradicional de sangue “chouriça de sangue doce” (C).

Famosas por todo o país são as bebidas licorosas preparadas à base de amêndoa, destacando-se a “Amarguinha” ou “licor de amêndoa amarga” muito apreciados em todo o país.

5.1. Produtos de pastelaria e óleos

Em Portugal a amêndoa é muito utilizada na pastelaria para produção de tartes e bolos, sendo muito apreciada no sul do país para a produção de doces regionais, tais como os D. Rodrigo ou variados. Em outros países, também existem inúmeros produtos obtidos a partir da amêndoa, tais como os *Calisson* em França, etc.

Tal como referido por Kodad *et al.* (2011), cultivares com uma maior percentagem de gordura deverão ser utilizadas na **produção de nougat** ou para **extração de óleo**, o qual é muito usado pelas indústrias de cosmética e farmacêutica (Figura 6). Um elevado teor de óleo é desejável porque um maior teor de óleo resulta numa menor absorção de água pela pasta de amêndoa. Além disso, uma elevada razão de ácido oleico/ácido linoleico é importante para aumentar o tempo de prateleira do óleo e dos produtos derivados (Kodad *et al.*, 2011).



Figura 6 - Óleo de amêndoas doces.

Tal como referido anteriormente, a amêndoa, a farinha e a pasta de amêndoa também são muito utilizadas na pastelaria. Baiano e Del Nobile (2005) referem que produtos obtidos a partir de pasta de amêndoa têm um tempo de prateleira curto devido à oxidação lipídica e endurecimento (*hardening*). Durante o armazenamento de produtos à base de amêndoa, tais como pasta de amêndoa utilizada na elaboração dos doces *Calisson* (os quais correspondem a uma mistura de amêndoas finamente moídas, melão da Provença e casca de laranja cristalizada, colocada por cima de um *wafer*, coberto com açúcar), bem como os doces propriamente ditos, a luz favorece a ocorrência da lipoxidação,

avaliada por quimioluminescência e pelo método das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (método *TBARS* - *Thiobarbituric acid reactive substances*) (Tazi *et al.*, 2009), demonstrando que as condições ambientais existentes durante o armazenamento têm um papel muito importante na qualidade final dos produtos.

O tipo de embalagem e a atmosfera que envolve os produtos preparados à base de amêndoa também exercem um papel fundamental na manutenção da sua qualidade. Baiano e Del Nobile (2005) verificaram que pasta de amêndoa embalada em filmes de etileno vinil álcool (EVOH) apresentou valores de peróxido, K_{270} (medida das ligações triplas formadas durante a oxidação) e ΔK (índice da oxidação secundária) superiores à embalada em filmes de Nylon durante o armazenamento. Contudo, as pastas embaladas em atmosfera de azoto ou na presença de “*oxygen scavengers*” não apresentaram quaisquer diferenças entre os dois filmes analisados (Baiano & Del Nobile, 2005). No entanto, o endurecimento (*hardening*) foi o fator limitante do tempo de prateleira da pasta de amêndoa, diretamente relacionado com a perda de água, a qual depende das propriedades barreira a compostos de baixo peso molecular dos filmes utilizados (Baiano & Del Nobile, 2005). Assim, tendo em conta uma firmeza inferior a 25 N como sendo o limite de aceitabilidade, o uso de filmes de EVOH permitiu atingir um tempo de prateleira de 4,5 meses para a pasta de amêndoa embalada na presença de ar, 5 meses na presença de “*oxygen scavengers*” e 4 meses em azoto *versus* 4, 3 e 3,5 meses

quando embalada em filmes de Nylon (Baiano & Del Nobile, 2005). Refira-se que o tempo de prateleira normal para este tipo de produto é de dias, uma vez que é embalado em papel (Baiano & Del Nobile, 2005). Assim, estes resultados demonstram o efeito importante que o tipo de embalagem e a atmosfera exercem sobre a qualidade deste tipo de produtos.

5.2. “Leite de amêndoa”

Um produto elaborado a partir da amêndoa que tem adquirido popularidade nos últimos anos é o chamado “leite de amêndoa”. Este tipo de produto pode ser preparado em casa, juntando amêndoas com água e aromatizantes naturais, tais como canela ou baunilha (Love, 2014) de acordo com o gosto de quem o vai ingerir. Quando elaborado sem qualquer adição de conservantes, o “leite de amêndoa” pode ser conservado sob refrigeração durante cerca de 4 dias (Love, 2014). Contudo, no mercado existem já várias opções de compra (Figura 7).

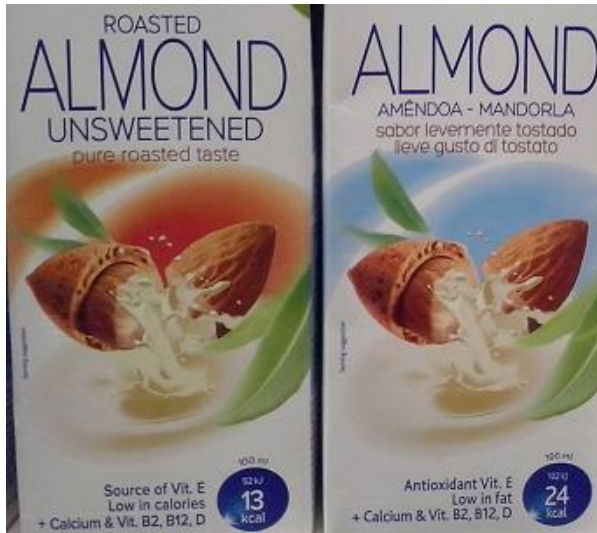


Figura 7 - Exemplos de “leites de amêndoa” encontrados no mercado.

No Quadro 11 encontram-se descritas as composições gerais do “leite de amêndoa”, e a título de comparação apresenta-se também a do leite de vaca, determinadas por Gallier *et al.* (2012). O “leite de amêndoa” também fornece cálcio e cerca de metade das necessidades diárias em vitamina E (Love, 2014). A gordura na amêndoa está presente em “corpos de óleo” (*oil bodies*), envoltos por uma membrana de proteínas e fosfolípidos (Gallier *et al.*, 2012). Contudo, a membrana desses corpos não tem colesterol ou esfingomielina, ao contrário do que existe nas membranas dos glóbulos de gordura do leite bovino (Gallier *et al.*, 2012), o que se revela como uma vantagem.

Quadro 11 - Composição química do “leite de amêndoa” e leite de vaca (Fonte: Gallier *et al.*, 2012).

Componentes	“Leite de amêndoa”	Leite de vaca
Proteína (%)	4,3 ± 0,1	3,6 ± 0,0
Lípidos (%)	10,2 ± 0,2	5,5 ± 0,1
Sólidos totais (%)	22,75 ± 0,22	15,55 ± 0,01

Relativamente aos ácidos gordos presentes nos leites de amêndoa e de vaca (Quadro 12), verificam-se diferenças entre eles no que se refere ao perfil lipídico. A maioria dos ácidos gordos presentes no leite de vaca é saturada, enquanto no “leite de amêndoa” predominam os ácidos gordos insaturados.

No leite de vaca os ácidos gordos principais são o mirístico, palmítico, esteárico e oleico, enquanto no “leite de amêndoa” são o oleico e linoleico.

Em relação ao colesterol e fitoesteróis (Quadro 13) presentes no leite de vaca e de amêndoa, respetivamente, o leite de vaca apresenta cerca de 15 mg de colesterol/100 g de leite, composto não detetado no “leite de amêndoa”.

No entanto, a quantidade de esteróis presentes nos dois tipos de leite é semelhante, resultado do teor significativo de alguns esteróis no “leite de amêndoa”. De entre os fitoesteróis detetados no “leite de amêndoa”, o β -Sitosterol encontra-se em maior quantidade do que o estigmasterol ou campesterol.

Quadro 12 - Composição de ácidos gordos (%) do “leite de amêndoa” e leite de vaca (Fonte: Gallier *et al.*, 2012).

Ácidos gordos	"Leite de amêndoa"		Leite de vaca	
C4:0		0,83		6,06 ± 0,06
C6:0		ND		5,71 ± 0,25
C8:0		ND		2,29 ± 0,00
C10:0		ND		3,85 ± 0,02
C11:0		ND		0,42 ± 0,42
C12:0		ND		3,59 ± 0,00
C13:0		ND		0,10 ± 0,01
C14:0		ND		11,41 ± 0,01
C14:1n-5		ND		1,03 ± 0,02
C16:0		5,83 ± 0,03		32,79 ± 0,25
C16:1n-7		0,42 ± 0,01		1,51 ± 0,03
C17:0		0,08 ± 0,01		0,93 ± 0,01
C18:0		1,62 ± 0,05		9,52 ± 0,04
Eláidico		ND		0,19 ± 0,01
Vacénico		ND		1,87 ± 0,01
C18:1n-9		66,58 ± 0,06		15,99 ± 0,08
C18:2n-6		24,34 ± 0,06		0,78 ± 0,02
C20:0		0,07		0,19 ± 0,01
C20:1n-9		0,07 ± 0,01		ND
C18:3n-3		ND		0,71 ± 0,01
C21:0		ND		0,64 ± 0,00
C22:5n-3		ND		0,12 ± 0,00
Ácidos gordos de cadeia curta (C4-C14)		0,83		34,44 ± 0,39
Ácidos gordos de cadeia média (C15-C17)		6,91		35,24 ± 0,29
Ácidos gordos de cadeia longa (C18-C22)		92,25		30,31 ± 0,20
Ácidos gordos saturados		8,66		77,49 ± 0,68
Ácidos gordos monoinsaturados (MUFA)		68,22		21,52 ± 0,17
Ácidos gordos polinsaturados (PUFA)		23,11		1,61 ± 0,03

Legenda: ND (Não detectado)

Quadro 13 - Perfil de esteróis do leite de amêndoa e leite de vaca (Fonte: Gallier *et al.*, 2012).

Esteróis	"Leite de amêndoa"		Leite de vaca	
	mg/100 g de leite	mg/g lípidos	mg/100 g de leite	mg/g lípidos
β-Sitosterol	15,5 ± 1,5	1,52 ± 0,180	ND	ND
Estigmasterol	3,0 ± 0,0	0,294 ± 0,006	ND	ND
Campesterol	1,0 ± 0,0	0,098 ± 0,002	ND	ND
Colesterol	ND	ND	15,5 ± 2,5	2,82 ± 0,515
Total de esteróis	19,5 ± 1,5	1,91 ± 0,188	15,5 ± 2,5	2,82 ± 0,515

Legenda: ND (Não detetado)

Relativamente à composição em fosfolípidos do “leite de amêndoa” e do leite de vaca (Quadro 14), foram detetadas algumas diferenças entre ambos. No primeiro leite os fosfolípidos mais abundantes são o ácido fosfatídico, a fosfatidilcolina, fosfatidilinositol e fosfatidiletanolamina. No leite de vaca predominam a fosfatidiletanolamina, a esfingomiéline, a fosfatidilcolina e a fosfatidilserina. O teor elevado de ácido fosfatídico no “leite de amêndoa” pode resultar da indução da fosfolipase D aquando da imersão das amêndoas em água, responsável pela transfosfatidação da fosfatidilcolina e fosfatidiletanolamina (Gallier *et al.*, 2012).

Quadro 14 - Perfil de fosfolípidos (% mol) do “leite de amêndoa” e do leite de vaca (Fonte: Gallier *et al.*, 2012).

Fosfolípidos	“Leite de amêndoa”	Leite de vaca
Fosfatidilcolina	31,9 ± 2,34	25,8 ± 0,02
Fosfatidiletanolamina	6,63 ± 0,63	27,4 ± 0,50
<i>N</i> -Acilfosfatidiletanolamina	1,26 ± 0,13	ND
Esfingomiéline ^a	ND	27,3 ± 0,75
Fosfatidilinositol	15,8 ± 2,41	7,11 ± 0,00
Fosfatidilserina	ND	10,2 ± 0,98
Fosfatidilglicerol	1,56 ± 0,02	ND
Cardiolipina	1,32 ± 0,23	ND
Ácido fosfatídico	39,3 ± 0,09	ND
Outras	2,18 ± 0,55	2,24 ± 2,24

Legenda: ND (Não detetado) ^a Inclui a dihidroesfingomiéline

6. Valorização da produção

Os subprodutos obtidos na produção da amêndoa tais como as películas interiores e cascas são atualmente utilizados para alimentação animal ou para obtenção de energia. Contudo, no futuro, poderão vir a ser utilizados para outros fins, devido ao reconhecimento de importantes e interessantes propriedades. De seguida passa-se a descrever algumas dessas possíveis utilizações futuras.

6.1. Cascas verdes (*Hulls*)

As cascas verdes têm sido utilizadas na alimentação animal ou como fertilizante orgânico. No entanto, as cascas verdes que envolvem a amêndoa podem ser uma importante fonte de compostos bioativos. Takeoka *et al.* (2000) extraíram três triterpenóides (ácidos betulínico, oleanólico e ursólico) a partir de extratos de éter dietílico da cultivar Nonpareil, os quais têm demonstrado propriedades anti-inflamatórias, anti-HIV, e anti-cancerígena. Além disso, extratos metanólicos preparados a partir da casca verde dessa mesma cultivar, apresentaram como composto fenólico maioritário o ácido clorogénico ($42,52 \pm 4,50$ mg/100 g peso fresco), tendo sido detetados os seguintes isómeros: ácidos 5-*O*-cafeoilquínico, 4-*O*-cafeoilquínico e 3-*O*-cafeoilquínico na proporção 79,5:14,8:5,7 (Takeoka & Dao, 2003). Os extratos metanólicos obtidos foram capazes de

retardar a formação de dienos conjugados durante a oxidação do metil linoleato (Takeoka & Dao, 2003).

As cascas verdes também contêm esteróis, designadamente stigmasterol e β -sitosterol nas concentrações de 18,9 e 16,0 mg/100 g de casca verde, respetivamente (Takeoka & Dao, 2003).

6.2. Casca exterior e películas interiores

Atualmente, as cascas de amêndoa têm sido unicamente utilizadas para queima de modo a produzir energia, não tendo sido desenvolvido até ao momento outro uso industrial para este subproduto (Esfahlan *et al.*, 2010). No entanto, outras aplicações têm sido estudadas.

Mesmo que as cascas de amêndoa sejam altamente lignificadas e que a maior parte da lignina seja insolúvel em ácido, uma parte da lignina pode ser solúvel em meio ácido (Esfahlan *et al.*, 2010). Assim, as cascas de amêndoa podem sofrer hidrólise ácida (Moure *et al.*, 2007), com o objetivo de se obter uma fase líquida (hidrolisado) que contém açúcares, produtos resultantes da desidratação de açúcares, ácido acético e compostos derivados da lenhina solúvel em ácido, que podem ser usados na produção de oxiaromáticos de interesse para a saúde, cosméticos e indústria alimentar. Além disso, a fração solúvel em acetato de etilo do hidrolisado pode ser utilizada para evitar a ocorrência de

oxidação de óleos obtidos a partir de peixe e de emulsões, os quais resultado do seu elevado conteúdo em ácidos gordos polinsaturados, os torna muito suscetíveis à oxidação (Moure *et al.*, 2007).

As películas interiores da amêndoa têm sido utilizadas na alimentação animal ou queimadas para produção de energia nas unidades processuais. No entanto, estas películas apresentam propriedades biológicas interessantes. Chen e Blumberg (2008) ao extraírem películas de amêndoa com metanol ou sumo gástrico intestinal (solução modelo) verificaram que as soluções obtidas eram capazes de bloquear radicais livres e induzir a enzima quinona reductase, cuja indução protege as células contra a carcinogénese. Também Chen *et al.* (2005) verificaram que extractos de HCl:H₂O:metanol (1:19:80) preparados a partir de películas interiores de amêndoa apresentam capacidade antioxidante e interagem com as vitaminas A e C de forma sinérgica de modo a proteger o LDL humano contra oxidação *in vitro*. Também Wijeratne *et al.* (2006) indicam que o conteúdo fenólico de extratos etanólicos de películas interiores e cascas verdes que protegem o fruto são superiores ao do miolo (88±2, 71±2 e 8±1 mg equivalentes de quercetina/g de extrato, respetivamente). Além disso, todos estes extratos apresentaram efeito inibidor à oxidação do LDL humano e até mesmo superior ao observado para a quercetina, tendo sido o extrato preparado a partir das películas aquele que exerceu o maior efeito preventivo (Wijeratne *et al.*, 2006). Estes extratos também foram capazes de

reduzir as cisões causadas por radicais livres na molécula de DNA e apresentaram elevadas capacidades de quelação de metais (Wijeratne *et al.*, 2006).

A película é bastante rica em compostos fenólicos, tendo Garrido *et al.* (2008) já identificado 31 desses compostos, correspondentes a flavan-3-óis ((+)-catequina, (-)-epicatequina, procianidinas B3, B1, B2, B7, B5, C1, 3 dímeros de procianidina tipo-A desconhecidas, um trímero de procianidina tipo-A desconhecido), flavonol glucósidos (kaempferol-3-O-rutinósido, kaempferol-3-O-glucósido, isoramnetina-3-O-rutinósido, isoramnetina-3-O-glucósido e quercetina-3-O-glucósido), ácidos hidroxibenzóicos (ácido *p*-hidroxibenzóico, ácido vanílico e ácido protocatecúico) e aldeídos (aldeído protocatecúico), flavonol agliconas (kaempferol, quercetina e isoramnetina), flavanona glucósidos (naringenina-7-O-glucósido e eriodictiol-7-O-glucósido), flavanona agliconas (naringenina e eriodictiol), ácidos hidroxicinâmicos (ácidos *trans-p*-cumárico e clorogénico) e dihidroflavonol agliconas (dihidroquercetina). O 5-hidroximetil-2-furaldeído foi detetado em películas sujeitas a torra ou imersão de água seguida de secagem (60 °C) (Garrido *et al.*, 2008). No Quadro 15 encontram-se descritos alguns polifenóis extraídos a partir da película da amêndoa. Bolling *et al.* (2009) verificaram que o método de extração da película (ex. azoto líquido ou água quente) influencia a quantidade extraída de polifenóis, tendo sido as maiores recuperações destes compostos obtidas em películas de amêndoas sujeitas a água quente. Uma possível explicação

para o ocorrido prende-se com o facto do azoto líquido poder induzir mudanças físicas na fibra das películas da amêndoa, tornando os polifenóis menos extratáveis (Bolling *et al.*, 2009). Garrido *et al.* (2008) ao analisarem o teor de fenóis totais presentes em películas obtidas após torra da amêndoa e após sujeitas a água quente + liofilização, verificaram que as primeiras apresentavam um maior teor de fenóis totais do que as segundas. Assim, concluíram que a imersão em água quente pode originar a solubilização de alguns compostos fenólicos presentes nas películas, resultando numa menor concentração e que o tratamento térmico pode aumentar o teor em compostos fenólicos possivelmente devido à degradação de estruturas fenólicas (ex. proantocianidinas altamente polimerizadas de baixa extratibilidade e flavonóis glicosídeos) e/ou aumento da sua extratibilidade devido à destruição/amolecimento das estruturas celulares (parede celular).

Outras aplicações para a casca da amêndoa têm sido estudadas, designadamente, como: (i) adsorvente de metais pesados, tais como níquel, cádmio e chumbo de soluções aquosas, apresentando a seguinte ordem de seletividade: Pb(II)>Cd(II)>Ni(II) (Bulut & Tez, 2007); (ii) fonte de carvão activado (Hayashi *et al.*, 2002; Rodriguez-Reinoso *et al.*, 1982; Rodríguez-Reinoso *et al.*, 1984; Torregrosa & Martín-Martínez, 1991) para adsorver compostos orgânicos voláteis prejudiciais à saúde humana, como por exemplo benzeno (Bansode *et al.*, 2003) e o BTEX (correspondente ao benzeno, tolueno,

etilbenzeno e *p*-xileno) (Daifullah & Girgis, 2003); (iii) adsorvente de pentaclorofenol, composto utilizado nos pesticidas, solventes e indústria do papel, e que apresenta baixa biodegradabilidade e propriedades carcinogénicas e recalcitrantes (Estevinho *et al.*, 2006, 2008); (iv) adsorvente de tintas presentes em efluentes têxteis, tais como a *Direct Red 80 (DR 80)* (Doulati Ardejani *et al.*, 2008). Deve ser referido que estes autores analisaram a capacidade de adsorção das películas de amêndoa, casca exterior e mistura de ambas, tendo verificado que esta última opção era a mais eficiente; (v) meio de cultivo, em substituição da lã de rocha, para cultivo sem solo (Urrestarazu *et al.*, 2005); e (vi) utilizados na produção de xilo-oligossacáridos (Nabarlatz *et al.*, 2005), os quais podem ser utilizados pelas indústrias alimentar e farmacêutica para produção de xilitol (adoçante com baixo valor calórico) e de plásticos biodegradáveis, cápsulas, etc. (Nabarlatz *et al.*, 2005). Além disso, Nabarlatz *et al.* (2007) verificaram que os xilo-oligossacáridos produzidos a partir da casca da amêndoa exibiram atividade imunoestimuladora.

Quadro 15 - Compostos fenólicos extraídos da película interior da amêndoa.

Polifenol (1 g/g película)	Condições de extração						
	N ₂ O ₆ + 3,5% Ac. acético em metanol (50%) (4 °C, 18 h)	Ag. Quente + 3,5% Ac. acético em metanol (50%) (4 °C, 18 h)	N ₂ O ₆ + Extração assistida de solvente (90, 60 e 30% de metanol aquoso com 5% Ac. acético (100 °C, 1500 psi, 15 min/ciclo)	Ag. Quente + Extração assistida de solvente (90, 60 e 30% de metanol aquoso com 5% Ac. Acético (100 °C, 1500 psi, 15 min/ciclo)	Ag. Quente + Metanol/HCl (1000/1, v/v) ^c	Ag. Quente + Secagem + Metanol/HCl (1000/1, v/v) ^c	Torra + Metanol/HCl (1000/1, v/v) ^c
Ácidos hidroxibenzoico e aldeídos							
Ácido p-hidroxibenzoico	3,97	9,37	8,38	12,30	3,08-7,18	1,88-6,88	3,46-11,4
Ácido vanílico					11,1-19,2	7,29-14,5	5,95-19,2
Ácido procatecúico	12,88	41,52	39,34	61,92	6,69-17,2	7,34-32,0	15,6-43,8
Aldeído procatecúico					5,45-13,7	6,55-20,1	6,42-21,7
Ácidos hidroxicinâmicos					1,78-3,77	2,63-10,6	5,30-11,7
Ácido trans-p-cumárico					ND-1,06	ND-0,73	0,81-1,42
Ácido clorogênico					1,76-3,77	2,00-10,8	3,88-10,9
Flavan-3-óis							
(+)-Catequina	157,93	331,22	345,22	366,26	20,1-38,3	36,4-90,1	44,0-134
(-)-Epicatequina	94,88	232,01	145,90	266,08	7,17-26,5	14,8-37,9	15,0-92,9
B3+B1					13,0-19,6	11,8-23,8	15,7-29,6
B2					2,34-9,64	5,34-16,1	14,1-33,9
B7					3,72-5,57	5,63-13,9	14,5-24,7
B5					2,29-5,38	3,46-6,57	5,15-15,1
C1					3,69-5,96	3,45-15,3	7,50-25,5
Flavonol glucosídeos							
Kaempferol-3-O-rutinosídeo	151,92	232,52	130,30	219,64	5,26-40,7	12,8-43,5	25,4-80,4
Kaempferol-3-O-glucosídeo	26,74	37,39	29,98	37,71	ND-14,2	ND-16,6	6,08-20,5
Kaempferol-3-O-galactosídeo	7,24 ^a	19,90 ^a	14,16 ^a	21,69 ^a			
Isoramnetina-3-O-rutinosídeo	538,23	741,36	416,82	717,63	5,34-58,0	27,6-56,3	57,3-123
Isoramnetina-3-O-glucosídeo	149,27	145,39	88,83	147,03	5,02-15,3	8,85-15,6	10,4-26,3
Quercetina-3-O-rutinosídeo	12,64	16,59	10,30	16,22			
Quercetina-3-O-glucosídeo					ND-1,71	1,33-2,63	ND-4,66
Quercetina-3-O-galactosídeo	9,91	13,64	8,80	13,69			
Flavonona glucosídeos							
Naringenina-7-O-glucosídeo	30,40	49,31	36,94	58,84	2,34-25,9	6,84-23,9	15,1-54,4
Eriodictiol-7-O-glucosídeo					2,5-2,65	0,81-1,68	0,91-2,38
Flavonol agliconas							
Kaempferol	3,72	4,86	3,66	4,36	2,75-10,5	1,71-4,09	1,96-4,51
Quercetina	1,73	1,04	0,01	1,25	1,02-4,89	1,43-3,48	3,11-4,00
Isoramnetina	13,31	32,00	13,10	13,72	5,92-16,0	4,19-6,20	4,00-5,92
Dihidroflavonol agliconas							
Dihidrokaempferol	71,84 ^b	97,89 ^b	53,31 ^b	97,06 ^b			
Dihidroquercetina					ND-10,3	ND-9,01	6,09-16,1
Flavonona agliconas							
Naringenina	97,04	97,36	65,71	94,70	3,70-12,1	2,83-8,20	1,35-19,0
Eriodictiol	4,63	4,60	3,01	4,35	2,98-7,76	2,34-3,54	2,09-6,98
Referência	Bolling <i>et al.</i> , 2009	Bolling <i>et al.</i> , 2009	Bolling <i>et al.</i> , 2009	Bolling <i>et al.</i> , 2009	Garrido <i>et al.</i> , 2008	Garrido <i>et al.</i> , 2008	Garrido <i>et al.</i> , 2008

^aA concentração de kaempferol-3-O-galactósido foi determinada em relação a equivalentes de kaempferol-3-O-glucósido. ^bA concentração de dihidrokaempferol foi determinada em relação a equivalentes de eriodictiol. ^cInclui dados de cultivares Espanholas (Ano 2004) e Americanas (Anos 2004 e 2006).

6.3. Goma de amêndoa

Recentemente, Bouaziz *et al.* (2016) avaliaram a viabilidade de utilizar goma de amêndoa (hidrocolóide natural produzido pelo tronco da amendoeira) como agente de revestimento de batatas fritas de forma a reduzir a absorção de óleo e aumentar o teor de humidade desse produto. Verificaram que um revestimento com 20 g/L de goma de amêndoa reduziu a absorção de óleo em 34% e aumentou o teor de humidade em 29,5%, indo de encontro ao mercado de produtos com baixo teor em gordura e de baixas calorias. Além disso, as batatas fritas revestidas com goma de amêndoa apresentaram uma aceitabilidade geral melhor do que as não revestidas (Bouaziz *et al.*, 2016).

7. Conclusões

Com a presente revisão pretendeu-se demonstrar que resultado da sua riqueza em ácidos gordos insaturados, tais como ácidos oleico e linoleico, vitamina E (principalmente α -tocoferol) e minerais, a amêndoa tem vários benefícios para a saúde humana, tais como redução do colesterol e propriedades prebióticas. Contudo, as condições de armazenamento afetam a composição do fruto, designadamente a temperatura de armazenamento e a embalagem utilizada. Relativamente ao consumo da amêndoa, esta é consumida em fresco ou após transformação, como por exemplo, despelada, granulada,

palitada, laminada ou em pó (farinha), e após torra ou fritura. A amêndoa é também muito utilizada na pastelaria (como por exemplo na elaboração de doces regionais), para extração de óleo e na produção de “leite de amêndoa”. Este fornece cálcio e fitoesteróis, apresentando um perfil lipídico interessante, onde predominam os ácidos gordos insaturados. Relativamente aos subprodutos - casca verde, casca exterior e película - podem vir a ser mais valorizados no futuro como fontes de compostos bioativos, adsorventes, meios de cultivo, etc.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Amendouro – Comércio e Indústria de Frutos Secos, S.A., toda a disponibilidade demonstrada e de terem permitido a recolha de fotografias nas suas instalações.

8. Referências Bibliográficas

Abdallah, A.; Ahumada, M.H. e Gradziel, T.M. (1998). Oil content and fatty acid composition of almond kernels from different genotypes and California production regions. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 123, 1029–1033.

Ahrens, S.; Venkatachalam, M.; Mistry, A.M.; Lapsley, K. e Sathe, S.K. (2005). Almond (*Prunus dulcis* L.) protein quality. *Plant Foods Hum. Nutr. Dordr. Neth.* 60, 123–128.

Askin, M.A.; Balta, M.F.; Tekintas, F.E.; Kazankaya, A. e Balta, F. (2007). Fatty acid composition affected by kernel weight in almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb.] genetic resources. *J. Food Compos. Anal.* 20, 7–12.

Baiano, A. e Del Nobile, M.A. (2005). Shelf life extension of almond paste pastries. *J. Food Eng.* 66, 487–495.

Bansode, R.R.; Losso, J.N.; Marshall, W.E.; Rao, R.M. e Portier, R.J. (2003). Adsorption of volatile organic compounds by pecan shell- and almond shell-based granular activated carbons. *Bioresour. Technol.* 90, 175–184.

Barreira, J.C.M.; Ferreira, I.C.F.R.; Oliveira, M.B.P.P. e Pereira, J.A. (2008). Antioxidant activity and bioactive compounds of ten Portuguese regional and commercial almond cultivars. *Food Chem. Toxicol.* 46, 2230–2235.

Barreira, J.C.M.; Casal, S.; Ferreira, I.C.F.R.; Peres, A.M.; Pereira, J.A. e Oliveira, M.B.P.P. (2012). Supervised Chemical Pattern Recognition in Almond (*Prunus dulcis*) Portuguese PDO Cultivars: PCA- and LDA-Based Triennial Study. *J. Agric. Food Chem.* 60, 9697–9704.

Bolling, B.W.; Dolnikowski, G.; Blumberg, J.B. e Oliver Chen, C.Y. (2009). Quantification of Almond Skin Polyphenols by Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Food Sci.* 74, C326–C332.

Bolling, B.W.; McKay, D.L. e Blumberg, J.B. (2010a). The phytochemical composition and antioxidant actions of tree nuts. *ASIA Pac. J. Clin. Nutr.* 19, 117–123.

Bolling, B.W.; Dolnikowski, G.; Blumberg, J.B. e Chen, C.-Y.O. (2010b). Polyphenol content and antioxidant activity of California almonds depend on cultivar and harvest year. *Food Chem.* 122, 819–825.

Bouaziz, F.; Koubaa, M.; Neifar, M.; Zouari-Ellouzi, S.; Besbes, S.; Chaari, F.; Kamoun, A.; Chaabouni, M.; Chaabouni, S.E. e Ghorbel, R.E. (2016). Feasibility of using almond gum as coating agent to improve the quality of fried potato chips: Evaluation of sensorial properties. *LWT - Food Sci. Technol.* 65, 800–807.

Bulut, Y. e Tez, Z. (2007). Adsorption studies on ground shells of hazelnut and almond. *J. Hazard. Mater.* 149, 35–41.

Carratalá, M.L.M.; García-López, C.; Berenguer-Navarro, V. e Grané-Teruel, N. (1998). New contribution to the chemometric characterization of almond cultivars on the basis of their fatty acid profiles. *J. Agric. Food Chem.* 46, 963–967.

Chen, C.-Y.O. e Blumberg, J.B. (2008). In Vitro Activity of Almond Skin Polyphenols for Scavenging Free Radicals and Inducing Quinone Reductase. *J. Agric. Food Chem.* 56, 4427–4434.

Chen, C.-Y.; Milbury, P.E.; Lapsley, K. e Blumberg, J.B. (2005). Flavonoids from Almond Skins Are Bioavailable and Act Synergistically with Vitamins C and E to Enhance Hamster and Human LDL Resistance to Oxidation. *J. Nutr.* 135, 1366–1373.

Chen, C.-Y.; Lapsley, K. e Blumberg, J. (2006). A nutrition and health perspective on almonds. *J. Sci. Food Agric.* 86, 2245–2250.

Daifullah, A.A. e Girgis, B.. (2003). Impact of surface characteristics of activated carbon on adsorption of BTEX. *Colloids Surf. Physicochem. Eng. Asp.* 214, 181–193.

Doulati Ardejani, F.; Badii, K.; Limaee, N.Y.; Shafaei, S.Z. e Mirhabibi, A.R. (2008). Adsorption of Direct Red 80 dye from aqueous solution onto almond shells: Effect of pH, initial concentration and shell type. *J. Hazard. Mater.* 151, 730–737.

Esfahlan, A.J.; Jamei, R. e Esfahlan, R.J. (2010). The importance of almond (*Prunus amygdalus* L.) and its by-products. *Food Chem.* 120, 349–360.

Estevinho, B.N.; Ratola, N.; Alves, A. e Santos, L. (2006). Pentachlorophenol removal from aqueous matrices by sorption with almond shell residues. *J. Hazard. Mater.* 137, 1175–1181.

Estevinho, B.N.; Ribeiro, E.; Alves, A. e Santos, L. (2008). A preliminary feasibility study for pentachlorophenol column sorption by almond shell residues. *Chem. Eng. J.* 136, 188–194.

Gallier, S.; Gordon, K.C. e Singh, H. (2012). Chemical and structural characterisation of almond oil bodies and bovine milk fat globules. *Food Chem.* 132, 1996–2006.

García-López, C., Grané-Teruel, N., Berenguer-Navarro, V., García-García, J.E., and Martín-Carratalá, M.L. (1996). Major Fatty Acid Composition of 19 Almond Cultivars of Different Origins. A Chemometric Approach. *J. Agric. Food Chem.* 44, 1751–1755.

García-Pascual, P.; Mateos, M.; Carbonell, V. e Salazar, D. (2003). Influence of Storage Conditions on the Quality of Shelled and Roasted Almonds. *Biosyst. Eng.* 84, 201–209.

Garrido, I.; Monagas, M.; Gómez-Cordovés, C. e Bartolomé, B. (2008). Polyphenols and Antioxidant Properties of Almond Skins: Influence of Industrial Processing. *J. Food Sci.* 73, C106–C115.

Gibson, G.R.; Probert, H.M.; Loo, J.V.; Rastall, R.A. e Roberfroid, M.B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr. Res. Rev.* 17, 259.

Gou, P.; Díaz, I.; Guerrero, L.; Valero, A.; Arnau, J. e Romero, A. (2000). Physico-chemical and sensory property changes in

almonds of Desmayo Largueta variety during toasting. *Food Sci. Technol. Int.* 6, 1–7.

Guadagni, D.G.; Soderstrom, E.L. e Storey, C.L. (1978). Effect of controlled atmosphere on flavor stability of almonds. *J. Food Sci.* 43, 1077–1080.

Hayashi, J.; Horikawa, T.; Takeda, I.; Muroyama, K. e Nasir Ani, F. (2002). Preparing activated carbon from various nutshells by chemical activation with K_2CO_3 . *Carbon* 40, 2381–2386.

INSA (2006). Tabela da Composição de Alimentos. Lisboa, Centro de Segurança Alimentar e Nutrição - Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (ISBN: 972-8643-19-5).

Jaceldo-Siegl, K.; Sabaté, J.; Rajaram, S. e Fraser, G.E. (2004). Long-term almond supplementation without advice on food replacement induces favourable nutrient modifications to the habitual diets of free-living individuals. *Br. J. Nutr.* 92, 533–540.

Jenkins, D.J.A.; Kendall, C.W.C.; Marchie, A.; Josse, A.R.; Nguyen, T.H.; Faulkner, D.A.; Lapsley, K. e Jeffrey Blumberg (2008). Almonds Reduce Biomarkers of Lipid Peroxidation in Older Hyperlipidemic Subjects. *J. Nutr.* 138, 908–913.

Kamil, A. e Chen, C.-Y.O. (2012). Health Benefits of Almonds beyond Cholesterol Reduction. *J. Agric. Food Chem.* 60, 6694–6702.

Kodad, O. e Socias i Company, R. (2006). Phenotypic correlation between some agrochemical traits of the almond kernel. *Acta Hortic.* 726, 259–264.

Kodad, O.; Socias i Company, R.; Prats, M.S. e López Ortiz, M.C. (2006). Variability in tocopherol concentrations in almond oil and its use as a selection criterion in almond breeding. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 81, 501–507.

Kodad, O.; Estopañan, G.; Juan, T.; Molino, F.; Mamouni, A.; Messaoudi, Z.; Lahlou, M. e Socias I Company, R. (2010). Plasticity and stability in the major fatty acid content of almond

kernels grown under two Mediterranean climates. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* **85**, 381–386.

Kodad, O.; Alonso, J.M.; Espiau, M.T.; Estopañán, G.; Juan, T. e Socias i Company, R. (2011). Chemometric characterization of almond germplasm: compositional aspects involved in quality and breeding. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **136**, 273–281.

Love, L. (2014). The Truth About Almond Milk. *Dance Mag.* 56–57.

Mandalari, G.; Nueno-Palop, C.; Bisignano, G.; Wickham, M.S.J. e Narbad, A. (2008). Potential Prebiotic Properties of Almond (*Amygdalus communis* L.) Seeds. *Appl. Environ. Microbiol.* **74**, 4264–4270.

Martín-Carratalá, M.L.; Llorens-Jordá, C.; Berenguer-Navarro, V. e Grané-Teruel, N. (1999). Comparative Study on the Triglyceride Composition of Almond Kernel Oil. A New Basis for Cultivar Chemometric Characterization. *J. Agric. Food Chem.* **47**, 3688–3692.

Milbury, P.E.; Chen, C.-Y.; Dolnikowski, G.G. e Blumberg, J.B. (2006). Determination of Flavonoids and Phenolics and Their Distribution in Almonds. *J. Agric. Food Chem.* **54**, 5027–5033.

Moure, A.; Pazos, M.; Medina, I.; Domínguez, H. e Parajó, J.C. (2007). Antioxidant activity of extracts produced by solvent extraction of almond shells acid hydrolysates. *Food Chem.* **101**, 193–201.

Nabarlatz, D.; Farriol, X. e Montané, D. (2005). Autohydrolysis of Almond Shells for the Production of Xylo-oligosaccharides: Product Characteristics and Reaction Kinetics. *Ind. Eng. Chem. Res.* **44**, 7746–7755.

Nabarlatz, D.; Montané, D.; Kardošová, A.; Bekešová, S.; Hříbalová, V. e Ebringerová, A. (2007). Almond shell xylo-oligosaccharides exhibiting immunostimulatory activity. *Carbohydr. Res.* **342**, 1122–1128.

Piscopo, A.; Romeo, F.V.; Petrovicova, B. e Poiana, M. (2010a). Effect of the harvest time on kernel quality of several almond varieties (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb). *Sci. Hortic.* 125, 41–46.

Rizzolo, A.; Senesi, E. e Colombo, C. (1994). Studies on the storage of shelled and in-shell almonds. *Acta Hortic.* 373, 259–264.

Rodriguez-Reinoso, F.; de D. Lopez-Gonzalez, J. e Berenguer, C. (1982). Activated carbons from almond shells — I. Preparation and characterization by nitrogen adsorption. *Carbon.* 20, 513–518.

Rodríguez-Reinoso, F.; López-González, J. d. D. e Berenguer, C. (1984). Activated carbons from almond shells — II. Characterization of the pore structure. *Carbon.* 22, 13–18.

Senesi, E.; Rizzolo, A. e Sarlo, S. (1991). Effect of different packaging conditions on peeled almond stability. *Ital. J. Food Sci.* 3, 209–218.

Senesi, E.; Rizzolo, A.; Colombo, C. e Testoni, A. (1996). Influence of pre-processing storage conditions on peeled almond quality. *Ital. J. Food Sci.* 2, 115–125.

Takeoka, G.R. e Dao, L.T. (2003). Antioxidant Constituents of Almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb] Hulls. *J. Agric. Food Chem.* 51, 496–501.

Takeoka, G.; Dao, L.; Teranishi, R.; Wong, R.; Flessa, S.; Harden, L. e Edwards, R. (2000). Identification of Three Triterpenoids in Almond Hulls. *J. Agric. Food Chem.* 48, 3437–3439.

Tazi, S.; Plantevin, F.; Falco, C.D.; Puigserver, A. e Ajandouz, E.H. (2009). Effects of light, temperature and water activity on the kinetics of lipoxidation in almond-based products. *Food Chem.* 115, 958–964.

Torregrosa, R. e Martín-Martínez, J. (1991). Activation of lignocellulosic materials: a comparison between chemical,

physical and combined activation in terms of porous texture. *Fuel*. 70, 1173–1180.

Urrestarazu, M.; Martínez, G.A. e Salas, M. del C. (2005). Almond shell waste: possible local rockwool substitute in soilless crop culture. *Sci. Hortic.* 103, 453–460.

USDA (2016). *National Nutrient Database for Standard Reference Release*. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> (Consultada a 03/01/2017)

Venkatachalam, M. e Sathe, S.K. (2006). Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. *J. Agric. Food Chem.* 54, 4705–4714.

Wijeratne, S.S.K.; Abou-Zaid, M.M., e Shahidi, F. (2006). Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. *J. Agric. Food Chem.* 54, 312–318.

Zacheo, G.; Cappello, A.R.; Perrone, L.M. e Gnoni, G.V. (1998). Analysis of Factors Influencing Lipid Oxidation of Almond Seeds during Accelerated Ageing. *LWT - Food Sci. Technol.* 31, 6–9.



Centro Nacional de Competências
dos Frutos Secos

A Associação CNCFS é uma pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos. Tem como objeto promover o desenvolvimento do setor dos frutos secos em Portugal, nomeadamente: a castanha, a amêndoa, a noz, a avelã, a alfarroba e o pistácio, pela via do reforço da investigação, da promoção da inovação e da transferência e divulgação do conhecimento.