Ciência Téc. Vitiv. 23 (1) 61-71. 2008

EXIGÊNCIAS TÉRMICAS, DURAÇÃO E PRECOCIDADE DE ESTADOS FENOLÓGICOS DE CASTAS DA COLECÇÃO AMPELOGRÁFICA NACIONAL

THERMAL REQUIREMENTS, DURATION AND PRECOCITY OF PHENOLOGICAL STAGES OF GRAPEVINE CULTIVARS OF THE PORTUGUESE COLLECTION

J. Lopes[1], **J.E. Eiras-Dias**[2], **F. Abreu**[1], **P. Clímaco**[2], **J.P. Cunha**[2], **J. Silvestre**[2]

1) Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

2) INRB – EVN, Quinta da Almoinha, 2565-191 Dois Portos, Portugal

(Manuscrito recebido em 03.04.08 . Aceite para publicação em 12.06.08.)

RESUMO

A temperatura é o factor climático com maior importância no desenvolvimento da videira, controlando o ritmo a que ocorrem os vários estados fenológicos do seu ciclo biológico, nomeadamente o abrolhamento, a floração, o pintor e a maturação. Em Portugal existe pouca informação relativa às necessidades térmicas das castas destinadas à produção de vinho. O objectivo deste trabalho é avaliar as durações térmicas de cada fase do ciclo de desenvolvimento de castas da colecção ampelográfica nacional, localizada na Estação Vitivinícola Nacional em Dois Portos. As castas foram classificadas como de ciclo curto, médio ou longo de acordo com a duração de cada fase de desenvolvimento e do ciclo completo. Também se classificaram as castas em precoces, meia – estação e tardias, com referência a 1 de Janeiro.

SUMARY

Temperature is the major climate element for grapevine development, controlling the rhythm at which several phenological stages like budbreak, flowering, veraison and maturity occur during the biological cycle. In Portugal, information about the thermal requirements of the different cultivars for wine production is lacking. This work aims to evaluate the thermal durations of each development phase of grapevine cultivars of the portuguese collection, located at *Estação Vitivinícola Nacional*, Dois Portos. Cultivars were classified as short-cycle, medium-cycle or long-cycle according to the duration of both each phase of development and the full cycle. They were also classified as early-season, mid-season or late-season cultivars, starting on the 1st of January.

Palavras Chave: Videira, Fenologia, Temperatura

Key words: Grapevine, Phenology, Temperature

INTRODUÇÃO

A temperatura é determinante no desenvolvimento da vegetação em geral (Monteith, 1977) e da videira em particular (Pouget, 1972; Winkler *et al*., 1974; Huglin 1986), controlando o ritmo a que ocorrem os vários estados fenológicos do seu ciclo de desenvolvimento.

A relação geral entre a duração cronológica da fase de desenvolvimento necessária para atingir um estado fenológico e a temperatura foi redifinida por Monteith (1977) através do conceito de tempo térmico, e pode ser descrita pela equação 1 (Monteith, 1977; Ferreira e Abreu, 2001)

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\theta}(T - Tb) \qquad Tb \le T \le Top \qquad (1)$$

onde *ô* corresponde à duração cronológica (em dias) da fase, *è* (ºC d) é a duração térmica ou tempo térmico da fase, *T* é a temperatura média diária (ºC) durante o intervalo de tempo *ô*, *Tb* é a temperatura base desse estado fenológico e *Top* é a respectiva temperatura óptima. Esta equação representa a relação linear entre a taxa ou velocidade a que decorre a fase que leva a esse estado fenológico específico e a respectiva temperatura média, e é válida no intervalo de temperaturas considerado (Bonhomme, 2000). A duração térmica e a temperatura base de uma fase ou processo de desenvolvimento são na prática consideradas invariantes relativamente à temperatura tanto na vinha (Pouget, 1972; Winkler *et al*.,1974 Hidalgo, 1980; Huglin, 1986; Carbonneau *et al.,*1992; Riou, 1994) como noutras culturas, como por exemplo o girassol (Ferreira e Abreu, 2001). Assim, se *T* variar, *ô* variará de forma inversa, mantendo *è* praticamente constante.

Tendo em conta a equação 1, *è* de cada fase de desenvolvimento pode ser calculada como

$$\theta = \int_0^{\tau} (T - Tb)\,dt \qquad (2)$$

onde *T* é a temperatura média diária em cada dia *t* e os restantes símbolos têm o mesmo significado que na equação 1 (Ferreira e Abreu, 2001). A equação 2 representa a acumulação diária de temperatura, acima de *Tb*, que é necessária para que essa fase se complete e o correspondente estado fenológico de desenvolvimento seja atingido; isto é, representa a exigência térmica dessa fase. Repare-se que o conceito de tempo térmico é numericamente semelhante ao conceito de graus-dia, largamente utilizado para modelar a fenologia da videira (Hidalgo, 1980; Carbonneau *et al*., 1992; Carbonneau, 2001), ou como instrumento de zonagem agroclimática (Winkler *et al*., 1974; Huglin, 1986; Riou, 1994).

O conhecimento das durações térmicas permite a previsão da evolução dos estados fenológicos em cada local, tão importante para a racionalização das operações culturais, para a quantificação da probabilidade de riscos meteorológicos (geada, granizo, etc.) e dos respectivos prémios de seguro agrícola, assim como para a previsão de ocorrência de doenças e das datas dos respectivos tratamentos fitossanitários. Em Portugal existe pouca informação relativa às necessidades térmicas das castas destinadas à produção de vinho (Clímaco e Cunha, 2006) e informação mais pormenorizada no que se refere às castas de uva de mesa (Almeida e Grácio, 1969).

O objectivo do presente trabalho é o de determinar as durações térmicas necessárias para a ocorrência de cada estado de desenvolvimento das castas vínicas da colecção ampelográfica nacional em Dois Portos, permitindo classificá-las em castas de ciclo curto, médio e longo em função da duração do seu ciclo completo e das fases intermédias desde o abrolhamento até à floração, ao pintor e à maturação. Também se classificaram as castas em precoces, meia-estação e tardias relativamente aos vários estados fenológicos, determinando as respectivas exigências térmicas a partir de 1 de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo incidiu em 34 castas, 19 brancas e 15 tintas, pertencentes à Colecção Ampelográfica Nacional (CAN) instalada na Quinta da Almoinha, Estação Vitivinícola Nacional (EVN), em Dois Portos (latitude 39º 02' N, longitude 9º 11' W). O clima é do tipo Csb de Köppen e o solo é aluvionar.

As datas anuais dos estados fenológicos de abrolhamento, floração e pintor de cada casta, definidos de acordo com a O.I.V. (1983), foram directamente medidas. Estas medições foram feitas de 1990 até 2006 nas castas Fernão Pires e Castelão, de referência respectivamente para as castas brancas e tintas. Nas restantes castas fizeram—se medições durante períodos médios de 11 anos, pois a comparação fenológica das castas durante 9 a 10 anos é suficiente para se definirem relações fenológicas estáveis entre elas (Eiras-Dias *et al*., 2001).

A data do estado de maturação foi determinada directamente apenas nas castas de referência, tendo em conta a evolução do teor de açúcares e as particularidades do ano. As datas de maturação das restantes castas foram estimadas por comparação do grau provável destas, medido nessa mesma data, com o grau provável das castas de referência maduras.

As durações térmicas das fases de desenvolvimento foram calculadas ano a ano para cada casta com a equação 2, utilizando as temperaturas médias diárias e a temperatura base para o estado de desenvolvimento em causa. A temperatura média foi calculada como a média aritmética das temperaturas máxima e mínima diárias, mas só a partir de 1999 se fazem medições contínuas na EVN, com uma estação meteorológica automática situada próximo do campo experimental. Os valores da temperatura máxima e mínima diárias na EVN no período de 1990 a Junho de 1999 foram obtidos a partir dos valores medidos diariamente nesse período no Posto Meteorológico do Serviço de Avisos Agrícolas em Torres Vedras, a 15 Km a noroeste de Dois Portos. Para isso, estabeleceram-se regressões lineares para cada mês entre os valores diários dos dois locais no período de medições comuns de 1999 a 2006, tanto para a temperatura máxima como para a temperatura mínima. Só se consideraram os meses de Janeiro a Outubro e em qualquer deles as regressões foram muito significativas.

A temperatura base utilizada para o abrolhamento foi de 3,5ºC, determinada pelos autores para as duas castas de referência. Para os estados de desenvolvimento posteriores utilizou-se uma temperatura base de 10ºC, pois este valor tem utilização generalizada (Winkler *et al*., 1974; Huglin, 1986; Carbonneau *et al*., 1992; Riou, 1994) e só assim é possível comparar as durações térmicas aqui obtidas com as da literatura.

As castas foram classificadas como sendo de ciclo curto, médio ou longo em função da duração térmica de todo o ciclo vegetativo (abrolhamento-maturação). Esta classificação foi também aplicada a cada fase intermédia do ciclo vegetativo. Já para classificar as castas em precoces, de meia-estação e tardias relativamente a cada estado fenológico, utilizaram-se as durações térmicas de 1 de Janeiro até às datas de abrolhamento, floração, pintor e maturação. A data de 1 de Janeiro é frequentemente utilizada para o efeito (Riou, 1994). Os três intervalos de classificação das castas, tanto para o caso da duração do ciclo como para o da precocidade, foram obtidos dividindo em três partes iguais a gama de durações térmicas do conjunto de castas classificadas.

A análise estatística dos resultados foi sobretudo descritiva, recorrendo à média, ao desvio padrão e ao coeficiente de variação, por não existirem repetições para cada casta em cada ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As durações cronológicas médias (DC) e respectivos coeficientes de variação das várias fases do ciclo de desenvolvimento de cada casta, incluíndo a de 1 de Janeiro ao abrolhamento, são apresentadas nos Quadros I e II.

Considerando as fases entre estados fenológicos intermédios dentro do ciclo vegetativo, os Quadros I e II mostram que os coeficientes de variação da fase Pintor-Maturação são os mais elevados tanto nas castas brancas como nas tintas, enquanto que os da Floração-Pintor são os mais baixos. Além disso, a variabilidade interanual da duração cronológica do ciclo vegetativo completo, da ordem dos 6%, é inferior à de algumas das fases intermédias. Em geral, quanto mais curta é a fase maior é o coeficiente de variação respectivo.

Nas condições em que se encontra instalada e conduzida a CAN, a maioria da variabilidade interanual nas durações cronológicas das várias fases das castas brancas e tintas deve-se a flutuações das condições climáticas de ano para ano, sobretudo

QUADRO I

Durações cronológicas médias (DC, dias) e coeficientes de variação (CV, %) das fases do ciclo vegetativo das castas brancas da CAN.
Chronological durations of each phase of development of white grapevine cultivars of the Portuguese collection: means (DC, days) and coefficients of variation (CV, %).

	1Jan-Abr		Abr-Flo		Flor-Pin		Pint-Mat		Abr-Pin		Abr-Mat	
Castas	DC	CV	DC	CV	DC	CV	DC	CV	DC	CV	DC	CV
Alvarinho	75	10,7%	66	13,1%	81	6,3%	38	27,8%	146	5,6%	184	7,3%
Antão Vaz	76	12,5%	68	13,5%	83	5,9%	39	22,7%	151	7,0%	189	6,1%
Arinto	81	10,8%	64	13,5%	84	7,4%	45	10,9%	148	5,7%	194	3,7%
Avesso	67	10,5%	70	12,0%	90	6,3%	33	27,2%	159	5,0%	192	4,8%
Bical	69	12,6%	70	14,8%	82	8,1%	34	35,5%	151	7,0%	186	5,1%
(Boal) Ratinho	75	9,2%	68	13,1%	76	5,0%	43	23,5%	144	5,1%	187	5,8%
Chardonnay	72	10,4%	66	12,3%	78	4,6%	54	14,2%	144	6,0%	197	4,6%
Encruzado	76	9,1%	64	12,9%	82	6,4%	38	26,9%	146	5,5%	183	6,8%
Fernão Pires	73	11,0%	68	12,2%	75	6,1%	44	20,8%	143	5,5%	187	5,8%
Fonte Cal	72	11,3%	68	13,7%	81	6,9%	33	32,5%	149	6,7%	182	6,5%
Gouveio	78	9,6%	66	11,9%	78	10,0%	43	29,7%	144	4,0%	187	6,3%
Loureiro	73	12,2%	69	14,0%	87	5,7%	43	23,2%	156	6,2%	198	5,9%
Malvasia Fina	75	11,9%	68	12,4%	77	5,5%	38	30,9%	146	5,8%	184	7,2%
Moscatel Graúdo	83	8,5%	67	13,8%	75	10,3%	44	26,1%	141	7,8%	186	4,2%
Rabigato	71	11,4%	70	14,4%	81	8,7%	41	34,4%	151	7,0%	191	6,3%
Sercial	76	9,2%	67	12,5%	81	6,2%	47	17,0%	148	4,8%	194	5,4%
Síria	76	11,7%	67	14,7%	80	6,7%	45	25,9%	147	6,6%	192	5,9%
Verdelho[1]	74	6,1%	69	7,3%	83	9,4%	-	-	152	2,0%	-	-
Viosinho	73	7,3%	64	13,1%	78	6,6%	34	31,6%	142	6,8%	177	4,9%
Média	**75**	**10,6%**	**67**	**13,2%**	**80**	**6,8%**	**41**	**25,6%**	**148**	**6,0%**	**188**	**5,7%**

[1]Existem apenas dados de quatro anos, pelo que esta casta não foi tida em conta no cálculo da média.

QUADRO II

Durações cronológicas médias (DC, dias) e coeficientes de variação (CV, %) das fases do ciclo vegetativo das castas tintas da CAN
Chronological durations of each phase of development of red grapevine cultivars of the Portuguese collection: means (DC, days) and coefficients of variation (CV, %).

	1Jan-Abr		Abr-Flo		Flor-Pin		Pint-Mat		Abr-Pin		Abr-Mat	
Castas	DC	CV	DC	CV	DC	CV	DC	CV	DC	CV	DC	CV
Alfrocheiro	69	13,7%	70	15,3%	71	7,5%	41	24,4%	142	6,6%	182	7,6%
Aragonez	77	11,3%	66	13,6%	70	4,9%	45	23,0%	136	6,8%	181	8,8%
Baga	80	10,7%	64	13,3%	76	6,1%	66	12,4%	139	6,4%	206	3,9%
Castelão	70	13,2%	68	12,5%	79	5,2%	44	17,1%	147	5,9%	191	6,1%
Cabernet Sal.	85	9,3%	60	15,2%	77	7,5%	49	19,9%	137	6,2%	186	5,4%
Jaen	76	11,9%	66	15,8%	67	6,8%	48	28,0%	134	6,9%	182	9,9%
Ramisco	80	11,3%	66	14,2%	87	5,1%	31	37,6%	153	4,4%	184	6,4%
Rufete	72	11,6%	64	13,8%	69	3,2%	54	19,7%	133	6,8%	186	6,4%
Tinta Barroca	72	11,1%	66	14,7%	67	6,9%	57	16,3%	134	7,2%	190	8,4%
Tinta Caiada[2]	76	14,0%	69	11,5%	72	6,6%	56	25,3%	141	7,4%	196	11,7%
Tinto Cão	73	11,6%	65	14,3%	80	5,9%	44	27,5%	145	5,6%	189	9,0%
Touriga Franca	71	12,0%	66	13,7%	67	4,3%	63	20,2%	133	7,5%	195	8,1%
Touriga Nacional	73	8,7%	65	13,5%	81	4,9%	52	16,1%	147	5,6%	199	4,6%
Trincadeira	79	9,9%	65	15,2%	73	6,2%	54	18,7%	139	5,3%	193	5,2%
Vinhão	82	9,9%	64	15,2%	73	6,2%	43	18,7%	137	5,3%	180	5,2%
Média	**76**	**11,1%**	**65**	**14,3%**	**74**	**5,8%**	**49**	**21,4%**	**140**	**6,2%**	**189**	**6,8%**

[2]Existem apenas dados de cinco anos, pelo que esta casta não foi tida em conta no cálculo da média.

da temperatura, mas também da precipitação. Contudo, Calo (1972), Buttrose e Hale (1973), Huglin (1986) e Carbonneau *et al*. (1992) referem que as flutuações climáticas são maiores que as flutuações da fenologia da videira, o que leva a crer na existência de um ritmo biológico interno que atenue os efeitos da variação do clima nas durações cronológicas do ciclo vegetativo.

Nos Quadros I e II é também visível que algumas castas têm maior variabilidade interanual das durações cronológicas do que outras, provavelmente porque a resposta ecofisiológica das castas à variação interanual do clima é diferente de casta para casta. Por exemplo, os coeficientes de variação das diferentes fases fenológicas da casta Chardonnay são relativamente pequenos. Esta casta não parece ser muito sensível ao meio quando comparada com as restantes, e talvez por isso seja uma casta internacional, cultivada numa grande diversidade de climas.

São apresentadas nos Quadros III e IV as durações térmicas médias (DT) e os coeficientes de variação das várias fases do ciclo de desenvolvimento de cada casta, assim como do período de 1 de Janeiro ao abrolhamento.

As DT têm a grande vantagem de minimizar ou eliminar o efeito das variações interanuais da temperatura no desenvolvimento, pelo que seria de esperar uma redução nos coeficientes de variação das durações térmicas em comparação com os das durações cronológicas. De facto isto sucede nas fases que levam ao abrolhamento e à floração, mas na fase se-

QUADRO III

Durações térmicas médias (DT, ºC d) e coeficientes de variação (CV, %) das fases do ciclo vegetativo das castas brancas.
Thermical durations of each phase of development of white grapevine cultivars of the Portuguese collection: means (DC, days) and coefficients of variation (CV, %).

	1Jan-Abr		Abr-Flo		Flor-Pin		Pint-Mat		Abr-Pin		Abr-Mat	
Castas	DT	CV	DT	CV	DT	CV	DT	CV	DT	CV	DT	CV
Alvarinho	563	5,3%	305	10,3%	792	12,3%	407	29,1%	1097	7,9%	1494	6,3%
Antão Vaz	576	8,3%	323	9,5%	825	11,0%	406	23,9%	1147	7,4%	1545	6,5%
Arinto	634	7,9%	318	7,4%	842	9,6%	447	17,3%	1159	7,5%	1603	6,1%
Avesso	494	9,1%	310	8,3%	875	10,0%	351	26,4%	1186	7,0%	1526	6,4%
Bical	505	5,0%	308	9,1%	798	15,1%	371	39,1%	1107	9,7%	1479	6,6%
(Boal) Ratinho	574	7,6%	320	8,1%	746	7,4%	461	24,4%	1066	3,7%	1519	8,9%
Chardonnay	538	9,6%	297	9,7%	737	9,6%	567	19,1%	1034	5,3%	1594	7,4%
Encruzado	592	6,3%	293	10,4%	798	13,2%	402	27,3%	1092	8,8%	1484	5,8%
Fernão Pires	540	6,9%	302	8,6%	721	11,9%	475	22,5%	1023	7,6%	1497	5,8%
Fonte Cal	548	8,2%	309	9,6%	790	12,3%	351	33,7%	1099	7,5%	1445	4,6%
Gouveio	575	6,6%	292	7,0%	784	17,2%	434	28,2%	1076	12,4%	1509	4,8%
Loureiro	543	5,9%	316	8,7%	868	9,4%	432	24,3%	1184	6,9%	1612	6,0%
Malvasia Fina	568	6,4%	325	8,1%	767	11,7%	410	31,2%	1091	7,7%	1494	6,8%
Moscatel Graúdo	666	6,9%	330	8,5%	735	12,3%	455	26,3%	1065	7,5%	1509	7,4%
Rabigato	540	6,6%	323	9,1%	789	14,3%	422	36,6%	1113	8,3%	1523	7,6%
Sercial	582	7,9%	318	8,4%	792	8,3%	480	16,3%	1110	4,1%	1578	5,3%
Síria	580	7,2%	311	8,0%	805	13,4%	457	23,6%	1116	8,8%	1566	6,3%
Verdelho	572	3,2%	282	13,4%	800	14,5%	244	29,3%	1081	10,4%	1301	6,6%
Viosinho	570	5,9%	283	12,8%	735	12,6%	381	34,5%	1018	6,9%	1390	7,4%
Média	**566**	**7,1%**	**310**	**9,0%**	**789**	**11,8%**	**428**	**26,9%**	**1099**	**7,5%**	**1520**	**6,5%**

QUADRO IV

Durações térmicas médias (DT, ºC d) e coeficientes de variação (CV, %) das fases do ciclo vegetativo das castas tintas.
Thermical durations of each phase of development of redgrapevine cultivars of the Portuguese collection: means (DC, days) and coefficients of variation (CV, %).

	1Jan-Abr		Abr-Flo		Flor-Pin		Pint-Mat		Abr-Pin		Abr-Mat	
Castas	DT	CV	DT	CV	DT	CV	DT	CV	DT	CV	DT	CV
Alfrocheiro	507	7,6%	312	9,2%	673	6,4%	456	21,2%	985	4,7%	1438	7,4%
Aragonez	582	6,4%	305	7,9%	675	9,0%	486	19,9%	980	5,9%	1460	6,9%
Baga	623	10,5%	307	8,7%	739	8,4%	644	19,7%	1046	3,9%	1690	5,5%
Castelão	514	8,9%	291	11,0%	764	8,5%	466	16,8%	1055	6,8%	1521	5,9%
Cabernet Sauvignon	669	9,2%	298	7,6%	762	13,1%	496	23,3%	1061	8,5%	1558	3,0%
Jaen	577	7,0%	310	7,8%	643	10,4%	530	24,2%	953	5,8%	1477	7,0%
Ramsico	622	9,1%	315	8,6%	866	8,1%	297	36,9%	1174	7,3%	1469	6,2%
Rufete	551	6,7%	283	11,7%	632	10,6%	582	16,6%	914	5,9%	1487	5,7%
Tinta Barroca	544	6,8%	300	10,1%	620	9,4%	617	15,4%	921	6,9%	1529	8,4%
Tinta Caiada	561	13,1%	304	6,2%	707	9,8%	587	18,3%	1011	7,0%	1598	5,6%
Tinto Cão	545	4,4%	294	9,0%	771	9,9%	470	26,6%	1065	6,7%	1530	7,6%
Touriga Franca	528	7,3%	292	10,5%	618	10,7%	673	15,4%	910	7,0%	1573	5,4%
Touriga Nacional	552	8,3%	293	8,2%	778	7,0%	535	16,5%	1072	3,4%	1604	3,8%
Trincadeira	614	10,7%	311	7,0%	715	6,8%	559	18,6%	1026	4,2%	1582	5,3%
Vinhão	638	5,9%	318	10,0%	722	9,8%	456	28,0%	1041	7,0%	1492	7,7%
Média	**576**	**7,8%**	**302**	**9,1%**	**713**	**9,2%**	**519**	**21,4%**	**1014**	**6,0%**	**1529**	**6,1%**

guinte, da Floração-Pintor os coeficientes de variação das DT aumentam relativamente aos das DC, enquanto que os da fase Pintor-Maturação se mantém os mais elevados e semelhantes aos das DC, tanto nas castas brancas como nas tintas, mostrando que estas duas últimas fases parecem estar pouco relacionadas com a temperatura. Já a variação das DT do ciclo completo é semelhante à das durações cronológicas.

A grande variabilidade interanual das durações da fase Pintor-Maturação foi também referida por Clímaco e Cunha (2006) e pode estar relacionada com dificuldades práticas na observação destes estados, comparativamente aos de abrolhamento e floração. No entanto, Calo *et al*. (1992) mostraram que o pintor é o estado fenológico que apresenta a menor variabilidade no que respeita às condições ambientais, e talvez por isso a fase floração-pintor seja aquela com menor coeficiente de variação das DC, e que responde negativamente em termos de variabilidade à incorporação da temperatura no cálculo das durações. Independentemente da temperatura, o pintor parece ocorrer cerca de 70 a 80 dias após floração, os menores valores nas tintas e os maiores nas brancas.

No caso da maturação, o número de factores susceptíveis de causarem variabilidade interanual é provavelmente maior do que nos outros estados fenológicos, afectando a resposta à temperatura. Se as condições térmicas forem adequadas, factores ambientais como o estado hídrico, a radiação solar, o comprimento do dia, ou a textura do solo podem condicionar fortemente a maturação, afectando as durações cronológicas e as térmicas (McIntyre *et al*., 1987). Nas condições da CAN, só o estado hídrico terá importância em termos de variação de ano para ano. Além disso, outro tipo de factores como as doenças e a produtividade anual são importantes para uma maturação correcta, afectando por isso a data de maturação e a variabilidade interanual das durações térmicas (McIntyre *et al*., 1982).

Alguma da variação de ano para ano das durações térmicas de qualquer das fases pode estar relacionada com a temperatura média que se utiliza. A temperatura média diária é frequentemente calculada como o valor médio da temperatura máxima e mínima desse dia, tal como foi feito neste trabalho, no pressuposto que a variação da temperatura ao longo do dia é sinusoidal, com 12 horas de temperatura abaixo do valor médio e 12 horas acima. Este valor médio encobre o facto da temperatura instantânea do ar poder ser maior do que a temperatura óptima nos períodos mais quentes do dia (Andrade, 2001). Nesses períodos, a taxa de desenvolvimento diminui e essa diminuição não é tida em conta no cálculo das durações térmicas, aumentando a variabilidade interanual devido aos diferentes regimes térmicos de ano para ano. Por outro lado, em vez da temperatura do ar dever-se-ia utilizar a temperatura do meristema vegetativo responsável pelo processo de desenvolvimento em causa, que frequentemente não são iguais. A diferença entre ambas as temperaturas depende sobretudo do regime hídrico e, como este varia de ano para ano, introduz alguma variabilidade nos valores das durações térmicas.

A comparação de durações térmicas referidas por diferentes autores para uma mesma casta deve ser cuidadosa e ter em conta que o valor indicado depende do período de integração utilizado para o cálculo da temperatura média. McIntyre *et al*. (1987) mostraram que na Califórnia, em condições climáticas relativamente idênticas às portuguesas, as durações térmicas calculadas a partir das temperaturas médias horárias (ou em períodos mais curtos) são significativamente inferiores, em cerca de 20% em média, às obtidas com o valor médio das temperaturas máxima e mínima diárias.

Considerando as quatro fases, as durações térmicas parecem ser preferíveis às durações cronológicas na descrição do desenvolvimento tanto das castas brancas como das tintas. Por isso, as castas foram classificadas em função das exigências térmicas requeridas para cada fase, e das requeridas para cada estado fenológico a partir de 1 de Janeiro, ordenando-as de acordo com essas exigências (ver anexos A e B). O Quadro V resume essa classificação para cada casta, onde as fases e o ciclo completo são categorizados em curtos, médios e longos e os estados fenológicos em precoces, meia-estação e tardios. Como exemplo, é possível distinguir o Fernão Pires e a Touriga Nacional como castas precoces relativamente ao abrolhamento, ao contrário do Arinto ou do Cabernet Sauvignon que são castas tardias relativamente a este estado fenológico. Também se pode identificar castas de ciclo curto como o Verdelho e o Rufete e castas de ciclo longo como o Arinto e a Touriga Nacional. Relativamente à maturação, distinguem-se castas tardias como o Arinto e o Cabernet Sauvignon e castas precoces como o Aragonez e o Castelão. As castas que têm um ciclo completo curto, médio ou longo não têm necessariamente uma maturação respectivamente precoce, média ou tardia. Tudo depende da precocidade dos estados fenológicos anteriores.

CONCLUSÕES

As durações térmicas são um bom indicador de desenvolvimento de algumas fases do ciclo da videira, nomeadamente o abrolhamento e a floração e também do ciclo completo e devem ser utilizados quando se pretende conhecer quais as castas mais aptas a determinada região.

A classificação que aqui se apresenta é baseada nas durações térmicas determinadas apenas num local. Pretende-se ampliá-la num futuro próximo, tendo em conta outras castas e também as exigências térmicas das mesmas castas noutras zonas do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, J.A., 2001. *Temperatura do solo (e análise de Fourier), humidade do solo e desenvolvimento inicial de várias culturas*

QUADRO V

Síntese da classificação das castas em relação a cada um dos estados fenológicos e à duração das fases.
Summary of the classification of the cultivars in relation to the duration of each phase and phenological stage of development.

	ABR	Abro-Flo	**FLO**	Flo-Pin	**PIN**	Pin-Mat	**MAT**	**ABR-MAT**
CASTAS BRANCAS								
ALVARINHO	ME	M	P	L	ME	C	P	M
ARINTO	T	L	T	L	T	M	T	L
ANTÃO VAZ	ME	L	ME	L	T	C	ME	M
AVESSO	P	M	P	L	ME	C	P	M
BICAL	P	M	P	L	ME	C	P	C
(BOAL) RATINHO	ME	L	ME	M	ME	M	ME	M
CHARDONNAY	P	C	P	M	ME	L	ME	L
ENCRUZADO	ME	C	ME	L	T	C	ME	C
FERNÃO PIRES	P	M	P	M	ME	M	P	M
FONTE CAL	P	M	P	L	ME	C	P	C
GOUVEIO	ME	C	P	M	ME	M	ME	M
LOUREIRO	P	L	P	L	T	M	ME	L
MALVASIA FINA	ME	L	ME	M	ME	C	P	M
MOSCATEL GRAÚDO	T	L	T	M	T	M	ME	M
RABIGATO	P	L	P	M	ME	C	P	M
SERCIAL	ME	L	ME	L	T	M	ME	M
SIRIA	ME	M	ME	L	T	M	ME	M
VIOSINHO	ME	C	P	M	ME	C	P	C
VERDELHO	ME	C	P	L	ME	C	P	C
CASTAS TINTAS								
ALFROCHEIRO	P	M	P	C	P	M	P	C
ARAGONEZ	ME	M	ME	C	ME	M	P	C
BAGA	T	M	ME	M	ME	L	T	L
CABERNET SAUV.	T	C	T	M	T	M	T	M
CASTELÃO	P	C	P	M	ME	M	P	M
JAEN	ME	M	ME	C	P	M	P	C
RAMISCO	T	L	T	L	T	C	ME	C
RUFETE	P	C	P	C	P	L	P	C
TINTA BARROCA	P	M	P	C	P	L	ME	M
TINTA CAIADA	ME	M	P	M	ME	L	ME	L
TINTO CÃO	P	C	P	M	ME	M	ME	M
TOURIGA NACIONAL	P	C	P	M	ME	M	ME	L
TOURIGA FRANCA	P	C	P	C	P	L	ME	M
TRINCADEIRA	T	M	ME	M	ME	L	T	M
VINHÃO	T	L	T	M	ME	M	ME	M

P, precoce; ME, meia-estação; T, tardio; C, curto; M, médio; L, longo

em solos Pmg e Cb. Tese de Doutoramento, Universidade de Évora.

Almeida, J.L., Grácio, A.M., 1969. Macrozonagem da Uva de mesa em Portugal Continental. 68p. *De VINEA et VINO Portugaliae* Documenta, **4** (2), Lisboa.

Bonhomme, R., 2000. Bases and limits to using 'degree.day' units. *European Journal of Agronomy*, **13** (1), 1-10.

Buttrose M.S., Hale C.R., 1973. Effect of temperature on the development of grapevine inflorescence after bud brust. *Am.J.Enol.Vitic*., **24** (1), 14-16.

Calo A., 1972a. Influenza di alcune condizione ambientali sull'epoca di fioritura nella *Vitis Vinífera*. *Riv.Vitic. Enol*., **25** (4), 149-161.

Calo, A., Costacurta, A., Tomase, D., Becker, N., Bourquin, H.D., De Villers, F.S., Garcia de Lujan, A., Huglin, P., Jaquinet, L., Le Maître, C., 1992. Durée de la période végétative de la vigne comme índice de la caractérisation du milieu. In *Atti de IV Simpósio Internazionale di Fisiologia della Vite*, O.I.V., Torino, 541-546.

Carbonneau, A., Riou, C. Guyon, D., Riom, J., Schneider,C., 1992, *Agrometeorologie de la vigne em France*. 165p. Office des Publication Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg.

Carbonneau, A., 2001. Influence des facteurs climatiques sur la constitution des raisins. *Sciences de la vigne & du vin.* **Hors Série**,

35-45.

Clímaco, P. Cunha, J.P., 2006. Exigências térmicas de algumas castas cultivadas na região da Estremadura. *Ciência e Téc.Viti*., **21** (2), 67-74.

Eiras-Dias J.E., Teixeira K., Cunha J.P, Reis J., Mestre S., Gonçalves E., Martins A., 2001 Comparação da Fenologia de Castas em Duas Situações Edafo-Climáticas Distintas. In *Comunicações ao 5º Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo*, Évora, Vol.**1**, 87-92.

Ferreira A.M., Abreu F.G., 2001. Description of development, light interception and growth of sunflower at two sowing dates and two densities. *Journal of Mathematics and Computers in Simulation,* **56**, 369-384.

Hidalgo L., 1980. Caracterizacion macrofisica del ecossitema médio-planta en los viñedos españoles. Communicaciones INIA *Série Produción vegetal*, nº.29, Madrid, 255pp.

Huglin P., 1986. *Biologie et Ecologie de la Vigne*. 372 p. Payot Ed., Lausanne.

McIntyre G.N., Ferrari, Líder L.A., 1982. The chronological classification of grapevine phenology. *Am.J.Enol.Vitic,* **33** (2), 80-85.

McIntyre G.N., Kliewwe, W.M., Líder, L.A., 1987. Some limitations of the degree day system as used in viticulture in California. *Am.J.Enol.Vitic.,* **38** (2), 128-132.

Monteith J.L., 1977 Climate. *In* P.T. Alvim, T.T, Kozlowski (eds.). *Ecophysiology of Tropical Crops*. 25 pp. Academic Press, New York.

Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.) (1983) *Code des caractères descriptifs des variétés et espèces de Vitis* O.I.V.,Paris.

Pouget R., 1972. Considérations générales sur le rythme végétatif et la dormance des bourgeons de la vigne. *Vitis* **11**, 198-217.

Riou C. 1994. *The effect of climate on grape ripening: application to the zoning of sugar content in the European community*. 319 p. Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Luxembourg. EUR 15863.

Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A., 1974. *General Viticulture*. 4th ed., 710p. Univ. of California Press, Berkeley.

ANEXO A

Classificação das castas em ciclo curto, médio e longo relativamente a cada uma das interfases do seu ciclo vegetativo

Quadro A1. Classificação das castas em função da duração do período abrolhamento-floração em ciclo curto, médio e longo

	≤ 298 °C d Ciclo CURTO			298,1 - 314 °C d Ciclo MÉDIO			≥ 314,1 °C d Ciclo LONGO	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
1	VERDELHO	282	12	TINTA BARROCA	300	25	RAMISCO	315
2	RUFETE	283	13	FERNÃO PIRES	302	26	LOUREIRO	316
3	VIOSINHO	283	14	TINTA CAIADA	304	27	ARINTO	318
4	CASTELÃO	291	15	ARAGONEZ	305	28	SERCIAL	318
5	TOURIGA FRANCA	292	16	ALVARINHO	305	29	VINHÃO	318
6	GOUVEIO	292	17	BAGA	307	30	(BOAL) RATINHO	320
7	ENCRUZADO	293	18	BICAL	309	31	ANTÃO VAZ	323
8	TOURIGA NACIONAL	293	19	FONTE CAL	309	32	RABIGATO	323
9	TINTO CÃO	294	20	AVESSO	310	33	MALVASIA FINA	325
10	CHARDONNAY	297	21	JAEN	310	34	MOSCATEL GRAÚDO	330
11	CABERNET SAUV.	298	22	TRINCADEIRA	311			
			23	SIRIA	311			
			24	ALFROCHEIRO	312			

Quadro A2. Classificação das castas em função da duração do período floração-pintor em ciclo curto, médio e longo

	≤ 704 °C d			704,1 - 789 °C d			≥789,1 °C d	
	Ciclo CURTO			Ciclo MÉDIO			Ciclo LONGO	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
1	TOURIGA FRANCA	618	7	TINTA CAIADA	707	23	FONTE CAL	790
2	TINTA BARROCA	620	8	TRINCADEIRA	715	24	ALVARINHO	792
3	RUFETE	632	9	FERNÃO PIRES	721	25	SERCIAL	792
4	JAEN	643	10	VINHÃO	722	26	BICAL	798
5	ALFROCHEIRO	673	11	MOSCATEL GRAÚDO	735	27	ENCRUZADO	798
6	ARAGONEZ	675	12	VIOSINHO	735	28	VERDELHO	800
			13	CHARDONNAY	737	29	SIRIA	805
			14	BAGA	739	30	ANTÃO VAZ	825
			15	(BOAL) RATINHO	746	31	ARINTO	842
			16	CABERNET SAUV.	762	32	RAMISCO	866
			17	CASTELÃO	764	33	LOUREIRO	868
			18	MALVASIA FINA	767	34	AVESSO	875
			19	TINTO CÃO	771			
			20	TOURIGA NACIONAL	778			
			21	GOUVEIO	784			
			22	RABIGATO	789			

Quadro A3. Classificação das castas em função da duração do período pintor-maturação em ciclo curto, médio e longo

	≤ 422 °C d			422,1 - 548 °C d			≥ 548,1°C d	
	Ciclo CURTO			Ciclo MÉDIO			Ciclo LONGO	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
	VERDELHO	244	11	LOUREIRO	432	27	TRINCADEIRA	559
1	RAMISCO	297	12	GOUVEIO	434	28	CHARDONNAY	567
2	AVESSO	351	13	ARINTO	447	29	RUFETE	582
3	FONTE CAL	351	14	MOSCATEL GRAÚDO	455	30	TINTA CAIADA	587
4	BICAL	371	15	ALFROCHEIRO	456	31	TINTA BARROCA	617
5	VIOSINHO	381	16	VINHÃO	456	32	BAGA	644
6	ENCRUZADO	402	17	SIRIA	457	33	TOURIGA FRANCA	673
7	ANTÃO VAZ	406	18	(BOAL) RATINHO	461			
8	ALVARINHO	407	19	CASTELÃO	466			
9	MALVASIA FINA	410	20	TINTO CÃO	470			
10	RABIGATO	422	21	FERNÃO PIRES	475			
			22	SERCIAL	480			
			23	ARAGONEZ	486			
			24	CABERNET SAUV.	496			
			25	JAEN	530			
			26	TOURIGA NACIONAL	535			

Quadro A4. Classificação das castas em função da duração do seu ciclo vegetativo completo

	≤ 1490 °C d			1490,1 - 1590 °C d			≥ 1590,1°C d	
	Ciclo CURTO			Ciclo MÉDIO			Ciclo LONGO	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
	VERDELHO	1301	10	VINHÃO	1492	28	CHARDONNAY	1594
1	VIOSINHO	1390	11	ALVARINHO	1494	29	TINTA CAIADA	1598
2	ALFROCHEIRO	1438	12	MALVASIA FINA	1494	30	ARINTO	1603
3	FONTE CAL	1445	13	FERNÃO PIRES	1497	31	TOURIGA NACIONAL	1604
4	ARAGONEZ	1460	14	MOSCATEL GRAÚDO	1509	32	LOUREIRO	1612
5	RAMISCO	1469	15	GOUVEIO	1509	33	BAGA	1690
6	JAEN	1477	16	(BOAL) RATINHO	1519			
7	BICAL	1479	17	CASTELÃO	1521			
8	ENCRUZADO	1484	18	RABIGATO	1523			
9	RUFETE	1487	19	AVESSO	1526			
			20	TINTA BARROCA	1529			
			21	TINTO CÃO	1530			
				ANTÃO VAZ	1545			
			23	CABERNET SAUV.	1558			
			24	SIRIA	1566			
			25	TOURIGA FRANCA	1573			
			26	SERCIAL	1577			
			27	TRINCADEIRA	1582			

ANEXO B

Classificação das castas em precoces, meia-estação e tardias relativamente a cada um dos estados fenológicos

Quadro B1. Classificação das castas em relação ao abrolhamento, em precoces, meia-estação e tardias

	≤ 553°C d			553,1 - 611°C d			≥ 611,1°C d	
	PRECOCES			MEIA - ESTAÇÃO			TARDIAS	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
1	AVESSO	494	15	TINTA CAIADA	561	28	TRINCADEIRA	614
2	BICAL	505	16	ALVARINHO	563	29	RAMISCO	622
3	ALFROCHEIRO	507	17	MALVASIA FINA	568	30	BAGA	623
4	CASTELÃO	514	18	VIOSINHO	570	31	ARINTO	634
5	TOURIGA FRANCA	528	19	VERDELHO	572	32	VINHÃO	638
6	CHARDONNAY	538	20	(BOAL) RATINHO	574	33	MOSCATEL GRAÚDO	666
7	RABIGATO	540	21	GOUVEIO	575	34	CABERNET SAUV.	669
8	FERNÃO PIRES	540	22	ANTÃO VAZ	576			
9	LOUREIRO	543	23	JAEN	577			
10	TINTA BARROCA	544	24	SIRIA	580			
11	TINTO CÃO	545	25	SERCIAL	582			
12	FONTE CAL	548	26	ARAGONEZ	582			
13	RUFETE	551	27	ENCRUZADO	592			
14	TOURIGA NACIONAL	552						

Quadro B2. Classificação das castas em relação à floração em precoces, meia-estação e tardias

	≤ 868 °C d			868,1 - 932 °C d			≥ 932,1	
	PRECOCES			MEIA - ESTAÇÃO			TARDIAS	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
1	AVESSO	804	20	ENCRUZADO	804	30	RAMISCO	936
2	CASTELÃO	806	21	ARAGONEZ	806	31	ARINTO	952
3	BICAL	814	22	JAEN	814	32	VINHÃO	957
4	ALFROCHEIRO	819	23	SIRIA	819	33	CABERNET SAUV.	967
5	TOURIGA FRANCA	819	24	MALVASIA FINA	819	34	MOSCATEL GRAÚDO	996
6	RUFETE	834	25	(BOAL) RATINHO	834			
7	CHARDONNAY	835	26	ANTÃO VAZ	835			
8	TINTO CÃO	839	27	SERCIAL	839			
9	FERNÃO PIRES	842	28	TRINCADEIRA	842			
10	TINTA BARROCA	844	29	BAGA	844			
11	TOURIGA NACIONAL	845						
12	VIOSINHO	853						
13	VERDELHO	853						
14	FONTE CAL	857						
15	LOUREIRO	859						
16	RABIGATO	863						
17	TINTA CAIADA	865						
18	GOUVEIO	867						
19	ALVARINHO	868						

Quadro B3. Classificação das castas em relação ao pintor em precoces, meia-estação e tardias

	≤ 1559°C d			1559,1- 1681°C d			≥ 1681,1°C d	
	PRECOCES			MEIA - ESTAÇÃO			TARDIAS	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
1	TOURIGA FRANCA	1437	6	ARAGONEZ	1562	26	ENCRUZADO	1683
2	TINTA BARROCA	1465	7	FERNÃO PIRES	1564	27	SERCIAL	1691
3	RUFETE	1466	8	CASTELÃO	1570	28	SIRIA	1697
4	ALFROCHEIRO	1492	9	CHARDONNAY	1572	29	ANTÃO VAZ	1723
5	JAEN	1530	10	TINTA CAIADA	1573	30	LOUREIRO	1727
			11	VIOSINHO	1587	31	CABERNET SAUV.	1730
			12	TINTO CÃO	1611	32	MOSCATEL GRAÚDO	1730
			13	BICAL	1612	33	ARINTO	1794
			14	TOURIGA NACIONAL	1623	34	RAMISCO	1803
			15	TRINCADEIRA	1640			
			16	(BOAL) RATINHO	1641			
			17	FONTE CAL	1646			
			18	GOUVEIO	1650			
			19	RABIGATO	1653			
			20	VERDELHO	1653			
			21	ALVARINHO	1659			
			22	MALVASIA FINA	1660			
			23	BAGA	1669			
			24	VINHÃO	1679			
			25	AVESSO	1679			

Quadro B4. Classificação das castas em relação à maturação, em precoces, meia-estação e tardias

	≤ 2068ºC d			2068,1 - 2190 ºC d			≥ 2190,1 ºC d	
	PRECOCES			MEIA - ESTAÇÃO			TARDIAS	
	Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica		Casta	Dtérmica
1	ALFROCHEIRO	1945	14	TINTA BARROCA	2073	30	TRINCADEIRA	2196
2	VIOSINHO	1960	15	TINTO CÃO	2075	31	CABERNET SAUV.	2227
3	BICAL	1984	16	ENCRUZADO	2076	32	ARINTO	2237
4	FONTE CAL	1993	17	GOUVEIO	2084	33	BAGA	2313
5	AVESSO	2020	18	RAMISCO	2091			
6	CASTELÃO	2036	19	(BOAL) RATINHO	2094			
7	FERNÃO PIRES	2037	20	TOURIGA FRANCA	2101			
8	RUFETE	2038	21	ANTÃO VAZ	2121			
9	ARAGONEZ	2042	22	VINHÃO	2130			
10	JAEN	2053	23	CHARDONNAY	2133			
11	ALVARINHO	2056	24	SIRIA	2147			
12	MALVASIA FINA	2062	25	LOUREIRO	2155			
13	RABIGATO	2063	26	TOURIGA NACIONAL	2156			
			27	SERCIAL	2159			
			28	TINTA CAIADA	2159			
			29	MOSCATEL GRAÚDO	2175			