



III Jornadas Ibero-Americanas de AGRICULTURA DE PRECISÃO

Évora, 2 e 3 de Março de 2010



VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DA MATURAÇÃO DE UVA PARA VINHO – VARIEDADES: ARAGONÊS, TRINCADEIRA.

J. R. MARQUES DA SILVA^{a,b}, PAULO MESQUITA^c, ADÉLIA SOUSA^{a,b}, L. L. SILVA^{a,b}, JOÃO M. R. SERRANO^{a,b}

^a Rural Engineering Department, Évora University, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal; e-mail: jmsilva@uevora.pt

^b Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Évora University, Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal

^c Bio-Physics Engineering student, Évora University

Apresentado nas

III JORNADAS IBERO-AMERICANAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

Évora, 2 e 3 de Março de 2010

RESUMO

O conceito de *terroir* no vinho é baseado na observação de que diferentes regiões, vinhas ou mesmo secções diferentes dentro da mesma vinha, podem produzir vinhos com uma identidade muito própria e bem diferente uns dos outros. Os franceses começaram a cristalizar este conceito como uma maneira de descrever os aspectos originais de um determinado lugar (solo, topografia e clima), que influencia e molda o vinho feito a partir dele.

Para uma determinada posição geográfica, podemos considerar que o solo e a topografia são fixos no espaço e no tempo, mas não o clima. Na verdade, dentro da mesma vinha, várias regiões microclimáticas podem ser definidas. Os microclimas de uma determinada vinha afectam diferenciadamente a maturação das uvas, criando dessa forma uma variabilidade espacial e temporal da qualidade da uva.

Foram analisadas duas variedades de uva, Aragonês e Trincadeira, e para cada variedade foram estudados, respectivamente, 7 e 6 talhões dentro da vinha do CASITO, pertencente à Fundação Eugénio de Almeida. Nestes talhões e nestas variedades, foi acompanhada a maturação das uvas em três anos consecutivos.

Como resultado constatou-se que existe uma variabilidade espacial e temporal da maturação da uva entre castas e dentro da mesma casta, abrindo desta forma, a possibilidade de gerir diferenciadamente cada parcela.

PALAVRAS-CHAVE: variabilidade espacial e temporal da uva, Aragonês, Trincadeira, FTIR

INTRODUÇÃO

O crescimento do fruto da videira (*Vitis vinifera* L.) ajusta-se a uma curva sigmoideal dupla onde as fases I e III estão separadas por uma fase de repouso ou fase II (Matthews *et al.*, 1987). Durante a fase I, o crescimento do pericarpo é rápido, primeiro devido à divisão e alongamento celular e mais tarde, devido apenas ao alongamento celular (Harris *et al.*, 1968). Durante esta etapa os frutos acumulam ácidos orgânicos, mas muito pouco açúcar, permanecendo verdes e duros. A fase II é referida como a fase da paragem do desenvolvimento, uma vez que o crescimento do fruto diminui; retomando-se este crescimento com o início da Fase III, como resultado do alongamento das células; durante esta fase acumulam-se rapidamente açúcares e a cor nos frutos acentua-se, e ao mesmo tempo a concentração dos ácidos orgânicos diminui (Godoy *et al.*, 1998).

Um incremento do vigor da planta induz um desvio dos glúcidos para os órgãos vegetativos em detrimento dos órgãos lenhosos e dos bagos. A maior carga vegetativa por cepa prejudica a fotossíntese e atrasa a maturação dos frutos (Crippen & Morrison, 1986). O aumento do ensombramento no interior do copado é responsável pela diminuição da concentração de açúcares nos bagos (Archer and Strauss, 1990), da maior acidez titulável, do menor pH e da maior concentração de ácido málico (Crippen and Morrison, 1986).

Para além de outros factores, a temperatura ambiente é um dos factores com grande impacto na maturação e qualidade dos bagos de uva. Vários foram os sistemas que tentaram interpretar a relação entre a fisiologia da vinha e a temperatura ambiente, no entanto o sistema mais utilizado é conhecido como o somatório de graus-centígrados-dia (Eq. 1).

$$DD = (T_m - T_t) X \quad (\text{Eq. 1})$$

onde DD é o valor de graus-centígrados-dia para um determinado período, T_m a temperatura média desse mesmo período (na equação original era a temperatura mensal), T_t a temperatura base predefinida e X o número de dias do período em causa, neste caso o mês.

O conceito de graus-centígrados-dias foi desenvolvida inicialmente por Candolle em 1855. Ele descobriu que seria necessário um somatório mínimo anual de 2900 graus-centígrados-dia acima de um limiar de temperatura de 10 °C para o cultivo da vinha (Prescott, 1969). A temperatura base de 10°C foi utilizada devido ao insignificante crescimento da vinha abaixo deste valor. Mais tarde, Gasparin (1860), desenvolveu este sistema e classificou as castas mais populares para vinho em sete grandes grupos de acordo com as suas respectivas datas de maturação e respectivos valores de graus-centígrados-dia. Amerine e Winkler (1944) realizaram um dos estudos mais conhecidos que relacionava as somas de temperatura e a fenologia da videira. A partir das principais regiões vitícolas da Califórnia, avaliaram a influência das variáveis climáticas sobre as diferentes variedades de uva. Conseguiram separar as videiras em cinco grandes regiões climáticas com base no sistema graus-centígrados-dia, utilizando um limiar de temperatura base de (10°C) para o período de 1 de Abril a 31 de Outubro. As regiões obtidas constam do Quadro 1.

Quadro 1 – Regiões vitivinícolas de acordo com o somatório dos graus-centígrados-dia

| Região | Somatório de graus-centígrados-dia | Observações |
|--------|------------------------------------|--------------|
| I | < 1390 | Fresca |
| II | 1390-1667 | |
| III | 1667-1945 | |
| IV | 1945-2220 | |
| V | > 2220 | Muito quente |

Amerine e Winkler (1944) forneceram uma descrição geral dos tipos de castas que podem ser cultivadas e os estilos de vinhos que podem ser produzidos a partir de cada uma das cinco categorias, tendo esta sido posteriormente revista por Winkler *et al.* (1974).

A temperatura e a luminosidade não só condicionam geograficamente a distribuição da vinha, mas também, dentro da mesma posição geográfica a qualidade da uva bem como dos seus constituintes. Verificou-se em estudos realizados em estufas que os compostos fenólicos de morangos aumentaram quando foram submetidas a regimes de temperatura elevada (Wang & Zheng, 2001). Em videiras a temperatura pode ser também positivamente correlacionada com os teores de compostos fenólicos (acumulação de antocianinas, por exemplo), mas se ultrapassar um determinado limite crítico (alto e baixo) tem normalmente implicações nocivas (Kliewer e Torres, 1972; Spayd *et al.*, 2002; Bradfield Stamp, 2004) sobre estes teores.

Baseado em modelos de aquecimento global, bem como nos efeitos previstos, Bradfield e Stamp (2004) estudaram o efeito de temperaturas nocturnas no aumento da produção de compostos fenólicos em tomate. Em termos gerais, variações de temperatura nocturna, não

influenciaram a composição total de fenóis, contudo, quando cada um dos compostos fenólicos foi monitorizado em diferentes partes da planta (raiz, caule e folha) encontraram-se tendências entre o efeito da temperatura e a composição dos mesmos.

Fletcher *et al.* (2005) verificaram que uma temperatura de 30°C pode ter um efeito prejudicial sobre a acumulação de compostos fenólicos nas folhas de hortelã. Os resultados de estudos efectuados em uvas também indicam que as temperaturas nocturnas elevadas e as temperaturas diurnas elevadas e constantes (30°C) impedem a síntese de compostos fenólicos (Kliewer e Torres, 1972; Mori *et al.*, 2005; Yamane *et al.*, 2006).

Uma série de experiências que estudaram a resposta das antocianinas e flavenoides da uva à temperatura, mostraram que as plantas que cresceram sob temperaturas mais elevadas (30-35°C) tiveram significativamente menores concentrações de antocianinas (Mori *et al.*, 2005). Também revelou que plantas que tiveram o seu crescimento em temperaturas constantes da ordem dos 30°C acumularam menos antocianinas que as cultivadas entre 30°C (dia) e 15°C (noite).

Yamane *et al.* (2006) realizaram um estudo semelhante, onde os tratamentos térmicos foram aplicados em vários estágios do desenvolvimento da uva. Neste estudo o mRNA e os níveis de ácido abscísico (hormona vegetal com funções regulatórias em vários aspectos ligados à fisiologia das plantas tais como as respostas ao stress hídrico, estímulo da abscisão, inibição da germinação de sementes e o desenvolvimento dos gomos) foram monitorizados conjuntamente com as antocianinas. Verificou-se que o crescimento de duas semanas a 20°C resultou numa concentração de antocianinas superior ao crescimento de duas semanas a 30°C o que estava de acordo com resultados anteriormente obtidos por Kliewer e Torres (1972), Spayd *et al.* (2002) e Mori *et al.* (2005). Os resultados do estudo mostram que períodos intermitentes de duas semanas a temperaturas de 30°C inibem geralmente a acumulação de antocianinas nos bagos de uva e tal efeito é independente do estágio de desenvolvimento da planta. Períodos intermitentes de duas semanas a temperaturas de 20°C aumentam a acumulação de antocianinas e são mais efectivos durante a fase III de desenvolvimento. Os valores de ácido abscísico apresentaram uma correlação positiva com a acumulação das antocianinas. Em face dos resultados obtidos fica bem claro que as altas temperaturas podem impedir a acumulação de antocianinas em algumas frutas, através da redução na síntese, degradação ou inibição concorrencial (Spayd *et al.*, 2002).

A temperatura, e a sua dinâmica, é uma das variáveis controladoras da resposta fisiológica da videira bem como da qualidade dos seus bagos de uva. A temperatura irá influenciar a maturação da videira, como tal, elegemos como objectivo deste trabalho, estudar a dinâmica de maturação de duas castas conhecidas no Alentejo, colocadas em diferentes talhões da mesma vinha.

METODOLOGIA

Descrição do local do ensaio

Este estudo foi conduzido utilizando dados recolhidos numa vinha em Évora (Lat: 38° 32' 37.87''N; Long: 7° 52' 11.00'' W), localizada na região Alentejo (Sul de Portugal). O estudo foi conduzido em várias parcelas da vinha CASITO, nomeadamente os talhões 2C (2,6 ha), 2D (1,8 ha), 5 (4,3 ha), 10 (4,6 ha), 12 (3,3 ha), 15 (4,2 ha) e 21 (2,8 ha), para a casta Aragonês e os talhões 4 (5,0 ha), 6 (4,2 ha), 7 (4,1 ha), 9 (4,4 ha), 13 (3,7 ha), e 14 (2,2 ha) para a casta Trincadeira.

Os solos predominantes desta vinha são classificados como “Haplic Luvisols” e “Stagnic Luvisols” (FAO, 1998), respectivamente, no topo dos cumes e no fundo dos vales. Os “Haplic” e “Stagnic” Luvisols têm uma textura franco-arenosa a arenosa nos horizontes superiores, com o pH a rondar os 6,5-7,5 no primeiro caso e os 5,0-6,0 no segundo caso. A transição entre o primeiro e os horizontes subsequentes (cerca de 0,30 m) é geralmente abrupta com texturas franco argilo-arenosas a argilosas. A topografia da região pode ser caracterizada como ondulada, com a altimetria a variar entre 239 m e 261 m (Figura 1). O declive varia entre 0% e 10% com orientações de encosta predominantemente de Sul a Noroeste.

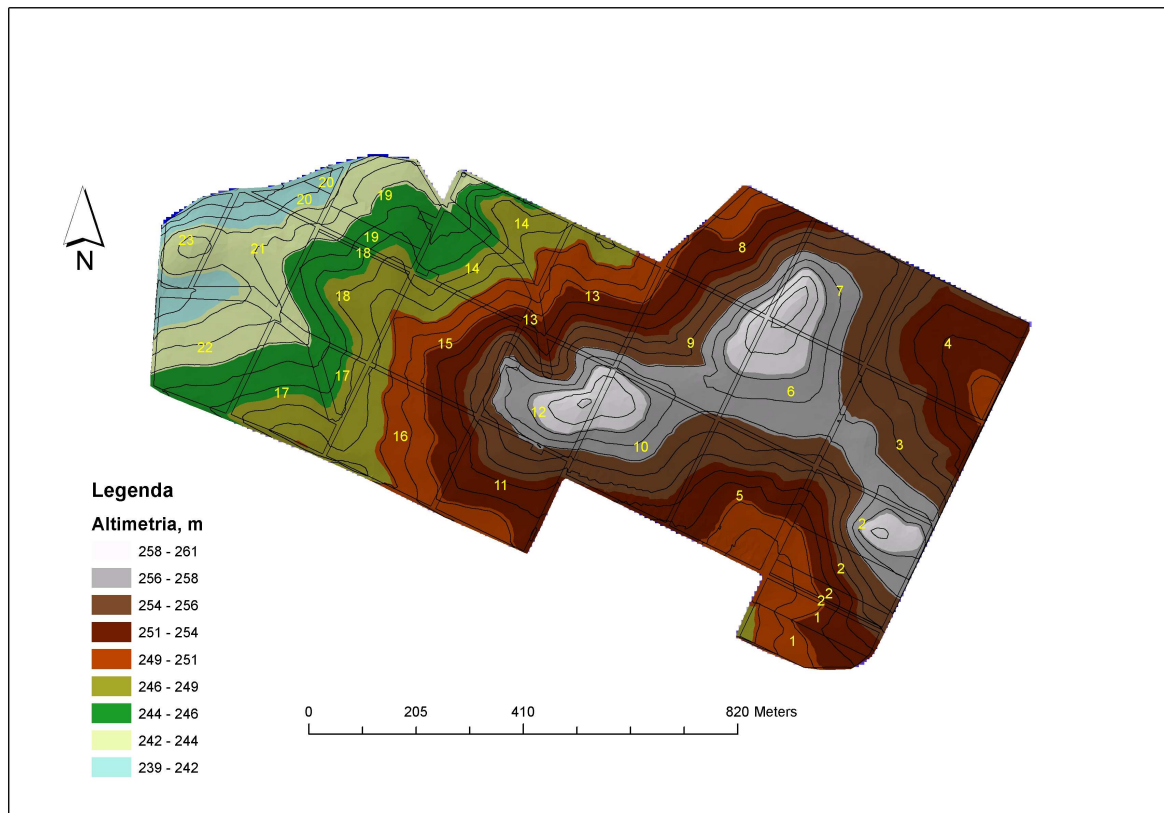


Figura 1 – Altimetria da vinha CASITO e talhões da mesma.

O clima é temperado, com características tipicamente Mediterrâneas. Os verões são geralmente quentes e secos e os invernos são húmidos e frios, registando-se na Primavera e no Outono, temperaturas amenas e amplitudes térmicas moderadas. A precipitação média anual é de 550-650 mm e está concentrada principalmente no período do inverno. A temperatura média é de 16°C. A temperatura máxima média absoluta é de cerca de 21°C e a máxima absoluta de 42°C. A temperatura mínima absoluta média é de cerca de 12°C e a mínima absoluta de -5°C. As características de insolação desta região rondam as 3000 horas/ano e é maior no trimestre anterior à colheita.

Recolha de amostras de uva e análise

Em todos os talhões da vinha CASITO foram recolhidas amostras compostas de uvas (200 uvas) durante o período da manhã. Depois de colhidas, as amostras foram transportadas em sacos de plástico numerados até ao laboratório. Esta amostragem desenvolveu-se normalmente entre o fim de Julho, Agosto e Setembro de 2007, 2008 e 2009. A recolha de amostras e a análise dos parâmetros físico-químicos foram efectuadas com uma periodicidade semanal.

Em laboratório, as amostras de uva foram transformadas em mosto por trituração. Posteriormente, o mosto foi filtrado de forma a eliminar materiais grosseiros em suspensão. As amostras de mosto filtrado foram colocadas em copos numerados e de seguida foram lidas pelo FTIR. Destas leituras resultaram as avaliações de pH, acidez total, álcool provável, antocianinas, polifenóis, compostos azotados, ácido tartárico e ácido málico, no entanto no âmbito deste artigo serão abordados apenas os temas do álcool provável e do pH da uva.

Índices climáticos

Com o objectivo de caracterizar as temperaturas extremas da região em estudo, foram utilizados índices climáticos adaptados de Tank e Zwiers (2009) descritos no Quadro 2.

Na análise dos dados considerou-se também a Equação 1, adaptada de forma a incluir intervalos temporais de 10 dias e não de 1 mês. Consideraram-se ainda as médias das temperaturas mínimas e não a temperatura média, obtendo-se assim a Equação 2.

$$DD_{10} = (T_{m_{min10}} - T_t) X \quad (\text{Eq. 2})$$

onde DD_{10} é o valor de graus-centígrados-dia para uma década, $T_{m_{min10}}$ a temperatura mínima média desse mesmo período, T_t a temperatura base de 10°C e X o número de dias do período em causa. A temperatura base de 10°C foi utilizada devido ao insignificante crescimento da vinha abaixo deste valor.

Quadro 2 – Índices climáticos

| Índice | Descrição |
|-----------------------------|--|
| Temperaturas Mínimas | |
| TNx | Valor máximo absolutos sazonal de temperatura mínima diária |
| TNn | Valor mínimo absoluto sazonal de temperatura mínima diária |
| TN10p | Numero de dias sazonais com temperatura mínima diária abaixo do percentil 10 |
| TN35p | Numero de dias sazonais com temperatura mínima diária acima do percentil 10 e abaixo do percentil 35 |
| TN65p | Numero de dias sazonais com temperatura mínima diária acima do percentil 65 e abaixo do percentil 90 |
| TN90p | Numero de dias sazonais com temperatura mínima diária superior ao percentil 90 |
| CSDITN35 | Numero máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas mínimas inferiores ao percentil 35, definido como ondas de frio |
| WSDITN65 | Numero máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas mínimas superiores ao percentil 65, definido como ondas de calor |
| WSDITN90 | Numero máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas mínimas superiores ao percentil 90, definido como ondas de muito calor |
| Temperaturas máximas | |
| TXx | Valor máximo absoluto sazonal de temperatura máxima diária |
| TXn | Valor mínimo absoluto sazonal de temperatura máxima diária |
| TX10p | Numero de dias sazonais com temperatura máxima diária abaixo do percentil 10 |
| TX35p | Numero de dias sazonais com temperatura máxima diária acima do percentil 10 e abaixo do percentil 35 |
| TX65p | Numero de dias sazonais com temperatura máxima diária acima do percentil 65 e abaixo do percentil 90 |
| TX90p | Numero de dias sazonais com temperatura máxima diária superior ao percentil 90 |
| TX90p | Numero de dias sazonais com temperatura máxima diária superior ao percentil 90 |
| CSDITX35 | Numero máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas máximas inferiores ao percentil 35 |
| WSDITX65 | Numero máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas máximas superiores ao percentil 65 |
| WSDITX90 | Numero máximo consecutivo de dias sazonais com temperaturas máximas superiores ao percentil 90 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Maturação da uva

Pela observação dos Quadros 3 e 4 e das Figuras 2, 3, 4 e 5 (a, b, c) constata-se que a maturação da uva se faz de forma diferente de ano para ano. É possível verificar, relativamente ao álcool provável (Quadro 3, Figuras 2 e 4) que o declive da recta de maturação é diferente de talhão para talhão dentro da mesma casta e do mesmo ano, bem como de ano para ano dentro da mesma casta e do mesmo talhão. Se no primeiro caso se podem considerar diferenças espaciais de talhão para talhão ao nível da fisiografia, da exposição, dos solos, etc., no segundo caso terão que considerar-se diferenças de âmbito climático inter-anual para explicar as diferenças encontradas.

Quadro 3 – Ordenadas na origem e declives das rectas de maturação relacionadas com os teores de álcool provável.

| | Aragonês | | | | Trincadeira | | | |
|------------------------|----------|----------|---------|------|-------------|----------|---------|------|
| | Talhão | Ordenada | Declive | R2 | Talhão | Ordenada | Declive | R2 |
| Álcool provável | | | | | | | | |
| 2007 | 2C | 6.55 | 0.1447 | 0.96 | 4 | 5.35 | 0.1674 | 0.97 |
| | 2D | 7.61 | 0.1360 | 0.96 | 6 | 5.78 | 0.1735 | 0.96 |
| | 5 | 8.12 | 0.1255 | 0.89 | 7 | 4.71 | 0.2233 | 0.95 |
| | 10 | 6.99 | 0.1886 | 1.00 | 9 | 6.36 | 0.1326 | 0.98 |
| | 12 | 7.62 | 0.1432 | 0.97 | 13 | 5.62 | 0.1458 | 0.98 |
| | 15 | 7.54 | 0.1317 | 0.99 | 14 | 5.88 | 0.1302 | 0.97 |
| | 21 | 6.44 | 0.1232 | 0.97 | - | - | - | - |
| 2008 | 2C | 9.47 | 0.0756 | 0.95 | 4 | 7.95 | 0.1333 | 0.93 |
| | 2D | 8.04 | 0.1145 | 0.94 | 6 | 8.18 | 0.1551 | 0.98 |
| | 5 | 9.25 | 0.1130 | 0.98 | 7 | 8.27 | 0.1410 | 0.97 |
| | 10 | 9.83 | 0.1055 | 0.95 | 9 | 7.10 | 0.2079 | 0.97 |
| | 12 | 9.67 | 0.1256 | 1.00 | 13 | 8.36 | 0.1483 | 0.95 |
| | 15 | 9.87 | 0.1161 | 0.80 | 14 | 9.14 | 0.1211 | 0.88 |
| | 21 | 9.77 | 0.0890 | 0.97 | - | - | - | - |
| 2009 | 2C | 9.43 | 0.1750 | 1.00 | 4 | 8.74 | 0.2451 | 0.95 |
| | 2D | 9.18 | 0.1646 | 0.98 | 6 | 9.12 | 0.2359 | 0.98 |
| | 5 | 9.68 | 0.1816 | 0.96 | 7 | 8.88 | 0.2515 | 0.98 |
| | 10 | 10.12 | 0.1680 | 0.90 | 9 | 9.02 | 0.2272 | 0.94 |
| | 12 | 10.26 | 0.1990 | 0.97 | 13 | 9.32 | 0.2252 | 0.92 |
| | 15 | 10.28 | 0.1568 | 0.91 | 14 | 8.81 | 0.2664 | 1.00 |
| | 21 | 8.99 | 0.2029 | 1.00 | - | - | - | - |

Quadro 4 – Ordenadas na origem e declives das rectas de maturação relacionadas com os teores de pH.

| | Aragonês | | | | pH | Trincadeira | | | |
|------|----------|----------|---------|----------------|----|-------------|----------|---------|----------------|
| | Talhão | Ordenada | Declive | R ² | | Talhão | Ordenada | Declive | R ² |
| 2007 | 2C | 2.62 | 0.0264 | 0.88 | 4 | 2.39 | 0.0290 | 0.84 | |
| | 2D | 2.71 | 0.0288 | 0.86 | 6 | 2.41 | 0.0321 | 0.78 | |
| | 5 | 2.63 | 0.0266 | 0.74 | 7 | 2.25 | 0.0357 | 0.72 | |
| | 10 | 2.79 | 0.0206 | 0.72 | 9 | 2.52 | 0.0260 | 0.79 | |
| | 12 | 2.66 | 0.0263 | 0.74 | 13 | 2.39 | 0.0273 | 0.84 | |
| | 15 | 3.02 | 0.0156 | 0.95 | 14 | 2.38 | 0.0227 | 0.81 | |
| | 21 | 3.03 | 0.0122 | 0.99 | - | - | - | - | |
| 2008 | 2C | 3.11 | 0.0163 | 0.98 | 4 | 2.76 | 0.0207 | 0.97 | |
| | 2D | 3.13 | 0.0186 | 0.93 | 6 | 3.00 | 0.0154 | 0.80 | |
| | 5 | 2.98 | 0.0229 | 0.98 | 7 | 2.69 | 0.0238 | 0.99 | |
| | 10 | 2.98 | 0.0206 | 0.93 | 9 | 2.59 | 0.0309 | 0.89 | |
| | 12 | 3.12 | 0.0192 | 0.86 | 13 | 2.83 | 0.0223 | 0.91 | |
| | 15 | 3.01 | 0.0180 | 0.80 | 14 | 2.90 | 0.0181 | 0.91 | |
| | 21 | 3.10 | 0.0186 | 0.95 | - | - | - | - | |
| 2009 | 2C | 3.1167 | 0.03 | 1.00 | 4 | 2.96 | 0.0294 | 0.99 | |
| | 2D | 3.3636 | 0.02 | 0.98 | 6 | 3.11 | 0.0249 | 0.85 | |
| | 5 | 3.2445 | 0.02 | 0.99 | 7 | 3.04 | 0.0280 | 0.98 | |
| | 10 | 3.2814 | 0.03 | 0.98 | 9 | 3.08 | 0.0235 | 0.98 | |
| | 12 | 3.3140 | 0.02 | 0.98 | 13 | 3.11 | 0.0211 | 0.95 | |
| | 15 | 3.2643 | 0.02 | 0.97 | 14 | 2.92 | 0.0314 | 1.00 | |
| | 21 | 3.1781 | 0.02 | 0.97 | - | - | - | - | |

A comparação dos três anos da casta Aragonês no que respeita ao álcool provável (Quadro 3, Figuras 2c, 2d, 2e) permite verificar que o ano de 2007 foi o ano onde a ordenada na origem foi mais baixa, indicando baixos teores de álcool provável no início da monitorização da maturação, por outro lado, 2009 foi o ano onde este valor foi mais elevado, apesar de 2008 ter sido muito parecido a este último. A velocidade de maturação foi bem mais elevada em 2009 e mais baixa em 2008, situando-se 2007 numa posição intermédia. A casta Trincadeira (Quadro 3, Figuras 4c, 4d, 4e) apresentou um comportamento muito semelhante à casta Aragonês.

Quando comparamos os três anos da casta Aragonês no que se refere ao pH (Quadro 4, Figura 3c, 3d, 3e) permite verificar que as diferenças não se fazem sentir tanto ao nível da velocidade de maturação (aumento do pH) mas, especialmente ao nível do valor de pH de partida. O ano de 2007, com excepção dos talhões 15 e 21, foi o ano onde a ordenada na origem foi a mais baixa, indicando teores de pH mais baixos que os restantes anos, tendo sido o ano de 2009 aquele que apresentou valores de pH mais elevados no início da monitorização da maturação. A casta Trincadeira (Quadro 4, Figura 5c, 5d, 5e) com pequenas variações tem um comportamento muito semelhante à casta Aragonês no que respeita à evolução do pH durante a maturação do bago.

Estas diferenças de talhão para talhão dentro da mesma casta e do mesmo ano indicam que a gestão parcelar da vinha pode ter que ser diferente de talhão para talhão, pois, velocidades de maturação diferentes podem originar produtos com qualidades diferentes. Neste tipo de gestão terão por isso que procurar-se os factores, que de talhão para talhão, condicionam a maturação da uva, bem como a qualidade do produto final.

Do ponto de vista da variação inter-anual a questão climática, nomeadamente a temperatura, terá que desempenhar aqui uma influência muito forte. Nesse sentido justifica-se a gestão diferenciada da vinha em função das características climáticas do ano que corre. Um exemplo concreto passa por perceber se teores de álcool provável diferentes, em diferentes alturas da maturação, não necessitarão também de acções diferentes nomeadamente ao nível da rega, da nutrição, etc.?

Índices climáticos

Pela análise dos Quadros 5 e 6 poderão observar-se os diferentes índices climáticos, calculados para os 3 anos em estudo. O Quadro 5 apresenta os diferentes índices climáticos para as temperaturas mínimas e o Quadro 6 os diferentes índices climáticos para as temperaturas máximas. Importa notar que alguns dos índices são relativamente homogéneos de ano para ano, no entanto, os índices indicam que o ano de 2009 foi relativamente mais quente que os anos de 2007 e 2008 e para além disso, começou a fazer calor na Primavera mais cedo quando comparado com os dois anos anteriores. O ano de 2009 começou a ter as temperaturas mínimas mais altas (vagas de calor consistente) ainda em Maio, enquanto que nos outros dois anos tal efeito apenas se iniciou em Junho. Esta poderá ser a razão que justifica o facto da maturação em 2009 se ter iniciado e terminado mais cedo.

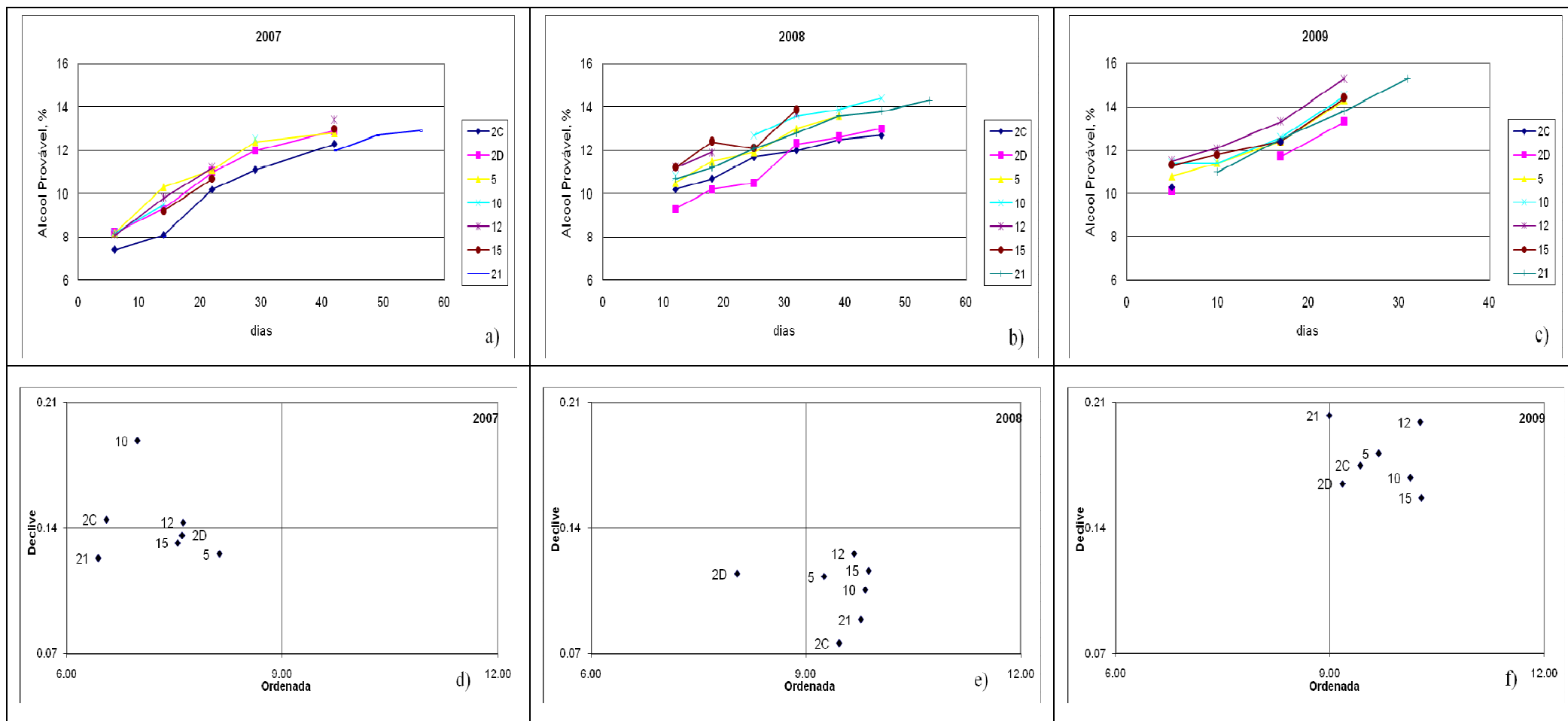


Figura 2 – Evolução do álcool provável da casta Aragonês ao longo da maturação da uva nos anos 2007 (a), 2008 (b) e 2009 (c) nos diferentes talhões estudados. Ordenada na origem e declive das rectas que relacionam o numero de dias e o álcool provável da uva (a, b e c) nos anos de 2007 (c), 2008 (d) e 2009 (e) nos diferentes talhões estudados.

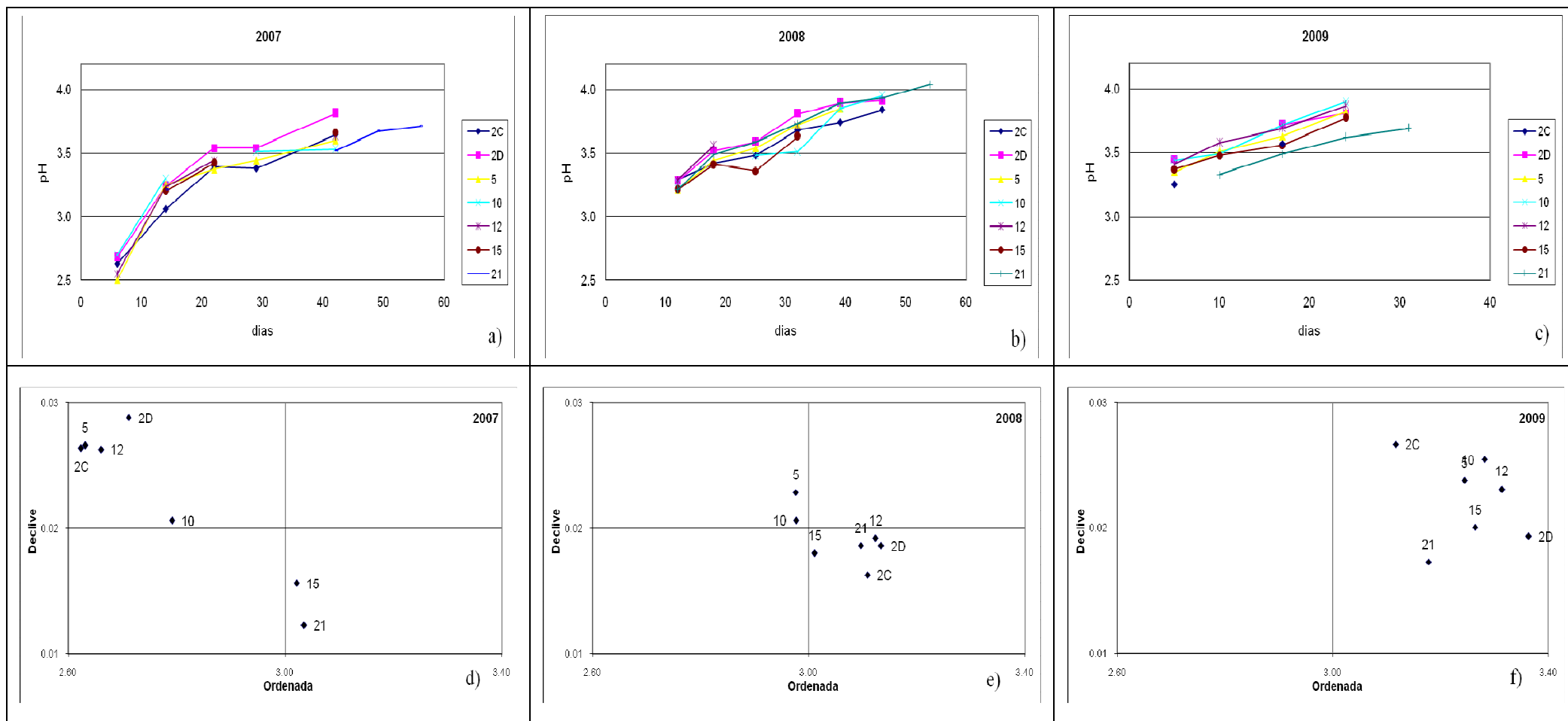


Figura 3 – Evolução do pH da casta Aragonês ao longo da maturação da uva nos anos 2007 (a), 2008 (b) e 2009 (c) nos diferentes talhões estudados. Ordenada na origem e declive das rectas que relacionam o numero de dias e o álcool provável da uva (a, b e c) nos anos de 2007 (c), 2008 (d) e 2009 (e) nos diferentes talhões estudados.

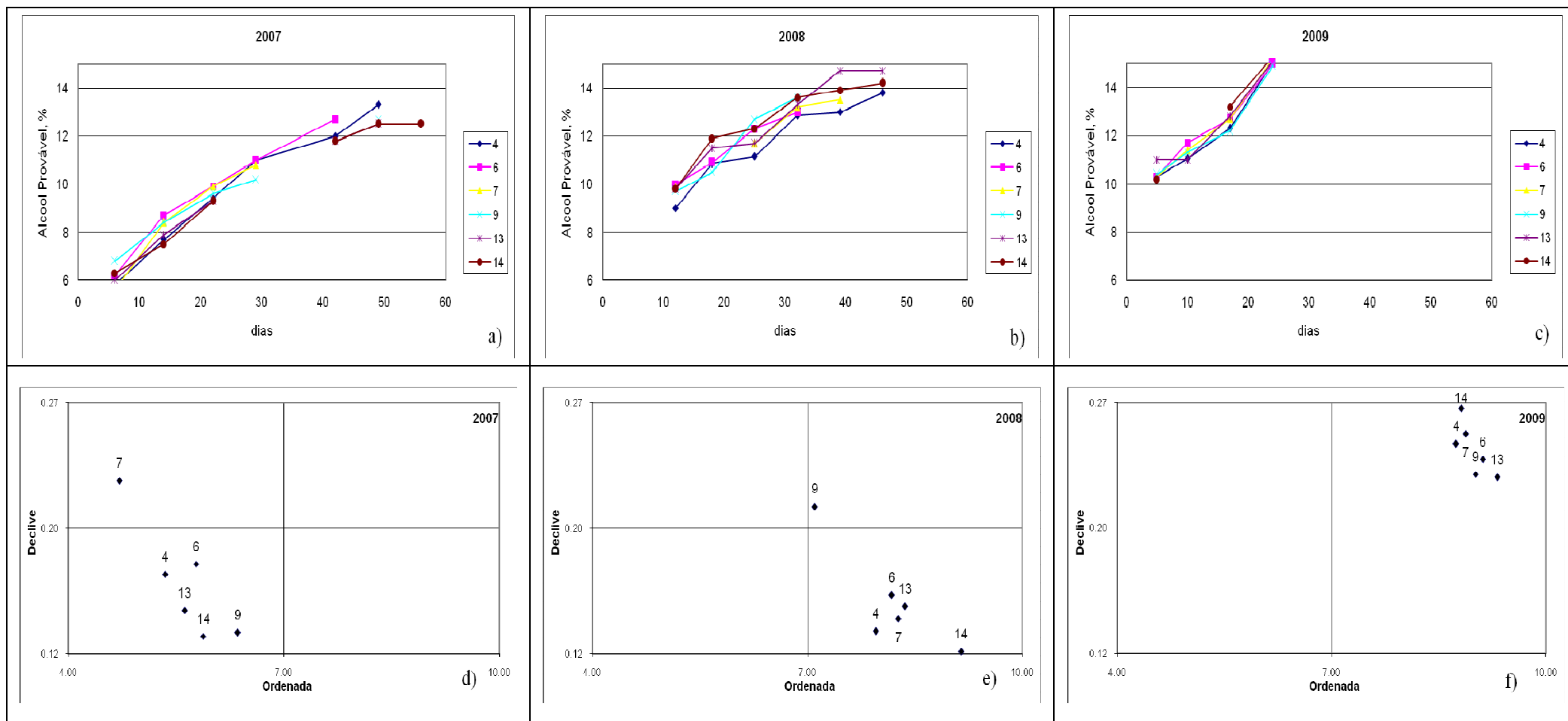


Figura 4 – Evolução do álcool provável da casta Trincadeira ao longo da maturação da uva nos anos 2007 (a), 2008 (b) e 2009 (c) nos diferentes talhões estudados. Ordenada na origem e declive das rectas que relacionam o numero de dias e o álcool provável da uva (a, b e c) nos anos de 2007 (c), 2008 (d) e 2009 (e) nos diferentes talhões estudados.

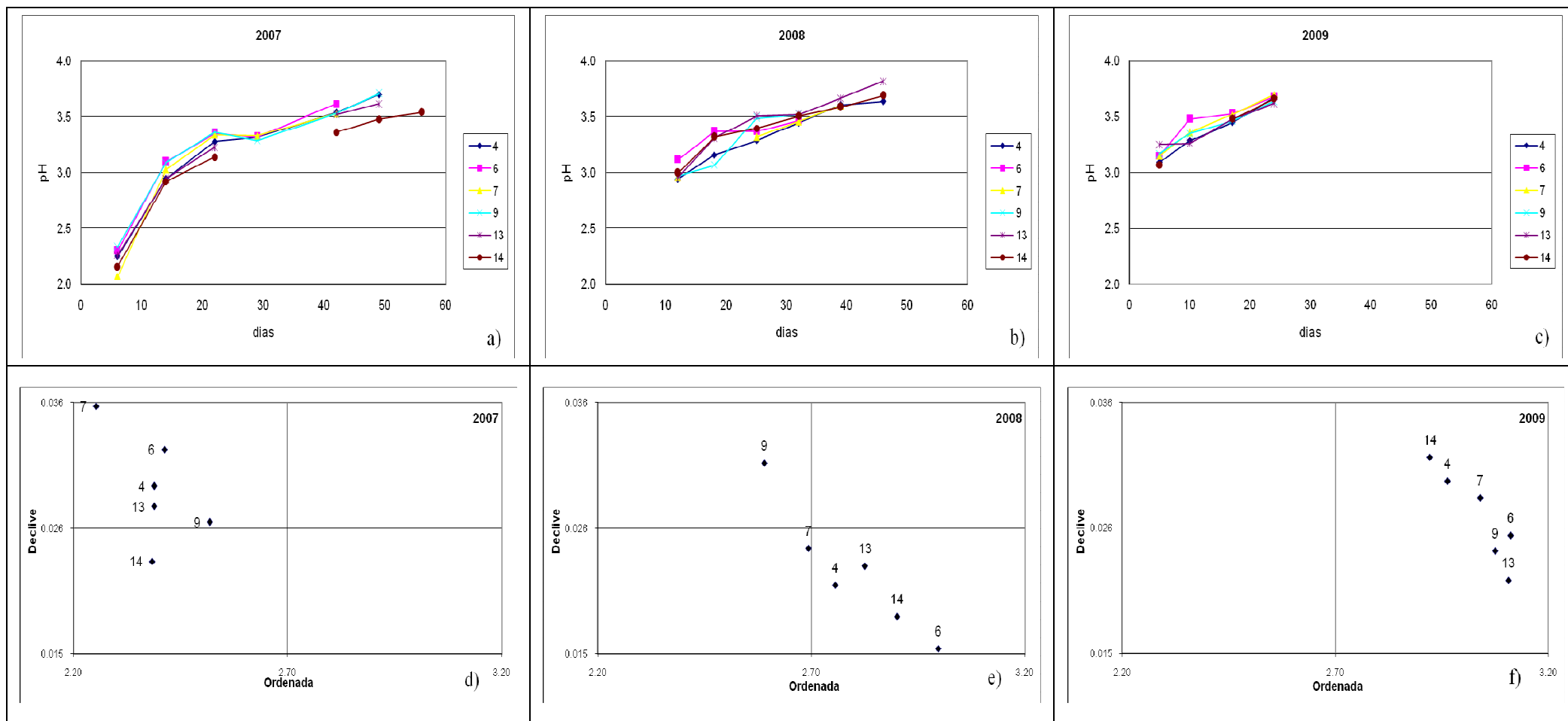


Figura 5 – Evolução do pH da casta Trincadeira ao longo da maturação da uva nos anos 2007 (a), 2008 (b) e 2009 (c) nos diferentes talhões estudados. Ordenada na origem e declive das rectas que relacionam o numero de dias e o álcool provável da uva (a, b e c) nos anos de 2007 (c), 2008 (d) e 2009 (e) nos diferentes talhões estudados.

Quadro 5 – Índices climáticos de temperaturas mínimas para os anos de 2007, 2008 e 2009

| | 2007 | | | | | | 2008 | | | | | | 2009 | | | | | |
|----------|-----------------|---------------------|-----------------|------------|-----------------|------|-----------------|---------------------|-----------------|------------|-----------------|------|-----------------|---------------------|-----------------|------------|-----------------|------|
| | nº total de t°C | nº de dias sequenc. | Datas de início | Média °C | desv. padrão °C | | nº total de t°C | nº de dias sequenc. | Datas de início | Média °C | desv. padrão °C | | nº total de t°C | nº de dias sequenc. | Datas de início | Média °C | desv. padrão °C | |
| TNx | 22.61 | | | | | | 18.62 | | | | | | 21.15 | | | | | |
| TNn | -1.98 | | | | | | -1.26 | | | | | | -3.5 | | | | | |
| TN10p | 2.43 | 40 | | | | | 3.15 | 41 | | | | | 3.64 | 38 | | | | |
| TN35p | 6.86 | 93 | | | | | 7.35 | 88 | | | | | 7.92 | 92 | | | | |
| TN65p | 11.88 | 86 | | | | | 11.39 | 90 | | | | | 12.36 | 89 | | | | |
| TN90p | 15.37 | 36 | | | | | 14.88 | 34 | | | | | 16.46 | 37 | | | | |
| CSDITN35 | | 128 | 9 | 06-01-2007 | 3.26 | 1.26 | | 126 | 15 | 10-01-2008 | 4.50 | 2.17 | | 126 | 15 | 04-01-2009 | 1.68 | 3.17 |
| | | | 16 | 16-01-2007 | 2.57 | 2.23 | | | 8 | 26-01-2008 | 3.75 | 1.68 | | | 10 | 30-01-2009 | 4.76 | 1.77 |
| | | | 12 | 19-03-2007 | 4.45 | 2.32 | | | 13 | 04-02-2008 | 4.96 | 1.07 | | | 18 | 10-02-2009 | 4.36 | 1.30 |
| | | | 9 | 01-04-2007 | 4.61 | 1.22 | | | 12 | 16-03-2008 | 5.14 | 1.75 | | | 20 | 29-03-2009 | 5.18 | 1.30 |
| | | | 8 | 23-11-2007 | 2.90 | 1.28 | | | 22 | 12-11-2008 | 2.90 | 2.10 | | | 10 | 22-11-2009 | 4.79 | 1.37 |
| | | | 9 | 10-12-2007 | 1.17 | 2.50 | | | 19 | 09-12-2008 | 2.79 | 1.90 | | | 13 | 08-12-2009 | 2.83 | 3.55 |
| | | | 10 | 22-12-2007 | 2.74 | 1.68 | | | | | | | | | | | | |
| WSDITN65 | | 122 | 19 | 01-07-2007 | 14.54 | 1.53 | | 124 | 11 | 07-06-2008 | 13.38 | 1.34 | | 126 | 8 | 29-05-2009 | 13.52 | 0.46 |
| | | | 15 | 23-07-2007 | 15.98 | 2.96 | | | 11 | 20-06-2008 | 15.12 | 1.49 | | | 12 | 11-06-2009 | 17.22 | 1.71 |
| | | | 43 | 15-08-2007 | 14.60 | 1.42 | | | 56 | 08-07-2008 | 14.59 | 1.79 | | | 10 | 28-06-2009 | 15.65 | 1.90 |
| | | | | | | | | | 9 | 10-10-2008 | 12.82 | 1.02 | | | 22 | 04-08-2009 | 16.65 | 2.41 |
| | | | | | | | | | | | | | | 19 | 27-08-2009 | 15.98 | 2.09 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 11 | 21-09-2009 | 14.76 | 1.57 | |
| WSDITN90 | | 36 | 4 | 04-07-2007 | 16.36 | 0.75 | | 34 | 8 | 16-07-2008 | 16.66 | 1.43 | | 37 | 4 | 13-06-2009 | 18.05 | 1.34 |
| | | | 4 | 03-08-2007 | 16.58 | 0.48 | | | 4 | 02-08-2008 | 16.03 | 0.73 | | | 4 | 18-06-2009 | 18.21 | 1.35 |
| | | | | | | | | | | | | | | 8 | 11-08-2009 | 19.18 | 1.57 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 4 | 08-09-2009 | 18.80 | 1.06 | |

Quadro 6 – Índices climáticos de temperaturas máximas para os anos de 2007, 2008 e 2009

| | 2007 | | | | | | 2008 | | | | | | 2009 | | | | | |
|----------|-----------------|---------------------|-----------------|----------|-----------------|--|-----------------|---------------------|-----------------|----------|-----------------|--|-----------------|---------------------|-----------------|----------|-----------------|--|
| | nº total de t°C | nº de dias sequenc. | Datas de início | Média °C | desv. padrão °C | | nº total de t°C | nº de dias sequenc. | Datas de início | Média °C | desv. padrão °C | | nº total de t°C | nº de dias sequenc. | Datas de início | Média °C | desv. padrão °C | |
| TXx | 40.99 | | | | | | 38.66 | | | | | | 39.15 | | | | | |
| TXn | 6.7 | | | | | | 8.73 | | | | | | 6.95 | | | | | |
| TX10p | 13.67 | 46 | | | | | 13.51 | 37 | | | | | 12.36 | 38 | | | | |
| TX35p | 17.49 | 88 | | | | | 17.16 | 92 | | | | | 18.205 | 90 | | | | |
| TX65p | 25.01 | 85 | | | | | 25.01 | 88 | | | | | 27.07 | 90 | | | | |
| TX90p | 31.41 | 36 | | | | | 31.94 | 37 | | | | | 34.26 | 37 | | | | |
| CSDITX35 | 134 | 18 | 01-01-2007 | 14.06 | 1.90 | | 123 | 18 | 01-01-2008 | 13.71 | 1.41 | | 128 | 52 | 01-01-2009 | 12.397 | 2.785 | |
| | | 37 | 21-01-2007 | 13.31 | 2.73 | | | 27 | 24-11-2008 | 12.47 | 2.00 | | | 9 | 26-02-2009 | 14.877 | 1.848 | |
| | | 13 | 30-03-2007 | 15.54 | 1.38 | | | 9 | 23-12-2008 | 12.73 | 1.96 | | | 40 | 22-11-2009 | 13.85 | 2.725 | |
| | | 43 | 19-11-2007 | 14.27 | 1.44 | | | | | | | | | | | | | |
| WSDITX65 | 121 | 78 | 26-06-2007 | 31.38 | 3.51 | | 125 | 86 | 17-06-2008 | 31.44 | 3.28 | | 127 | 15 | 10-06-2009 | 32.937 | 3.716 | |
| | | | | | | | | 9 | 13-09-2008 | 29.09 | 2.68 | | | 10 | 07-07-2009 | 31.38 | 1.884 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 14 | 18-07-2009 | 33.451 | 2.883 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 42 | 02-08-2009 | 34.047 | 3.107 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 9 | 20-09-2009 | 29.52 | 1.006 | |
| WSDITX90 | 36 | 5 | 10-07-2007 | 34.21 | 1.34 | | 37 | 4 | 19-06-2008 | 33.38 | 0.99 | | 37 | 5 | 17-06-2009 | 36.336 | 1.276 | |
| | | 7 | 25-07-2009 | 36.84 | 3.31 | | | 7 | 25-06-2008 | 35.29 | 1.08 | | | 10 | 10-08-2009 | 37.058 | 0.894 | |
| | | | | | | | | 6 | 14-07-2008 | 35.24 | 1.65 | | | 4 | 27-08-2009 | 37.13 | 1.511 | |
| | | | | | | | | 5 | 02-08-2008 | 36.80 | 2.01 | | | 4 | 06-09-2009 | 35.235 | 0.512 | |
| | | | | | | | | 6 | 23-08-2008 | 33.47 | 0.45 | | | | | | | |

Pela observação que fizemos dos índices climáticos consideramos que as temperaturas mínimas são o motor de todo o processo fenológico e maturativo da vinha, por isso, calculamos o somatório de graus-centígrados-dia referente a estas temperaturas e considerando uma temperatura de base de 10°C. Utilizamos por isso a Equação 2 e obtivemos a Figura 6 para os três anos do estudo.

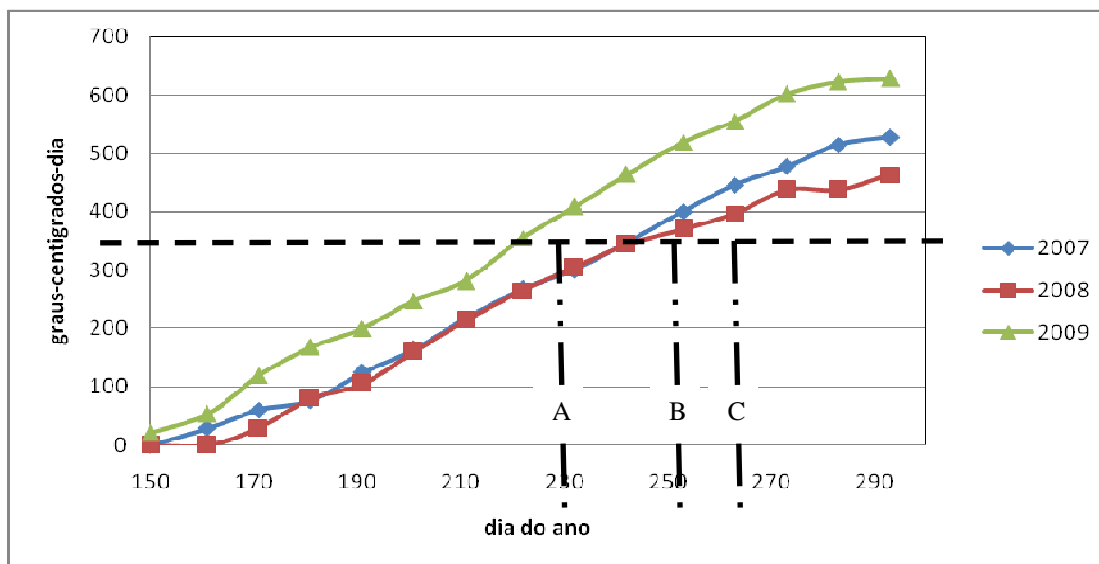


Figura 6 – Graus-centígrados-dia cumulativos de temperaturas mínimas para os anos de 2007, 2008 e 2009 (foram apenas consideradas as décadas que apresentavam valores de DD₁₀ positivos). A) Colheita em 2009; B) Colheita em 2007 e C) Colheita em 2008.

Pela observação da Figura 6 e pelo cruzamento da informação obtida no início da vindima, é possível concluir que são necessários aproximadamente 400 °C.dia de temperatura mínima para que os bagos estejam em condições de ser vindimados.

Pela Figura 6 podem inclusive confrontar-se as datas de colheita reais com as datas de colheita previstas utilizando a Equação 2, ao intersectar a curva dos graus-centígrados-dia do respectivo ano, com a ordenada dos 400°C.dia. As datas de colheita reais coincidiram com as datas de colheita previstas através da Equação 2 e, de um ano para o outro, pode existir quase 1 mês de diferença no início da vindima. Esta relação vem demonstrar que as temperaturas mínimas acima dos 10°C são um limiar importante a ter em conta na gestão intra e inter-anual da vinha (rega, nutrição, operações culturais, etc.) e consequentemente na gestão diferenciada dos diferentes factores que contribuem para a qualidade do produto final.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que a variabilidade espacial e temporal na maturação da uva dentro da mesma casta é uma realidade. Tais variabilidades (espacial e inter-anual) abrem a possibilidade de uma gestão diferenciada dos factores de produção, nomeadamente da rega, da fertilização, das operações culturais, etc, bem como, a gestão diferenciada da colheita com o objectivo de colher produtos com diferentes tipos de qualidade e valor associado.

Este estudo também demonstrou que a temperatura é um factor importantíssimo no crescimento fenológico e na maturação da videira, podendo-se estimar a data óptima de colheita em função do número de graus-centígrados-dia de temperatura mínima (considerando uma temperatura base de

10°C). Os resultados obtidos permitem indicar que, para estas castas e condições edafo-climáticas, a data ótima de colheita está associada a aproximadamente 400 °C.dia.

Trabalhos futuros deverão explorar os efeitos da temperatura não só na taxa de maturação do bago mas também na qualidade do mesmo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Eugénio de Almeida pela disponibilidade dos espaços, pelo apoio logístico e pelos dados fornecidos e de uma forma especial aos Eng. Pedro Baptista, Eng. Ana Simões, Eng. João Torres e Eng. Mariana Torres pela forma sempre prestável como se envolveram neste trabalho. Ao Eng. João Roma, ao Sr. Custódio e ao Sr. Condeças pela forma como resolveram as situações de campo.

REFERÊNCIAS:

- Amerine, M.A. & Winkler, A.J. 1944. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*, 16(6): 493-675.
- Archer, E. & Strauss, H.C. 1990. The effect of vine spacing on some physiological aspects of *Vitis vinifera* L. (cv. Pinot noir). *S. Afr. J. Enol. Vitic.* Vol. 11. N° 2, 76-87.
- Bradfield, M. and Stamp, N. (2004). Effect of nighttime temperature on tomato plant defensive chemistry. *Journal of Chemical Ecology*, **30** (9): 1713-1721.
- Crippen, JR. & Morrison, J.C. 1986. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic.* Vol. 37. N° 4, 235-241.
- Fletcher, R.S., T. Slimmon, C.Y. McAuley and L.S. Kott, (2005). Heat stress reduces the accumulation of rosmarinic acid and the total antioxidant capacity in spearmint (*Mentha spicata* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **85** (14): 2429-2436.
- Godoy, C., Garza, H. & Huitrón, M. V. 1998. Crecimiento y acumulación de azúcares en el fruto de la vid (*Vitis vinifera* L.) bajo diferentes condiciones hídricas. *ITEA*. Vol. 94V. N° 3, 129-137.
- Harris, J.M., Kriedemann, P.E. & Possingham, J.V. 1968. Anatomical aspects of grape berry development. *Vitis* 7, 106-109.
- Kliewer, W.M. and Torres, R.E. (1972). Effect of Controlled Day and Night Temperatures on Grape Coloration. *Am. J. Enol. Vitic.*, **23** (2): 71-77.
- Matthews, M.A., Anderson, M.M. & Schultz, H.R. 1987. Phenological and growth responses to early and late season deficits in Cabernet franc. *Vitis* 26, 147-160.
- Mori, K., S. Sugaya and H. Gemma, (2005). Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. *Scientia Horticulturae*, **105** (3): 319-330.
- Prescott, A.J. 1969. The climatology of the vine (*Vitis Vinifera* L) 3. A comparison of France and Australia on the basis of the warmest month. *Transactions of the Royal Society of South Australia*. 93: 7-15.
- Spayd, S.E., Tarara, J.M., Mee, D.L. and Ferguson, J.C. (2002). Separation of Sunlight and Temperature Effects on the Composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot Berries. *Am. J. Enol. Vitic.*, **53** (3): 171-182.
- Tank, Albert M.G. Klein & Zwiers, Francis W. (2009). Guidelines on - Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. *World Meteorological Organization (WMO)*
- Wang, S.Y. and Zheng, W. (2001). Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **49** (10): 4977-4982.
- Winkler, A.J, Cook, J., Kliewer, W., Lider, L. 1974. *General viticulture*. University of California Press, Berkeley.

Yamane, T., S.T. Jeong, N. Goto-Yamamoto, Y. Koshita and S. Kobayashi, (2006). Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *American Journal of Enology and Viticulture*, **57** (1): 54-59.