

José Manuel Moutinho Pereira

**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E AGRONÓMICA DE DIFERENTES
ESTRATÉGIAS CULTURAIS PARA MINIMIZAR O *STRESS* ESTIVAL
EM *VITIS VINIFERA* L. NA REGIÃO DEMARCADA DO DOURO**

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Vila Real, 2000

Este trabalho foi expressamente elaborado como dissertação original para o efeito de obtenção do grau de Doutor em Engenharia Agrícola, de acordo com o disposto no Decreto-Lei 216/92 de 13 de Outubro.

Aos meus pais, que não se pouparam a esforços pela minha formação profissional e, sobretudo, como Homem.

À minha mulher e aos meus filhos, a quem pertencia muito do tempo utilizado na realização deste trabalho.

À minha irmã e a todos os meus familiares, porque também eles deram sentido ao esforço aqui humildemente apresentado.

À memória da Dra. Maria Suzel, pelo enorme testemunho de generosidade que nos deixou. É a ela que eu devo a minha iniciação docente na área da Histologia e Fisiologia Vegetal.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração de um vasto número de pessoas, a quem, antes de tudo, queremos aqui deixar expresso o nosso mais sincero reconhecimento.

Ao Professor José Manuel Gaspar Torres Pereira, na dupla qualidade de Magnífico Reitor da UTAD e de nosso orientador científico, pelas facilidades materiais e humanas concedidas para que este trabalho fosse concretizado, pela solicitude e amizade que sempre nos dedicou e pelas muitas e oportunas sugestões transmitidas ao longo da nossa actividade científica.

Ao Professor Nuno Magalhães, na qualidade de nosso co-orientador científico, pela amizade e pela forma empenhada como nos ajudou na condução do trabalho experimental e na revisão do texto.

Ao Professor Luís Fernando Torres de Castro, pela revisão minuciosa do texto e por nos ter incentivado nos momentos mais difíceis, ajudando-nos, com o seu saber e boa vontade, a ultrapassar todas as contrariedades.

Ao Senhor Joaquim Fernandes, na qualidade de gerente da exploração vitivinícola onde decorreram todos os ensaios de campo (Quinta do Seixo, propriedade da SOGRAPE S.A.), e a todo o seu pessoal pela enorme disponibilidade e dedicação com que nos ajudaram a manter o campo experimental em condições excelentes para o tipo de estudos efectuados e por muitos dos ensinamentos práticos que nos transmitiram.

As Professoras Maria Manuela Chaves e Maria Leonor Osório, pelos inúmeros ensinamentos transmitidos, quer pessoalmente, quer através das suas excelentes publicações.

Aos Professores Fortunato Fonseca, José Luís Lousada e José Aranha, pela inestimável colaboração prestada no tratamento estatístico dos dados experimentais.

Ao Professor Afonso Martins, pelo auxílio prestado na caracterização físico-química do solo do campo experimental.

Ao colega Carlos Correia, pela revisão atenta do texto e pela frutuosa troca de impressões que mantivemos no desenvolvimento deste trabalho.

Às colegas Ana Oliveira e Maria José Correia, do sector de Viticultura da UTAD, pela colaboração prestada na avaliação qualitativa dos mostos obtidos.

À Professora Maria Arlete Mendes Faia e ao colega Virgílio Costa, do sector de Enologia da UTAD, pela ajuda dispensada no doseamento de cobre dos bagos e por muitas sugestões oportunamente transmitidas.

Ao Técnico Auxiliar Paulo Matos e aos então alunos estagiários José Vilela, José Santos, Nuno Carvalho e Tiago Vidal, pela ajuda prestada na recolha de dados de campo, por vezes em condições de grande sacrifício.

A todos os funcionários do Departamento de Engenharia Biológica e Ambiental da UTAD, por toda a colaboração dispendida durante a realização deste trabalho. Em determinadas fases dos trabalhos de laboratório e secretaria queremos destacar a Alcina, Ana Fraga, Clotilde, Donzília, Helena, Natália, Rui Martins, Adelaide e Jorge Teixeira, pelo maior empenhamento na realização das tarefas solicitadas.

A todos os colegas do Departamento de Engenharia Biológica e Ambiental, em particular ao Albino, Ana Sampaio, Fernandes, Fontainhas, Jorge Ventura, Laranjo, Luís Ruas e Mário Pimentel, pelos muitos e bons conselhos proporcionados durante a realização desta tese.

Finalmente, uma palavra especial é devida a todos os funcionários da Reprografia da UTAD, na pessoa do responsável Emílio Santos, pelo competente profissionalismo demonstrado na impressão e encadernação deste trabalho.

Resumo

Este trabalho teve como objectivo: (1) comparar o comportamento vegetativo e vitícola das videiras situadas em cotas extremas numa parcela de vinha “ao alto”; estudar a influência que (2) a grandeza da superfície foliar exposta e/ou (3) a presença de partículas de calda bordalesa pode ter nesse comportamento, em particular no compromisso fotossíntese-transpiração e (4) avaliar as implicações fisiológicas da orientação NW-SE das linhas de plantação das mesmas videiras. Os ensaios decorreram na Região Demarcada do Douro, em 1995, 1996 e 1997.

No capítulo 1 - *Introdução geral* - faz-se uma breve reflexão aos aspectos essenciais que motivaram o presente estudo, salientando-se o modo de implantação e condução da vinha duriense nas últimas décadas e certos conhecimentos locais de natureza empírica.

No capítulo 2 - *Estado actual dos conhecimentos* - procurou-se, num primeiro ponto, caracterizar a Região Demarcada do Douro nos domínios institucional, geográfico, geológico, microclimático e fitossociológico; num segundo e terceiro ponto identificaram-se alguns mecanismos fisiológicos de resposta das videiras ao efeito do *stress* hídrico, luminoso e térmico e referiram-se algumas práticas culturais que podem ser mais adequadas à viticultura de regiões onde esses tipos de *stress* são mais frequentes, respectivamente.

No capítulo 3 - *Material e métodos* - descreve-se a localização dos ensaios de campo, as condições edafoclimáticas em que os mesmos decorreram e o delineamento experimental seguido. Posteriormente, faz-se uma exposição detalhada da metodologia utilizada e por último apresentam-se os métodos de análise estatística, nomeadamente o cálculo da distribuição relativa das componentes de variância utilizando um modelo com as variáveis principais fixas.

No capítulo 4 - *Resultados* - é calculada a contribuição de cada origem de variação ensaiada para a variação total dos diferentes parâmetros medidos ou estimados neste trabalho, quer em condições de campo quer de laboratório. Seguidamente, para as origens de variação que se manifestaram significativas e com peso assinalável para a variação total do parâmetro em análise, é feita uma apresentação, condensada em gráficos e quadros, dos valores médios estimados.

No capítulo 5 - *Discussão e conclusões* - dá-se conta do efeito de cada origem de variação no comportamento fisiológico e agronómico das videiras do ensaio e procede-se à sua discussão, à luz dos conhecimentos revistos no capítulo 2 deste trabalho.

Efeito do Terreno. As condições edáficas da cota inferior da parcela de vinha “ao alto” permitiram que a expressão vegetativa das videiras dessa zona fosse maior do que no extremo oposto. Do ponto de vista fisiológico, em condições de maior secura estival, nas folhas mais expostas dessas videiras foi notório um acréscimo da capacidade fotossintética, do teor em pigmentos clorofilinos e do peso específico e uma maior acumulação em sacarose, amido e prolina. Em contrapartida, os copados das videiras da cota superior dessa parcela foram mais permeáveis à radiação incidente, o que se revelou positivo para as trocas gasosas em períodos de menores limitações hídricas. Ao nível do rendimento, as videiras da cota inferior do terreno foram muito mais produtivas mas, qualitativamente, a acumulação de açúcar nos bagos foi mais reduzida do que nas videiras da cota superior do terreno.

Efeito da Forma da parede de vegetação. As videiras conduzidas em sebe baixa (≈80 cm) tinham, em geral, menor área foliar total. Todavia, nas folhas mais expostas dessas

videiras, a condutância estomática, a actividade fotossintética, a taxa de transpiração, o potencial hídrico de base, o teor em prolina, açúcares solúveis e amido e o peso específico foram mais elevados do que nas folhas das videiras conduzidas em sebe alta (≈ 120 cm). A produção de uvas foi similar em ambas as formas de copado mas a relação entre esse parâmetro e a expressão vegetativa foi mais equilibrada nas videiras com copado baixo. A nível qualitativo, em 1995 e, de forma mais diluída, em 1997 foi assinalável um maior acréscimo na acumulação de açúcar e simultaneamente uma menor acidez total dos bagos colhidos nas videiras com copados altos.

Efeito da Calda bordalesa. O poder reflector das folhas pulverizadas com calda bordalesa foi substancialmente aumentado enquanto a intensidade de luz transmitida e a temperatura dessas folhas diminuíram em relação às folhas testemunha. Do ponto de vista fisiológico, nessas folhas a capacidade fotossintética foi incrementada por menores limitações estomáticas e não estomáticas. A taxa de transpiração foi também aumentada mas a eficiência intrínseca do uso de água ou o potencial hídrico foliar não foram afectados. A menor senescência foliar nas videiras tratadas com calda bordalesa, sobretudo entre as que tinham parede de vegetação baixa, favoreceu um menor escaldão dos cachos, daí que se tenha registado nesta modalidade uma tendência para maior rendimento por cepa. Qualitativamente, as uvas produzidas por ambas as modalidades não foram distintas mas os teores em cobre foram bastante mais elevados na modalidade “calda bordalesa”.

Efeito da Orientação das folhas. O distinto padrão diurno de exposição à luz solar das folhas das faces laterais NE e SW do copado implicou que as maiores taxas fotossintéticas fossem registadas nas folhas expostas da face NE, durante a manhã. À tarde, a actividade fotossintética das folhas expostas ao Sol, ou seja da face SW, foi fortemente deprimida pelo fecho dos estomas e por limitações ao nível do aparelho fotossintético, designadamente com a perda de eficiência fotoquímica máxima do PSII e com o empobrecimento em pigmentos clorofilinos. Nas folhas da face NE do copado constatou-se que a acumulação de açúcares solúveis e de amido, desde manhã cedo até meio da tarde, foi mais elevada do que nas folhas da face oposta, enquanto em relação ao peso foliar específico verificou-se o contrário. Foi na face SW do copado que as folhas se mostraram mais vulneráveis à ocorrência de acidentes de vegetação provocados pelo Sol e onde se contaram o maior número de cachos com escaldão.

Abstract

Moutinho-Pereira, J.M., 2000. An ecophysiological and agronomic characterisation of several viticultural strategies to alleviate summer stress in *Vitis vinifera* L. in the Douro Demarcated Wine Region. UTAD, Vila Real, Portugal.

The aims of this study were: (1) to compare vegetative and viticultural behaviour of grapevines on the upper and lower edges of one vineyard parcel planted in a steep hill, according to principal slope; to evaluate the influence on that behaviour that may result from (2) the magnitude of exposed leaf surface and/or (3) the presence of Bordeaux mixture particles, particularly on the compromise between photosynthesis and transpiration; and (4) to investigate the physiological implications of planting grapevines with a NW-SE row orientation. The experiments were undertaken in Northern Portugal's Douro Demarcated Wine Region in the years 1995, 1996 and 1997.

The chapter 1 – *General introduction* – provides a brief reflection on the essential considerations that motivated the research, with particular emphasis given to systems of vineyard plantation and style of vine training over the last few decades, along with the presentation of some local knowledge of an empirical nature.

In chapter 2 - *Knowledge present status* - in the first place, we describe the Alto Douro region in institutional, geographical, geological, microclimatic and phyto-sociological terms. Secondly and finally, we identify some physiological mechanisms of the grapevine's response to the effects of water, light and thermal stress and point to some viticultural practices that may be more appropriate for regions where these types of stress are more common.

In chapter 3 - *Material and methods* - we provide a characterisation of, among other elements, the soil and climate of the locality where the trials were conducted, along with details of the experimental design. Subsequently a detailed presentation of experimental and statistical methodology is provided, in particular the calculation of components of variance based on a fixed effects model.

Chapter 4 - *Results* - provides the results of the research, centring on the calculation of the contribution of each source of variance to the total variation in the distinct parameters measured or estimated in the research, whether based on fieldwork or laboratory experiments. Average values relating to each of the sources of variance that have proven most significant, and which have noticeable influence in the total variation of a given parameter, are subsequently presented graphically and in tabular form.

Chapter 5 - *Discussion and conclusions* - discusses the results and draws conclusion from the research. The effect of each source of variance on the physiological and agronomic behaviour of experimental grapevines is discussed in the light of the review of the current state of our knowledge provided in chapter 2.

The effect of the Terrain. The soil conditions of the lower part of the plot of a vineyard planted vertically down to the slope allowed greater vegetative growth than in the uppermost part of the plot. From the physiological point of view, in summer-time conditions of heightened water scarcity, an increase in photosynthetic capacity, specific weight and chlorophyll, sucrose, starch and proline contents of exposed leaves of the grapevines planted at the lower end was noticeable. On the other hand, the grapevine canopies of the upper part of the plot were able to take advantage of fortuitous exposure to the sun's rays,

which favoured gaseous exchanges when water was in reasonable supply. With regard to yield, the grapevines canopies in the lower part of the plot were much more better but, qualitatively, the increment of sugars in the grapes was more reduced than in the grapevines on the uppermost part of the plot.

The effect of Canopy height. In general, the grapevines with low vegetative height (*i.e.* of around 80 cm) had lower total leaf area. However, on the exposed leaves from such grapevines, stomatal conductance, photosynthetic activity, transpiration rate, predawn water potential, proline, starch and soluble carbohydrates contents and specific weight were all higher on leaves of grapevines with higher vegetative height (namely of around 120 cm). Grape production was similar for both the two canopy shapes but the ratio between grape production and vegetative growth was closer in grapevines with lower vegetative height. From the qualitative standpoint, in 1995 and 1997, there was notably larger increase in sugar and a lower total acidity in the grapes from grapevines with higher vegetative height.

The effect of Bordeaux mixture. Leaves with Bordeaux mixture had enhanced reflective power, whereas their transmitted photon flux and temperature was lower compared to control leaves. From the physiological point of view, the photosynthetic capacity of treated leaves increased due to a lowering of both stomatal and non-stomatal limitations. Also, their transpiration rate was higher, but neither the intrinsic efficiency of water-use nor leaf water potential were affected. Lower leaf senescence of grapevines sprayed with Bordeaux mixture, mainly those with low vegetative height, inhibited scorching of grapes and, consequently, promoted higher yields per plant. Qualitatively, no distinction could be found between the grapes grown under these two viticultural modes, though the copper content was higher on those treated with “Bordeaux mixture”.

The effect of leaf orientation. The different daily pattern of exposure to the sun’s rays of the NE and SW sides of the canopy respectively, meant that the exposed leaves of NE side of the canopy experienced higher photosynthesis rates during the morning. In the afternoon, the photosynthetic activity of leaves exposed to the sun’s rays, *i.e.* those on the SW side, was strongly inhibited by stomatal closure, as well as by photosynthetic apparatus limitations, related both to a decrease in maximum photochemical efficiency of PSII and to the impoverishment of chlorophyll pigmentation. It was found that cumulative increases in starch and soluble carbohydrates contents, from before dawn until mid afternoon, was higher in leaves on the NE side of the canopy than on those of the other side. With regard to leaf specific weight, precisely the opposite was found: it was on the SW side of the canopy that leaves proved more vulnerable to the occurrence of vegetative accidents provoked by light stress and where, consequently, there was a greater number of bunches of grapes with scorching.

Índice

Agradecimentos	VII
Resumo	IX
Abstract	XI
Índice de figuras	XVII
Índice de quadros	XXI
Símbolos e abreviatutas	XXIII
1 Introdução geral	1
2 Estado actual dos conhecimentos	5
2.1 Breve caracterização da Região Demarcada do Douro	5
2.2 Mecanismos fisiológicos envolvidos na resposta das videiras ao Verão de climas tipicamente mediterrânicos	10
2.2.1 Introdução	10
2.2.2 Défice hídrico	11
• Limitação da fotossíntese pelos estomas	12
• Limitação da fotossíntese a nível do mesófilo	14
• Efeito na repartição dos fotoassimilados	15
• Aclimação ao <i>stress</i> hídrico	16
2.2.3 Irradiância elevada	19
• Regulação da luz interceptada	20
• Regulação da energia dissipada	22
2.2.4 Temperatura elevada	24
• Efeitos reversíveis	25
• Efeitos irreversíveis	26
• Aclimação à temperatura elevada	27
2.2.5 Efeito combinado do défice hídrico, irradiância elevada e calor	28
2.3 Mitigação dos efeitos deletérios do clima estival através das práticas culturais	30
2.3.1 Introdução	30
2.3.2 Intervenções no solo	31
2.3.3 Escolha do porta-enxerto e da casta	34
2.3.4 Sistema de condução	37

	• Densidade de plantação e compasso de plantação	37
	• Orientação das linhas de plantação	38
	• Altura do tronco	39
	• Sistema de armação	41
	• Sistema de poda	42
	• Carga à poda	42
	• Orientação dos pânpanos	43
	• Desponta	45
2.3.6	Protecção fitossanitária	46
3	Material e Métodos	49
3.1	Materiais	49
3.1.1	Campo experimental	49
	• Solo	49
	• Clima	50
	• Material vegetal	51
	• Delineamento experimental	52
3.2	Métodos	54
3.2.1	Caracterização da arquitectura do coberto vegetal	54
	• Geometria do coberto vegetal	54
	• Estimativa do número de camadas de folhas	54
	• Estimativa da superfície foliar total	55
	• Registos à poda	56
3.2.2	Determinação do microclima luminoso e térmico do coberto	56
	• Microclima luminoso no interior do copado ao nível dos cachos	57
	• Microclima térmico das folhas	58
3.2.3	Determinação da radiação transmitida e reflectida pelas folhas	59
3.2.4	Medição das trocas gasosas das folhas por radiação infravermelha	59
3.2.5	Medição da fluorescência da clorofila <i>a in vivo</i>	61
3.2.6	Avaliação das relações hídricas das folhas	62
	• Medição do potencial hídrico	62
	• Medição das relações pressão-volume	63
	• Medição do potencial osmótico através do método crioscópico	65
3.2.7	Determinação de parâmetros morfológicos nas folhas	65
	• Massa foliar por área (LMA)	66
	• Densidade estomática	66
	• Espessura do mesófilo clorofilino	66
3.2.8	Determinação de metabolitos nas folhas	67
	• Pigmentos clorofilinos e carotenóides totais	67
	• Açúcares solúveis e amido	68
	• Prolina	70
3.2.9	Evolução da acidez total e dos açúcares das uvas	70

3.2.10	Caracterização da vindima	71
3.2.11	Análise estatística dos dados	71
4	Resultados	73
4.1	Análise da arquitectura do coberto vegetal.....	73
4.1.1	Dimensões do coberto vegetal.....	73
4.1.2	Número de camadas de folhas.....	74
4.1.3	Área foliar total.....	75
4.1.4	Vigor	78
4.2	Microclima luminoso no interior do copado ao nível dos cachos.....	80
4.3	Microclima térmico das folhas.....	85
4.4	Radiação transmitida e reflectida pelas folhas	90
4.5	Trocas gasosas de folhas expostas	91
	• Ensaio de 1995	92
	• Ensaio de 1996	96
	• Ensaio de 1997	107
4.6	Fluorescência da clorofila <i>a in vivo</i>	115
4.7	Relações hídricas das folhas	122
4.7.1	Potencial hídrico.....	122
	• Evolução diurna.....	124
4.7.2	Relações pressão-volume.....	126
4.7.3	Estimativa do potencial osmótico através do método crioscópico	129
4.8	Parâmetros morfológicos das folhas.....	130
	• Massa foliar por área	130
	• Espessura do mesófilo clorofilino	132
	• Densidade estomática	133
4.9	Metabolitos das folhas.....	133
	• Pigmentos clorofilinos e carotenóides totais	133
	• Açúcares solúveis e amido	140
	• Prolina	143
4.10	Caracterização da produção	146
	• Análise qualitativa das uvas	146
	• Avaliação quantitativa da produção	150
4.11	Síntese dos resultados	154
5	Discussão e Conclusões	157
5.1	Discussão	157

• Efeito do <i>Terreno</i>	157
• Efeito da <i>Forma da parede de vegetação</i>	164
• Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	169
• Efeito da <i>Orientação das folhas</i>	175
5.2 Conclusões	179
6 Referências bibliográficas	183
ANEXOS	207
ANEXO I Descrição do solo.....	208
ANEXO II Elementos do clima.....	209
ANEXO III Descrição da casta “Touriga Nacional” e porta-enxerto 1103P.....	211
ANEXO IV Quadros da análise de variância e estimativa das variâncias esperadas expressas em percentagem da variação total.....	213
Anexo IV.1 Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros da geometria dos copados em 1995, 1996 e 1997	214
Anexo IV.2 Quadros da análise de variância dos valores relativos à área foliar estimada através do método semi-empírico da intercepção da PPFD, em 1996 e 1997.....	215
Anexo IV.3 Quadros da análise de variância relativos à área foliar estimada através do método de Carbonneau (1976b), em 1995 e 1997	215
Anexo IV.4 Quadros da análise de variância relativos aos valores do peso da lenha de poda por videira e peso/sarmento, em 1995, 1996 e 1997.....	215
Anexo IV.5 Quadros da análise de variância relativos aos valores dos parâmetros do microclima luminoso no interior do copado ao nível dos cachos, em 1995, 1996 e 1997	216
Anexo IV.6 Quadros da análise de variância relativos aos valores da temperatura da folha, posicionadas na face NE, SW e interior do copado, nos ensaios de 1996	217
Anexo IV.7 Quadros da análise de variância relativos aos valores da PPFD e razão <i>red/far-red</i> transmitida pelas folhas expostas ao Sol em 29.7.96.....	219
Anexo IV.8 Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros registados pelo IRGA em 1995.....	219
Anexo IV.9 Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros registados pelo IRGA em 1996.....	224
Anexo IV.10 Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros registados pelo IRGA em 1997.....	230
Anexo IV.11 Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros da fluorescência da clorofila <i>a</i> em 1996 e 1997	238
Anexo IV.12 Quadros da análise de variância relativos aos valores de potencial hídrico foliar, medido em 1995, 1996 e 1997	242
Anexo IV.13 Quadros da análise de variância relativos aos valores de potencial osmótico foliar medido em 1997 através do método crioscópico	247
Anexo IV.14 Quadros da análise de variância relativos aos valores da massa foliar por área determinada em 1996 e 1997.....	248
Anexo IV.15 Quadros da análise de variância relativos aos teores em pigmentos clorofilinos e carotenóides totais doseados em 1995, 1996 e 1997	248
Anexo IV.16 Quadros da análise de variância relativos aos teores em açúcares solúveis e insolúveis doseados em 1996 e 1997	251
Anexo IV.17 Quadros da análise de variância relativos aos teores em prolina doseados em 1995, 1996 e 1997	252
Anexo IV.18 Quadros da análise de variância relativos aos valores da acidez total e dos açúcares das uvas em processo de maturação, no ensaio de 1995, 1996 e 1997	253
Anexo IV.19 Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros do rendimento e suas componentes, em 1995, 1996 e 1997.....	255

Índice de figuras

2.1	A Região Demarcada do Douro.....	6
2.2	Esquema representativo dos efeitos do <i>stress</i> hídrico no mecanismo estomático, crescimento, e aparelho fotossintético e respectivas interações.....	12
2.3	Influência do solo, clima e práticas culturais na qualidade do vinho através dos seus efeitos no comportamento fisiológico da videira.....	31
3.1	Ilustração comparativa da temperatura média mensal nos anos de 1995, 1996 e 1997, relativamente ao ano médio (1961 a 1990).....	50
3.2	Ilustração comparativa da precipitação mensal em cada ano agrícola do ensaio (1994/95, 1995/96 e 1996/97), relativamente ao ano médio em igual período do ano (1961 a 1990).....	51
3.3	Representação esquemática do delineamento do campo de ensaio.....	52
3.4	Representação esquemática do perfil transversal dos bardos e projecção da largura da sombra no solo em diferentes períodos do dia.....	54
3.5	Variações relativas de alguns parâmetros climáticos no perfil transversal de um copado denso.....	56
3.6	Apresentação esquemática da posição do sensor quântico relativamente à superfície foliar para as medições da radiação incidente, reflectida e transmitida em condições de campo.....	59
3.7	Curva pressão-volume relacionando o inverso do potencial hídrico com o conteúdo relativo de água.....	64
3.8	Representação esquemática das zonas da folha onde foram retirados os discos para contagem da densidade estomática e medição da espessura do mesófilo.....	66
4.1	Valores médios da altura e espessura da parede de vegetação e superfície foliar exposta nas modalidades “forma alta” e “forma baixa”, nos três anos de ensaio.....	73
4.2	Área foliar média do copado estimada em 1996, pelo método da intercepção luminosa, para as origens de variação <i>Terreno</i> (I), <i>Forma da parede de vegetação</i> (II), <i>Calda bordalesa</i> (III), interação <i>Calda x Forma</i> (IV) e interação <i>Calda x Terreno</i> (V).....	76
4.3	Área foliar média do copado estimada em 1997 no pintor e na maturação, pelo método da intercepção luminosa, para as origens de variação <i>Terreno</i> (I), <i>Forma da parede de vegetação</i> (II), <i>Calda</i> (III), interação <i>Terreno x Forma</i> (IV) e interação <i>Calda x Forma</i> (V).....	77
4.4	Área foliar média do copado para as origens de variação <i>Terreno</i> (I) e <i>Forma do copado</i> (II), estimada em 1997 no período do pintor, pelo método de Carbonneau (1976) e pelo método intercepção da PAR pelo copado (Oliveira e Santos, 1995).....	78
4.5	Influência do <i>Terreno</i> (I e IV), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II e V), e da interação <i>Terreno x Calda</i> (III e VI, dados referentes só ao ensaio de 1996) nos parâmetros caracterizadores do vigor.....	79
4.6	Efeito da interação <i>Terreno x Forma</i> (I) na percentagem de PPFD. Efeito do <i>Terreno</i> (II) e da <i>Forma da parede de vegetação</i> (III) na razão R/FR. Os valores médios da PPFD(%) e R/FR referem-se a medições efectuadas no interior do copado, ao nível dos cachos, ao pintor e à maturação em 1995.....	80
4.7	Influência da cota do <i>Terreno</i> (I), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) e da interação <i>Forma x Calda</i> (III) na percentagem de PPFD no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor e da maturação, em 1996.....	81
4.8	Efeito do <i>Terreno</i> (I) e da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) na razão R/FR. Efeito do <i>Terreno</i> (III), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (IV) e da interação <i>Terreno x Forma x Calda</i> (V) na percentagem de PPFD. Os valores médios da razão R/FR e PPFD(%) referem-se a medições efectuadas no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor, em 1996.....	82
4.9	Efeito do <i>Terreno</i> (I), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II), da <i>Calda bordalesa</i> (III) e da interação <i>Forma x Calda</i> (IV) na percentagem de PPFD no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor e da maturação, em 1997.....	83

4.10	Efeito do <i>Terreno</i> (I), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) e da interacção <i>Terreno</i> × <i>Forma</i> × <i>Calda</i> (III) na razão R/FR. Efeito do <i>Terreno</i> (IV) e da <i>Forma da parede de vegetação</i> (V) na percentagem de PPFD. Os valores médios da razão R/FR e PPFD(%) referem-se a medições efectuadas no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor e da maturação em 1997	84
4.11	Temperatura média das folhas, posicionadas no interior e nas faces NE e SW do copado, em dois períodos distintos do dia (11 e 15 horas, 23.7.96), para as origens de variação <i>Terreno</i> (I,V), <i>Forma</i> (II,VI), <i>Calda bordalesa</i> (III,VII) e interacção <i>Terreno</i> × <i>Calda</i> (IV,VIII)	87
4.12	Evolução da temperatura duma folha com calda bordalesa e duma folha testemunha durante parte de um dia, minuto a minuto, num dia tipicamente de Verão	89
4.13	Evolução da temperatura duma folha com calda bordalesa e duma folha testemunha durante 24 horas, minuto a minuto, num dia tipicamente de Verão	89
4.14	Distribuição relativa das componentes de variância para as variáveis <i>A</i> e <i>g_s</i> , em dois períodos distintos dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas em 1995, tendo como origens de variação o <i>Terreno</i> , <i>Forma</i> e respectiva interacção	92
4.15	Influência do <i>Terreno</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos distintos do dia, em 29.6.95, 3.8.95 e 25.8.95	94
4.16	Influência da <i>Forma da parede de vegetação</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos distintos do dia, em 29.6.95, 3.8.95 e 25.8.95	95
4.17	Distribuição relativa das componentes de variância para as variáveis <i>A</i> e <i>g_s</i> , em dois períodos distintos dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas em 1996, tendo como origens de variação o <i>Terreno</i> , <i>Forma</i> e respectiva interacção até 16.7.96 inclusivé, e <i>Terreno</i> , <i>Forma</i> , <i>Calda bordalesa</i> e respectivas interacções a partir de 22.7.96	97
4.18	Influência do <i>Terreno</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos do dia 8.7.96	98
4.19	Influência do <i>Terreno</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos do dia 29.7.96	99
4.20	Influência do <i>Terreno</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 12.9.96	100
4.21	Influência da <i>Forma da parede de vegetação</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos do dia 29.7.96	102
4.22	Influência da <i>Forma da parede de vegetação</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 12.9.96	103
4.23	Influência da <i>Calda bordalesa</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 12.9.96	105
4.24	Influência da <i>Orientação das folhas</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 16.7.96	106
4.25	Distribuição relativa das componentes de variância para as variáveis <i>A</i> e <i>g_s</i> , em dois períodos distintos dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas em 1997, tendo como origens de variação, em 25 e 29.7.97, o <i>Terreno</i> , <i>Forma</i> , <i>Calda bordalesa</i> e respectivas interacções, em 13.8.97 e 2.9.97, a <i>Forma</i> , <i>Calda bordalesa</i> e respectiva interacção e, em 21.8.97, o <i>Terreno</i> , <i>Calda bordalesa</i> e respectiva interacção	107
4.26	Influência do <i>Terreno</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 25.7.97	108
4.27	Influência da <i>Forma da parede de vegetação</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 25.7.97	110
4.28	Influência da <i>Forma da parede de vegetação</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 2.9.97	111
4.29	Influência da <i>Calda bordalesa</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 25.7.97	112
4.30	Influência da <i>Calda bordalesa</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 21.8.97	114

4.31	Influência da <i>Calda bordalesa</i> nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 2.9.97	115
4.32	Variação ao longo do dia (16.7.96) da eficiência fotoquímica máxima do PSII, fluorescência basal e fluorescência máxima em folhas orientadas a NE e a SW de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional	116
4.33	Influência do <i>Terreno</i> na eficiência fotoquímica máxima do PSII, fluorescência basal e fluorescência máxima de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em 13.9.96	117
4.34	Influência da <i>Calda bordalesa</i> na eficiência fotoquímica máxima do PSII, fluorescência basal e fluorescência máxima de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em 13.9.96	118
4.35	Influência da <i>Calda bordalesa</i> na eficiência fotoquímica máxima do PSII, fluorescência basal e fluorescência máxima de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em 30.7.97	120
4.36	Efeito do <i>Terreno</i> na evolução do Ψ_f de base e mínimo na cv. Touriga Nacional ao longo do período estival, em 1995, 1996 e 1997	123
4.37	Efeito da <i>Forma da parede de vegetação</i> na evolução do Ψ_f de base e mínimo na cv. Touriga Nacional ao longo do período estival, em 1995, 1996 e 1997	123
4.38	Efeito do <i>Terreno</i> na evolução diurna do Ψ_f na cv. Touriga Nacional em 1995 (29/6, 3/8 e 25/8), 1996 (8/7, 29/7 e 12/9) e 1997 (25/7, 21/8 e 2/9)	124
4.39	Efeito da <i>Forma da parede de vegetação</i> na evolução diurna do Ψ_f na cv. Touriga Nacional em 1995 (29/6, 3/8 e 25/8), 1996 (8/7, 29/7 e 12/9) e 1997 (25/7, 21/8 e 2/9)	126
4.40	Variação do potencial de turgescência foliar em função do respectivo potencial hídrico, na cv. Touriga Nacional em 1995 (22/8), 1996 (29/7) e 1997 (21/8)	128
4.41	Efeito do <i>Terreno</i> (I) e da <i>Calda bordalesa</i> (II) no Ψ_f de base e respectivo potencial osmótico em folhas da cv. Touriga Nacional e em três datas do ensaio de 1997 (25/7, 30/7 e 21/8)	129
4.42	Efeito do <i>Terreno</i> (I), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) e da Orientação das folhas no copado (III) na massa foliar por área na cv. Touriga Nacional	130
4.43	Efeito da Orientação das folhas nos teores em glucose, frutose, sacarose, açúcares solúveis e amido em folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, antes do nascer o Sol (I) e a meio da tarde (II), em 1997, em pleno período estival (19 Ago.)	143
4.44	Efeito do <i>Terreno</i> (I) e da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) no teor médio em prolina de folhas de <i>Vitis vinifera</i> , cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1995	144
4.45	Efeito do <i>Terreno</i> (I), da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) e da Orientação das folhas no copado (III) no teor médio em prolina de folhas de <i>Vitis vinifera</i> , cv. Touriga Nacional, em 1996	145
4.46	Efeito do <i>Terreno</i> no teor médio em prolina (expressa por unidade de área foliar (I) ou peso foliar seco (II)) de folhas de <i>Vitis vinifera</i> , cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1997	146
4.47	Efeito do <i>Terreno</i> (I) e da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) na evolução do teor em açúcar e na acidez total dos bagos, em 1995	147
4.48	Efeito do <i>Terreno</i> (I) na evolução do teor em açúcar e na acidez total dos bagos, no ensaio de 1996. Efeito da <i>Calda bordalesa</i> (II) em cada <i>Forma do copado</i> (interacção C*F), nos teores médios em açúcares dos bagos, na última amostragem (25/7/96)	148
4.49	Efeito do <i>Terreno</i> (I) e da <i>Forma da parede de vegetação</i> (II) na evolução do teor em açúcar e na acidez total dos bagos, em 1997	149
4.50	Efeito da aplicação de calda bordalesa na concentração de cobre nas películas e mosto de uvas da cv. Touriga Nacional	150
4.51	Percentagem de cachos murchos por videira à vindima para a interacção <i>Forma*Terreno</i> em 1995 (I) e 1997 (II) e para a interacção <i>Calda*Forma</i> em 1997 (III)	152

Índice de quadros

2.1	Balanço climatológico de 3 localidades representativas da RDD e em 2 períodos diferentes: 1931-60 e 1961-90	8
3.1	Registo dos principais estados fenológicos das videiras do ensaio	52
3.2	Modelo geral de análise de variância com a hierarquia de sub-agrupamento de dados estabelecida considerando todas as origens fixadas	72
4.1	Número de camadas de folhas, porosidade (%) e proporção desfolhada da parede de vegetação nos três anos ensaiados e em todos os tratamentos	74
4.2	Efeito da cota do <i>Terreno</i> e da <i>Forma do copado</i> na temperatura de folhas (°C) da face NE e SW do copado, bem como de folhas interiores, em 10.7.96 quando ainda não se tinha aplicado a calda bordalesa	86
4.3	Valores médios da temperatura foliar medida em folhas com e sem calda bordalesa	88
4.4	Efeito da cota do <i>Terreno</i> , da <i>Calda bordalesa</i> e da <i>Forma do copado</i> na PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) na razão <i>red/far-red</i> transmitida pelas folhas expostas da cv. Touriga Nacional, no período do pintor de 1996	90
4.5	Valores médios da percentagem de PPFD reflectida, absorvida e transmitida em folhas com e sem calda bordalesa e respectiva comparação de médias, segundo o teste-t	91
4.6	Efeito da <i>Calda bordalesa</i> associado a cada <i>Forma do copado</i> (interacção C*F) na <i>A</i> , <i>g_s</i> , <i>E</i> e <i>A/g_s</i> em 25.7.97	113
4.7	Variação diurna da eficiência fotoquímica máxima, da fluorescência basal, da fluorescência máxima, da fluorescência variável e do tempo médio entre <i>F₀</i> e <i>F_m</i> (<i>t_{1/2}</i>) em folhas tratadas com calda bordalesa, mantendo intacto o resíduo depositado sobre a página adaxial ou removendo-o previamente, e em folhas testemunha	121
4.8	Caracterização das relações pressão-volume das folhas da cv. Touriga Nacional através dos seguintes parâmetros: razão peso túrgido/peso seco, potencial osmótico à máxima turgescência, potencial osmótico à turgescência nula, conteúdo relativo de água à turgescência nula, fracção de água no apoplasto e módulo de elasticidade volumétrica próximo da turgescência máxima	128
4.9	Espessura média do mesófilo clorofilino, do parênquima em paliçada e lacunoso, razão paliçada/lacunoso e densidade estomática de folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1995, 1996 e 1997	133
4.10	Efeito do <i>Terreno</i> e da <i>Forma do copado</i> no teor médio em clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> , carotenóides totais, razão clorofila <i>a/b</i> e razão clorofila total/carotenóides de folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1995 (25 Ago.)	134
4.11	Efeito do <i>Terreno</i> , da <i>Calda bordalesa</i> e da <i>Orientação das folhas</i> (apenas em 5.9.96) no teor médio em clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> , carotenóides totais, razão clorofila <i>a/b</i> e razão clorofila total/carotenóides de folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1996 (14 Ago. e 5 Set.)	135
4.12	Efeito do <i>Terreno</i> , da <i>Forma do copado</i> , da <i>Calda bordalesa</i> e da <i>Orientação das folhas</i> no teor médio em clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> , carotenóides totais, razão clorofila <i>a/b</i> e razão clorofila total/carotenóides de folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1997 (19 Ago.)	137
4.13	Efeito do <i>Terreno</i> e da <i>Orientação das folhas</i> no teor médio ($\text{mg.g}^{-1}\text{DW}$) em clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> , carotenóides totais, de folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1997 (19 Ago.)	139
4.14	Efeito do <i>Terreno</i> , da <i>Forma do copado</i> e da <i>Calda bordalesa</i> no teor médio em sacarose, açúcares solúveis e amido em folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, antes do nascer o Sol (6 horas) e a meio da tarde (16 horas), em 1996 (16 Ago.)	140

4.15	Efeito do <i>Terreno</i> , da <i>Forma do copado</i> , da <i>Calda bordalesa</i> e da <i>Orientação das folhas</i> no copado no teor médio em sacarose, açúcares solúveis e amido em folhas adultas de <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, antes do nascer o Sol (6 horas) e a meio da tarde (16 horas), em 1997 (19 Ago.).....	142
4.16	Efeito do <i>Terreno</i> e da <i>Forma do copado</i> na produção/videira, nº de cachos/videira, peso/cacho, peso/bago, IFP e I. Ravaz em <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1995.....	151
4.17	Efeito do <i>Terreno</i> e da <i>Forma do copado</i> na produção/videira, nº de cachos/videira, peso/cacho, peso/bago, IFP e I. Ravaz em <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1996.....	151
4.18	Efeito do <i>Terreno</i> e da <i>Forma do copado</i> na produção/videira, nº de cachos/videira, peso/cacho, peso/bago, IFP e I. Ravaz em <i>Vitis vinifera</i> L., cv. Touriga Nacional, em 1997.....	151
4.19	Síntese dos principais resultados obtidos em 1995, 1996 e 1997, relativamente ao efeito do <i>Terreno</i> , da <i>Forma do copado</i> e da <i>Calda bordalesa</i>	155

Símbolos e abreviaturas

Ψ_f	potencial hídrico foliar
A	taxa de assimilação líquida de CO_2
A/g_s	eficiência intrínseca do uso da água
ABA.....	ácido abscísico
A_{\max}	taxa de assimilação líquida de CO_2 em condições de luz e CO_2 saturantes
ATP.....	adenosina trifosfatada
AWF.....	fracção de água no apoplasto
C_i	concentração de CO_2 intercelular
cv.....	cultivar
DDT.....	dithiothreitol
E	taxa de transpiração
ϵ_{\max}	módulo de elasticidade volumétrica próximo da turgescência máxima
F_m	fluorescência máxima
F_o	fluorescência basal
F_v	fluorescência variável ($F_m - F_o$)
F_v/F_m	eficiência fotoquímica máxima do PSII
g_m	condutância para o CO_2 no mesófilo clorofilino
g_s	condutância estomática para o vapor de água
IFP.....	índice de fertilidade potencial (nº de inflorescências/olho abrolhado)
I.Ravaz.....	índice de Ravaz=produção/lenha da poda
K_m	constante de <i>Michalis Menten</i>
LLN.....	número de camadas de folhas
MC.....	espessura do mesófilo clorofilino
NADPH.....	nicotina-adenina-dinucleótido-fosfato reduzido
Pal/Lac.....	razão entre a espessura do parênquima em paliçada (Pal) e lacunoso (Lac)
PAR.....	radiação fotossinteticamente activa (400-700 nm)
PGA.....	3-fosfoglicerato
P_i	ortofosfato
PPFD.....	densidade de fluxo fotónico fotossinteticamente activo
PSI.....	fotossistema I
PSII.....	fotossistema II
Q_A	aceitador primário de electrões do PSII
R.....	precipitação
R/FR.....	razão vermelho (660nm): vermelho-longínquo (730nm) ou razão <i>red:far-red</i>
RDD.....	Região Demarcada do Douro
Rubisco.....	ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase
RuBP.....	ribulose 1,5-bisfosfato
RWC.....	conteúdo relativo de água
RWC_0	conteúdo relativo de água à turgescência nula
SFE.....	superfície foliar exposta
$t_{1/2}$	metade do tempo entre F_o e F_m
T_a	temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)
TP.....	trioses-fosfato
TW/DW.....	razão peso túrgido/peso seco das folhas
VPD.....	défice de pressão de vapor de água do ar
WUE.....	eficiência do uso da água (A/E)
π_0	potencial osmótico à turgescência nula
π_{100}	potencial osmótico à máxima turgescência

1

INTRODUÇÃO GERAL

O presente trabalho, realizado no Departamento de Engenharia Biológica e Ambiental da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, tem por objectivo, por um lado, contribuir para a elucidação dos mecanismos morfofisiológicos que estão envolvidos na resposta das videiras ao *stress* hídrico interagindo com temperatura e radiação elevada e, por outro lado, estudar e adaptar certas práticas culturais que possam melhorar o comportamento das plantas nessas situações, que são típicas do período estival em climas mediterrânicos.

Face aos diferentes condicionalismos de ordem sócioeconómica que surgiram a partir de 1960 na Região Demarcada do Douro (RDD), relacionados essencialmente com a disponibilidade de mão-de-obra, os esquemas de implantação e exploração de novos vinhedos sofreram profundas adaptações. Até essa altura, o sistema tradicional era caracterizado (Almeida, 1960; Magalhães, 1998b):

- (1) pela implantação das vinhas segundo as curvas de nível na encosta, mantendo o declive natural ou construindo plataformas com inclinações atenuadas, em relação ao declive inicial, por muros de pedra, formando “calços”, “geios” ou “terraços” e sendo a ligação entre terraços feita através de escadas (“escaleiras”) estreitas embutidas ou encastradas nos muros (Aguilar, 1987);
- (2) pelo arroteamento e plantação feitos a braço de homem, com pá, “ferro do monte”, “marra ou maceta”, “guilhos” e eventualmente dinamite, conquistando à rocha de xisto cerca de 5 palmos de solo para aí acolher a vinha;
- (3) por compassos de plantação muito apertados, variando entre 1,3x1,1m e 1,5x1,0m;
- (4) por embardamentos com esteios de pedra de 6-7 palmos (1,32-1,54m);
- (5) e pela realização de todas as operações culturais com recurso à tracção animal ou manualmente.

Actualmente, o novo sistema de cultura mecanizável passou a caracterizar-se (Almeida *et al.*, 1982; Aguilar, 1987; Queiroz, 1996; IVP, 1997):

- (1) pela armação do terreno em patamares largos ($\approx 3,8$ m de largura, 2 filas de videiras) ou estreitos ($\approx 2,2$ m de largura, 1 fila de videiras), segundo as curvas de nível e com talude de terra, ou mantendo o declive original para disposição da vinha segundo as linhas de maior declive (vinha “ao alto”) (Félix e Guerra, 1998);

- (2) pela mecanização dos trabalhos de surriba e armação do terreno, recorrendo a potentes máquinas (os *bulldozers* com 120-180 cv de força), nos quais se garante a formação de solo com profundidade superior a 1 metro (Azevedo, 1991);
- (3) por compassos de plantação mais largos, geralmente 2,0m na entrelinha por 1,0 a 1,3m na linha, com a consequente redução da densidade de plantação;
- (4) pela formação de bardos de altura superior ao tradicional, usando esteios de pedra de xisto ou de madeira tratada com 8-9 palmos (1,76-1,98m) de comprimento e maior número de fiadas de arames;
- (5) e pela progressiva motorização dos trabalhos de mobilização do solo e tratamentos fitossanitários (Azevedo *et al.*, 1998).

Num cômputo geral, estas modificações possibilitaram grandes melhorias, sobretudo em termos de produtividade do trabalho e, com a migração crescente de mão-de-obra do sector primário para os sectores secundário e terciário, tenderão cada vez mais a generalizar-se, sob pena do sector cair numa profunda e irremediável crise. Porém, apesar das vantagens que se reconhecem às novas vinhas instaladas nos moldes atrás referidos, certos aspectos merecem alguma reflexão:

- (1) em termos arquitectónicos e paisagísticos, a RDD corre o risco de se descaracterizar, perdendo um património de inegável valor histórico e turístico, construído exclusivamente pela força do homem através de técnicas de cultura ancestrais e astuciosas;
- (2) relativamente à conservação do solo, estes novos sistemas exigem cuidados redobrados para minimizarem a erosão provocada pela escorrência das águas superficiais, especialmente durante a ocorrência de chuvadas torrenciais;
- (3) a formação de taludes de terra, especialmente no sistema de armação do terreno em patamares largos, expõe uma grande superfície do terreno ao Sol tórrido de Verão, propiciando a sua desidratação acentuada (Félix e Guerra, 1998); para além disso, o controlo de ervas e arbustos infestantes no talude obriga a esforços suplementares, uma vez que a acessibilidade a esta área é difícil (Ribeiro, 1988; Félix, 1989);
- (4) no que toca à fisiologia das videiras, o aumento da altura dos embandamentos permite uma maior superfície foliar exposta, traduzindo-se em vantagens para o controlo das doenças criptogâmicas e para a actividade fotossintética mas, em regiões com Verões muito quentes e secos, esta forma de condução pode favorecer um maior consumo de água e, conseqüentemente, o aparecimento de sintomas de *stress* hídrico, bem como a exposição intensa dos cachos ao Sol devido à maior susceptibilidade de senescência das folhas basais.

Relacionado com este último ponto, o saudoso Professor Miguel Pereira Coutinho (1946) referia: « durante a época estival, a maioria dos acidentes de vegetação é ordinariamente devida à acção do sol e à secura dos terrenos; é de facto vulgar, em dias quentes e de atmosfera limpa, sem nuvens, notar-se que a incidência dos intensos raios solares provoca o engelamento e secura dos bagos, a que se dá o nome de *escaldão* do

cacho, ou ainda queima das parras, as quais ficam geralmente enroladas nas margens e com manchas alaranjadas no limbo, devidas à secura dos tecidos da folha. Como é lógico, o *escaldão* e a queima são mais frequentes nos locais em que é reduzida a água do solo ...».

A cultura da vinha, é atacada por várias doenças criptogâmicas, sendo de salientar o míldio provocado pelo pseudofungo *Plasmopora viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & de Toni que se desenvolve sobre todos os órgãos verdes da videira destruindo os tecidos que os constituem (Lafon e Clerjeau, 1988). Para o tratamento desta doença têm surgido várias gerações de fungicidas, tendo a calda bordalesa, formada por uma mistura de sulfato de cobre e leite de cal, sido pioneira. Apesar do aparecimento de numerosas substâncias activas dotadas de excelentes qualidades anti-míldio, este fungicida de contacto, descoberto ocasionalmente em Outubro de 1882 por Millardet (1885) quando percorria as vinhas da região do Médoc (França), ainda continua a merecer a preferência por parte de muitos viticultores, especialmente nos tratamentos efectuados depois do pintor.

Ao longo de várias gerações de viticultores durienses foi-se constatando empiricamente que a calda bordalesa, além das vantagens inerentes ao tratamento do míldio e de outras doenças, permitia uma maior “frescura” (termo utilizado por alguns viticultores) das videiras no período de Verão, quando os riscos de *stress* hídrico associado a excessos de radiação e temperatura são maiores, e um melhor atempamento dos sarmentos.

Tendo em conta os aspectos que foram referidos nos parágrafos anteriores e que podem estar, directa ou indirectamente, relacionados com o comportamento fisiológico das videiras, o presente trabalho pretende concretamente:

- (1) comparar o desenvolvimento vegetativo e vitícola das videiras situadas em cotas diferentes numa parcela de vinha “ao alto”;
- (2) avaliar a influência que diferentes superfícies foliares expostas (baixas *versus* elevadas) podem ter na economia de água por parte das videiras;
- (3) procurar avaliar o contributo que a calda bordalesa (formulação clássica), aplicada no princípio do período estival e mais ou menos coincidente com o período do pintor, tem nesse mesmo comportamento, em particular, no compromisso fotossíntese-transpiração das videiras;
- (4) comparar, fisiológica e morfológicamente, as folhas das duas faces laterais da parede de vegetação (em videiras alinhadas segundo a orientação NW-SE), as quais são expostas a distintos padrões microclimáticos ao longo do dia;

Com estas estratégias procura-se tirar conclusões acerca das condições, quer ambientais quer fitotécnicas, que melhor favoreçam uma maturação mais equilibrada das uvas e níveis de produtividade aceitáveis e compatíveis com a qualidade do vinho.

Os trabalhos decorreram deliberadamente em condições de campo, no sentido de melhor ser analisada a resposta da videira quando conduzida em situações naturais e a partir daí estudar conseqüentes intervenções que, na prática, possam ser implementadas de forma a minorar os danos provocados por condições extremas de *stress* estival.

ESTADO ACTUAL DOS CONHECIMENTOS

2.1. Breve caracterização da Região Demarcada do Douro

Em 10 de Setembro de 1756, por alvará régio, o Marquês de Pombal criou a Companhia Geral da Agricultura das Vinhas do Alto Douro e procedeu à primeira delimitação administrativa da região com o intuito de melhorar o cultivo da vinha na região do Douro, salvaguardar a qualidade do Vinho do Porto e garantir que os lavradores vendessem os seus vinhos por um preço mais justo. Tratou-se da primeira região demarcada no mundo em termos de «denominação de origem controlada». A região demarcada (também conhecida como zona de Feitoria) correspondia mais ou menos a uma mancha de xisto que rodeia o vale do Douro desde pouco antes da Régua até às margens do rio Tua. De então para cá, a Região Demarcada do Douro tem sofrido profundas modificações, de ordem geográfica, regulamentar e técnica, que se têm revelado fundamentais para a melhoria da qualidade do vinho e para o crescimento da sua comercialização (Pereira, 1991 e 1998).

Actualmente, no quadro institucional, existe a Comissão Interprofissional da Região Demarcada do Douro (CIRDD), criada em 1995 (DL nº 74/95 de 19 de Abril) e na qual estão representados de forma paritária o comércio e a lavoura, que tem como linhas orientadoras a concertação de interesses na disciplina e controlo da produção e da comercialização dos vinhos e produtos vínicos da região com direito a denominação de origem, garantindo desta forma a genuinidade e defesa da qualidade (Melo e Faria, 1998).

A Região Demarcada do Douro estende-se pelo vale do rio Douro desde Barqueiros (Concelho de Mesão Frio), a cerca de 100 Km a montante do Porto, até Barca d'Alva (Concelho de Freixo de Espada à Cinta) na fronteira com Espanha. Devido às características peculiares do clima, relevo e rocha-mãe, a produtividade vitivinícola é das mais baixas do mundo mas, em compensação, o vinho aí produzido tem um carácter verdadeiramente singular (Pereira, 1991).

A Região Demarcada inclui aproximadamente 85 mil parcelas de vinha constituídas por mais de 200 milhões de cepas pertencentes a cerca de 30 mil viticultores. Com uma área total de 250 mil hectares, apenas 16% está de facto plantada com vinha. Inquéritos efectuados revelam que dois terços dos viticultores produzem menos de 5 pipas de vinho por ano enquanto só 2% produzem mais de 50 pipas, o que demonstra bem o carácter minifundiário desta região. Contudo, estas percentagens não são uniformes para toda a Região que

engloba três sub-regiões com características geológicas e climáticas distintas (figura 2.1): o *Baixo Corgo* é a mais ocidental das sub-regiões e, embora seja a mais pequena das três sub-regiões, é aquela em que a vitivinicultura assume maior importância relativa (tem 39.945 ha de área geográfica, dos quais 13.492 ha são ocupados por vinha); o *Cima Corgo* é a parte central da região do Douro e é considerada o coração da região demarcada devido às boas condições para a produção de uvas da melhor qualidade (tem 92.426 ha de área geográfica, dos quais 17.036 ha são ocupados por vinha); o *Douro Superior* é a maior e mais oriental das sub-regiões, tendo uma área de vinha de apenas 7% em relação à área total (tem 114.795 ha de área geográfica, dos quais 8.060 ha são ocupados por vinha), mas com tendência crescente devido ao seu elevado potencial não só devido à qualidade das uvas aí produzidas mas também porque se presta a uma maior eficácia da mecanização (Brito, 1997).

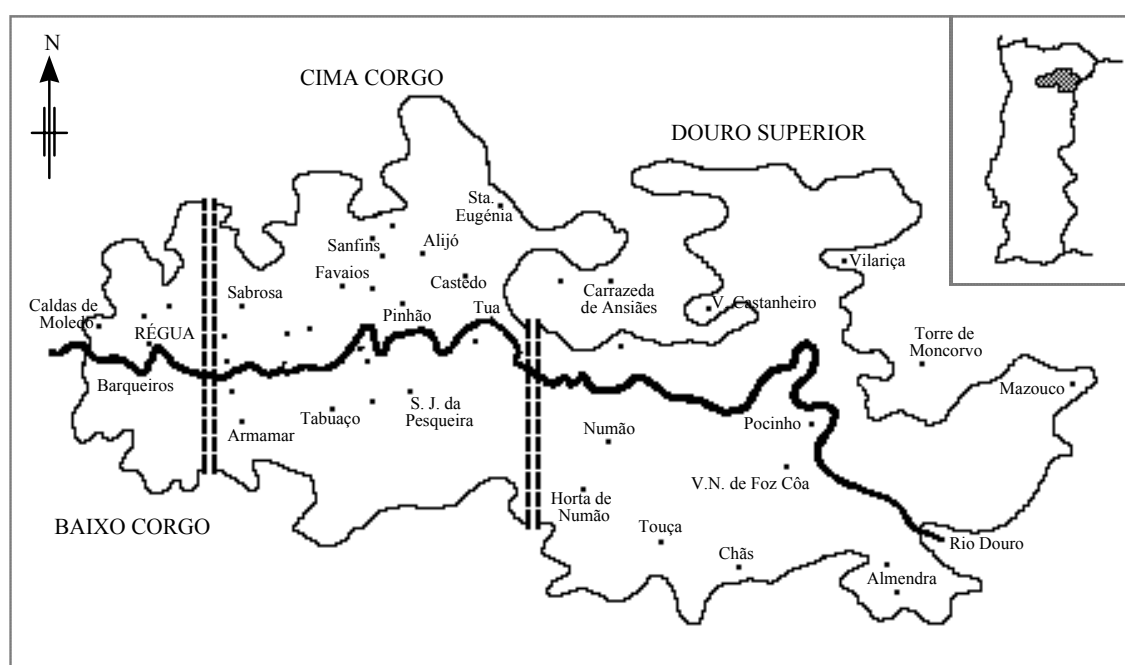


Figura 2.1 - A Região Demarcada do Douro (Fonte: Instituto do Vinho do Porto).

Sob o ponto de vista geológico, quase toda a RDD assenta fundamentalmente no complexo xisto-grauváquico pré-ordovícico (PC-Cb), cujos extractos formam inclinações predominantemente verticais, uns de grande dureza e difícil desagregação, onerando, por um lado, os trabalhos de surribo (ou “arroteamento”) mas conferindo, por outro lado, uma boa persistência da camada de calhaus que à superfície aumentam a irradiação, formam um obstáculo à erosão e facilitam a infiltração, outros de natureza mais friável, desagregando-se com relativa facilidade depois de expostos por algum tempo à acção dos agentes atmosféricos. Pode-se afirmar que são estas características que constituem, em grande parte, um dos factores imprescindíveis para a definição da qualidade dos vinhos que se produzem na Região (Almeida *et al.*, 1982).

A rodear aquele grande maciço de xisto, está presente uma outra formação geológica, granítica, a qual penetra na Região, como por exemplo junto a Alijó, do Planalto de Carrazêda de Ansiães até à foz do Sabor na margem direita, junto ao Pocinho sobre o Vale do Meão. No Freixo de Numão, Seixo de Numão e entre Fontelo e Sande surgem também afloramentos daquela origem granítica. Estas formações vêm dar origem a solos de textura ligeira, pobres e ácidos, com inferior capacidade de retenção para a água e nutrientes minerais, conferindo potencialidades inferiores para a produção de vinho do Porto (Magalhães, 1998a).

Os solos das vinhas durienses são, na sua maioria, *Antrossolos* (ou *Antropossolos*) devido à influência ciclópica que o “Homem do Douro” teve na sua formação, quer através da desagregação da rocha-mãe quer através da armação do terreno em socalcos, os quais se tornaram numa das imagens de referência da região e permitiram atenuar o forte declive das encostas. No seu estado natural seriam uma associação de *Litossolos* e *Cambissolos dístricos*. Por isso, não permitiriam a instalação da vinha em face da sua pequena espessura (10-25cm) e consequente dificuldade de penetração do sistema radicular e de armazenamento de suficiente volume de água para suprir as necessidades da planta (Martins, 1985).

No que respeita às características físicas dos solos antrópicos, para além da elevada pedregosidade (cascalho de xisto), dominam as texturas entre o franco-arenoso fino e o franco limoso. A elevada percentagem de limo e de areia fina que as caracterizam, cria por vezes dificuldade ao pegamento das plantas, dada a falta de arejamento que estes tipos de textura conferem ao solo. Por isso, nesses locais a escolha dos porta-enxertos e os cuidados com a plantação terão de ser muito criteriosos (Magalhães, 1998a).

Quanto às características químicas, os solos durienses têm teores em potássio médios a altos, teores em fósforo assimilável normalmente baixos e teores de matéria orgânica igualmente baixos (<1,5%). Os teores baixos em magnésio e boro originam, por vezes, sintomas de carência que levam à quebra de produção e mesmo à morte prematura da cepa. O pH, embora variável, apresenta geralmente reacção ácida, à excepção de algumas manchas do Douro Superior (Almendra, Foz Côa) onde, por vezes, sobe para valores a rodear a neutralidade (Almeida *et al.*, 1982). Em ligação com a reacção do solo, o complexo de troca é geralmente muito insaturado em bases (Magalhães, 1998a).

Devido à cintura de montanhas que envolve a RDD, nomeadamente as serras do Marão (1415 m), Alvão (1242 m), Fontelonga (882 m), Bornes (1200 m) e Lagoaça (885 m) a norte do rio Douro e as serras de Montemuro (1382 m), Leomil (1009 m) e Sirigo (998 m) a sul do rio Douro, o clima da região é caracterizado pela mediterraneidade com influência mais continental (meseta ibérica), quando se avança para montante do rio Douro. O clima é moderadamente frio e húmido no Inverno e muito quente e seco no Verão. Mesmo assim, dentro da região é possível constatar três situações climatéricas relativamente distintas que face aos seus aspectos contrastantes serviram de base à criação das sub-regiões. Por sua vez,

em cada sub-região surgem factores mesoclimáticos associados às diferenças de altitude, exposição, declive e proximidades de cursos de água que originam microzonas com variações sensíveis, as quais, só por si, criam potencialidades distintas para a produção de reputados vinhos generosos, vinhos espumantes e vinhos de mesa (Ribeiro, 1987).

No quadro 2.1 estão representados os valores médios, nos períodos de 1931 a 1960 e 1961 a 1990, de alguns parâmetros climáticos e o respectivo balanço climatológico de três localidades representativas das três sub-regiões da RDD (Régua - Baixo Corgo; Pinhão - Cima Corgo; Moncorvo - Douro Superior).

Quadro 2.1 - Balanço climatológico de 3 localidades representativas da RDD e em 2 períodos diferentes: 1931-60 (*) e 1961-90 (**), segundo dados extraídos de ‘*O clima de Portugal*’, Fasc. XV (1965), e dados fornecidos pelo *Instituto de Meteorologia*, 1997, respectivamente.

Parâmetro climático	Régua		Pinhão		Moncorvo	
Período	(*)	(**)	(*)	(**)	(*)	(**)
Temperatura média do ar (°C)	15,5	15,5	16,2	15,6	15,2	-
Humidade relativa do ar às 9 horas (%)	75	77	74	78	66	-
Insolação (%)	53	49	50	-	-	-
Evaporação (mm)	1004	1014	1212	1266	1069	-
Precipitação anual (mm)	856	904	658	649	506	589
Evapotranspiração potencial (mm)	824	802	869	815	807	-
Evapotranspiração real (mm)	534	494	503	465	461	-
Défice de água (mm)	290	308	366	350	346	-
Superávit de água (mm)	318	412	161	184	45	-
Eficácia térmica no Verão (%)	48	48	49	50	52	-
Índice de humidade (%)	39	51	19	23	6	-
Índice de aridez (%)	35	38	42	43	43	-
Índice hídrico (%)	18	28	-7	3	-20	-
Classificação climática de Thornthwaite	C ₂ B ₂ s ₂ b ₄	B ₁ B ₂ s ₂ b ₄	C ₁ B ₃ s ₂ b ₄	C ₂ B ₃ s ₂ b ₄	C ₁ B ₂ s ₂ b ₄	-

De acordo com estes resultados e segundo a classificação climática de Thornthwaite (1948), o clima da sub-região do Baixo Corgo é relativamente mais húmido do que nas outras duas sub-regiões (clima pouco húmido *versus* clima sub-húmido seco, respectivamente). Ao nível da deficiência de água no Verão, a avaliar-se pelo índice de aridez, constata-se que no Baixo Corgo o défice de água é moderado enquanto no Cima Corgo e Douro Superior existe grande deficiência. Quanto à eficácia térmica no Verão, qualquer uma das sub-regiões tem valores moderados. Por sua vez, o cálculo do índice de mediterraneidade (que expressa o carácter mediterrânico, de acordo com a informação termopluviométrica, Rivas-Martínez, 1990) para as três localidades referidas (com base nos dados meteorológicos de 1931-1960) permitiu a Molina *et al.* (1992) concluir que o clima das mesmas se enquadra dentro da classificação Meso-mediterrânica (média em Moncorvo e inferior em Pinhão/Régua). De acordo com o sistema de classificação climática das regiões vitícolas a partir das temperaturas, sintetizado por Coombe (1987), numa das escalas referidas (proposta por Smart & Dry, 1980), a qual é discriminatória a partir da temperatura

média do ar do mês mais quente do período vegetativo (Julho ou Janeiro no Hemisfério Norte ou Hemisfério Sul, respectivamente), qualquer uma das três sub-regiões é considerada “muito quente”, já que a temperatura média do ar no mês de Julho se situou entre os limites fixados nessa classificação (23 e 25°C).

A evolução climática desde 1931-60 a 1960-90 (quadro 2.1) permite constatar que o clima do Baixo e Cima Corgo não se agravou em termos de aridez, provavelmente devido à influência moderadora do grande volume de água acumulada no rio Douro por causa das barragens hidroeléctricas aí construídas no período de 1960-70. Em contrapartida, durante o Inverno e Primavera, esta alteração propiciou a formação de nevoeiros frequentes, especialmente nas cotas mais baixas da região, criando então condições mais penosas para o grangeio da vinha devido à temperatura se aproximar dos 0°C e não se vislumbrar uma réstia de sol ao longo do dia. Para além disso, a frequência de tratamentos fitossanitários aumentou significativamente.

As culturas agrícolas de maior implantação na região são a vinha e, de forma mais dispersa, o olival e algumas árvores de fruto, nomeadamente a amendoeira, pessegueiro, damasqueiro, figueira e cerejeira. Em cada localidade, os vales férteis são normalmente ocupados por culturas hortícolas e, eventualmente, por laranjeiras (Oliveira, 1987). A vinha é a cultura predominante, ocupa cerca de 16% da área total da região e constitui o alicerce fundamental da economia duriense. Nalguns locais, particularmente nas sub-regiões do Baixo e Cima-Corgo, chega a ser a principal fonte de rendimento. Em contraste, no Douro Superior, a vinha ocupa apenas 7% da área geográfica (contra 33% no Baixo Corgo e 44% no Cima Corgo) mas tende a expandir-se devido à melhoria recente das acessibilidades, aos baixos custos de instalação e grangeio e, sobretudo, à elevada qualidade dos vinhos fabricados (Brito, 1997).

Ainda na Região, e de forma espontânea, vegetam nas encostas mais íngremes e em alguns “mortórios”, onde a vinha já foi rainha até à invasão filoxérica, várias espécies de herbáceas e arbustos tipicamente mediterrânicos, tais como a estêva, trovisco, lentisco, pistácia brava ou carvalheira, urze-branca, medronheiro, giesta das vassouras, tojo-arnal, rosmaninho, tomilho, silva e outras, que, juntamente com pinhais de pinheiro bravo, algumas pequenas árvores de azinheira e zimbro, alguns soutos de castanheiro e carvalho-robusto e, de onde em onde, alguns sobreiros, as quais transmitem às encostas uma extraordinária beleza em qualquer época do ano. Por outro lado, para além da utilidade que esses matos sempre desempenharam nas actividades domésticas dos durienses (lenhas, camas dos animais, etc.), esta diversidade florística, associada à riqueza cinegética da Região, contribui para o equilíbrio do ecossistema do “País Vinhateiro”, nome porque ficou celebrizada a Região Demarcada do Douro desde os remotos tempos da sua formação (Ribeiro, 1988). Infelizmente, nos tempos que correm, os incêndios e o uso exagerado de pesticidas vão paulatinamente destruindo esse equilíbrio.

2.2. Mecanismos fisiológicos envolvidos na resposta das videiras ao verão de climas tipicamente mediterrânicos

2.2.1. Introdução

Admite-se que a transição de vinha selvagem para vinha cultivada tenha ocorrido no período Neolítico (6000-5000 a.C.) presumivelmente na Transcaucásia, uma região compreendida entre o Mar Negro e Mar Cáspio, e depois na Mesopotâmia, onde viviam as mais evoluídas civilizações da época. Entre os anos 5000 e 4000 a.C. a cultura da vinha expandiu-se em duas linhas de emigração: uma, partindo da Geórgia e da Arménia, passou à Mesopotâmia, à Síria, à Palestina e ao Egipto; a outra atravessou a Anatólia e chegou a Chipre e a Creta (Amaral, 1994; Jackson, 1994). Muitas destas regiões tinham em comum períodos estivais mais ou menos prolongados de escassez hídrica e temperaturas elevadas, o que potenciou ao longo dos tempos uma boa adaptação genética das videiras a climas com essas características (Carrante, 1963; Reuther, 1983; Rodrigues, 1987). Em Portugal, pensa-se que a selecção de cultivares adaptadas a condições de secura e calor se terá iniciado, de forma natural e pelo homem, por volta do ano 55 a.C. no vale do Douro (Chaves e Rodrigues, 1987a).

Nas condições climáticas da RDD, apesar das chuvas de Inverno poderem ter preenchido todo o perfil do solo, durante o Verão a videira está sujeita a baixa disponibilidade de água no solo, acompanhada frequentemente por elevado nível de irradiância fotónica, temperatura e défice de pressão de vapor de água atmosférico. Estas condições podem levar à manifestação de efeitos debilitantes sobre o comportamento fisiológico das videiras, com reflexos sobre a sua longevidade e sobre a produtividade e composição dos frutos.

As consequências a este nível dependem da severidade desses tipos de *stress* e do estado fenológico mais abrangido. Desde o vingamento até ao pintor, as divisões celulares dos bagos podem ser mais comprometidas, impedindo o seu normal crescimento. Nos estados fenológicos seguintes, a menor produção de fotoassimilados reduz a síntese e acumulação de açúcares e, parcialmente, conduz à redução da produção por diminuição do peso dos bagos (Hardie e Considine, 1976; Zamboni *et al.*, 1987; Bartolomé *et al.*, 1995; Almeida, 1998). Paralelamente, também a iniciação floral e a constituição de reservas essenciais à longevidade das videiras podem ser prejudicadas por um período prolongado de *stress* hídrico (Lopes e Castro, 1992; Carbonneau e Ollat, 1993).

Neste ponto do trabalho pretende-se identificar alguns dos mecanismos fisiológicos de resposta das videiras aos efeitos do *stress* hídrico, luminoso e térmico, cuja compreensão terá que ser analisada à luz de fortes interacções entre os referidos factores, já que em condições naturais torna-se extremamente difícil dissociar os efeitos de dois ou mais factores.

Nesses mecanismos, pretende-se fazer uma análise mais detalhada aos aspectos relacionados com o comportamento da biomassa fotossintetizante e com as relações “fonte-receptor” de fotoassimilados (“source-sink”) face a esses factores externos, os quais são os responsáveis primários pelo crescimento dos cachos e pela manutenção da longevidade das videiras (Chaves, 1986; Archer e Strauss, 1990; Carbonneau *et al.*, 1992; Chaumont *et al.*, 1995a). De acordo com Nikov (1979), mais de 90% do peso da colheita é assegurado pela actividade fotossintética das folhas; mesmo a assimilação de elementos fertilizantes e a sua incorporação em compostos orgânicos, que constituem 5-10% do peso seco, não seriam possível sem a energia química que é gerada nesse processo.

2.2.2. Défice hídrico

A água representa para as plantas um dos principais factores de produtividade porque todos os passos metabólicos que ocorrem nas suas células dependem da sua presença, directa ou indirectamente. Assim, funciona como dissolvente para a maior parte dos solutos minerais ou orgânicos e possibilita a sua difusão entre as diferentes partes da planta, permite uma determinada turgescência das células, imprescindível para o crescimento e manutenção da forma dos diferentes tecidos da planta e é ainda importante para a abertura dos estomas. A água intervém ainda em numerosas reacções enzimáticas e, particularmente, na fase luminosa do processo fotossintético. Por outro lado, ao evaporar-se das folhas para a atmosfera, permite as trocas de calor com o ambiente envolvente (Kramer e Kozlowski, 1972; Moreira, 1981; Salisbury e Ross, 1992; Sanches-Díaz e Aguirreola, 1993).

O estado hídrico da videira depende, por um lado, da distribuição radicular e da água disponível no solo e, por outro lado, da disponibilidade de energia para vaporizar a água ao nível das folhas e das resistências ao fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (Smart, 1974a; Ollat, 1989). Normalmente, este estado é avaliado pelo potencial hídrico foliar (Ψ_f), que traduz fisicamente o estado energético da água na planta, e o seu valor, expresso em unidades de pressão, será tanto mais negativo quanto maior for o défice hídrico da planta (Hsiao, 1973). Porém, muito recentemente, Naor (1998) argumentou que o potencial hídrico dos sarmentos poderia constituir um indicador mais sensível do estado hídrico da própria videira, dada as correlações mais elevadas que obteve entre esse parâmetro e a condutância estomática em videiras vegetando em condições de campo e submetidas a várias modalidades de rega. Esta constatação foi também extensiva a outras espécies lenhosas.

Tipicamente, no ciclo diurno, ao fim da noite os valores de Ψ_f são menos negativos e ao meio-dia, quando o potencial evaporativo do ar é maior e o sistema radicular não consegue extrair água suficiente do solo para compensar os gastos por transpiração, os valores são mais negativos. É neste período que poderão ocorrer maiores limitações para a fisiologia da videira, particularmente ao nível da fotossíntese e da repartição de

fotoassimilados (Jones e Zur, 1984; Williams *et al.*, 1994). De acordo com diversas referências (Kriedman e Smart, 1971; Liu *et al.*, 1978; Van Zyl, 1987; Patakas, 1993; Naor *et al.*, 1994), nesses períodos, o potencial hídrico foliar pode atingir facilmente valores de -13 a -16 bars, e quando isso acontece a assimilação líquida de CO_2 torna-se muito reduzida devido ao encerramento dos estomas (r_s variando entre 15 a 25 s.cm^{-1}). No entanto, entre nós, tanto Chaves e Rodrigues (1987a) como Castro *et al.* (1993) verificaram que algumas castas, cultivadas em condições de campo, ainda mantinham os estomas parcialmente abertos a valores de potencial hídrico foliar da ordem dos -19 bars.

Quando o teor de água do solo vai decrescendo, o que normalmente acontece com o adiantamento do período estival, as plantas vão tendo cada vez menos capacidade para restabelecer o equilíbrio hídrico. Nestas circunstâncias, para além da paragem da fotossíntese, também o crescimento pode cessar (Kliewer *et al.*, 1983; Matthews *et al.*, 1987; Nagarajah, 1989) e, em casos de extrema secura, muitas folhas, sobretudo as basais, tornam-se prematuramente senescentes (Pereira, 1995; Bartolomé, *et al.*, 1996; Oliveira, 1996). Ao nível do rendimento vitícola, a maturação e composição final das uvas é afectada, influenciando fortemente a qualidade dos vinhos fabricados (Oliveira, 1993; Delgado *et al.*, 1995; Bartolomé, *et al.*, 1995). Uma análise esquemática dos principais processos fisiológicos que podem estar, directa ou indirectamente, envolvidos na resposta das plantas ao *stress* hídrico é apresentada na figura 2.2.

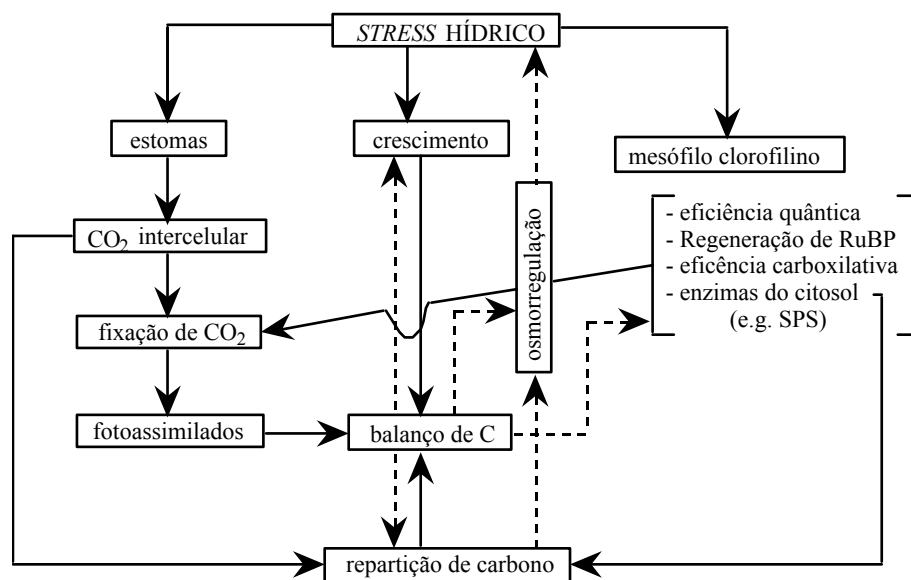


Figura 2.2. Esquema representativo dos efeitos do *stress* hídrico no mecanismo estomático, crescimento, e aparelho fotossintético e respectivas interações (Chaves, 1991). Os efeitos por *feedback* são representados pelas linhas a tracejado. É de realçar que, tanto o crescimento como o processo fotossintético, podem ser afectados directa ou indirectamente pelo *stress* hídrico.

• Limitação da fotossíntese pelos estomas

A assimilação líquida de CO₂ pode ser dificultada pelo fecho dos estomas, quer em resposta a um decréscimo do potencial hídrico das folhas quer devido ao aumento do gradiente de pressão de vapor de água entre a folha e o ar. Este tipo de limitação é estomática porque são os estomas que, através da regulação da sua abertura, controlam a saída de água dos espaços intercelulares para a atmosfera, em função do estado hídrico da planta, e, da mesma forma, permitem ou não a difusão de CO₂, em sentido inverso, para a síntese de foto-assimilados nas células do mesófilo clorofilino. Este processo de controlo em resposta ao *stress* hídrico faz aumentar a eficiência do uso da água, porque o fecho dos estomas inibe mais intensamente a transpiração do que o decréscimo da concentração de CO₂ intercelular, e é dos mais rápidos e flexíveis relativamente a outros processos alternativos, como as alterações no ciclo de vida, no sistema radicular e na superfície foliar, que são mais eficazes em períodos mais alargados (Schulze, 1986; Chaves, 1991; Schultz, 1996b; Ollat e Tandonnet, 1998).

As cultivares diferem no grau de controlo exercido pelos estomas em condições de limitação hídrica. Enquanto umas castas podem estar geneticamente mais preparadas para reagir aos primeiros sinais de secura no ar e/ou no solo, de modo a poderem manter elevados os seus potenciais hídricos durante largos períodos de secura, outras podem ter maiores dificuldades de sobrevivência (Chaves, 1991; Schultz, 1996b). Esta constatação foi particularmente assinalada por Düring (1987) nas cultivares ‘Riesling’ e ‘Silvaner’. Com efeito, este autor verificou que na cultivar ‘Riesling’, em condições de *stress* hídrico, quer a eficiência do uso em água (WUE) quer a correlação entre a fotossíntese líquida e a condutância estomática, eram significativamente mais elevadas do que na ‘Silvaner’.

Também as características dos estomas, nomeadamente a sua forma, dimensões e distribuição, podem variar entre cultivares, de acordo com a informação hereditária e com a fase e condições de desenvolvimento da folha (Chaves, 1984). Por exemplo, Düring (1980) constatou que as folhas de algumas castas (Riesling e Silvaner) tinham maior densidade estomática quando se desenvolviam em condições de campo, relativamente a condições de estufa (≈ 185 a 210 estomas/mm² *versus* 160 a 170 estomas/mm², respectivamente). No entanto, de acordo com uma experiência efectuada por Fanizza *et al.* (1989), em que comparavam diversas cultivares para uva de mesa, que divergiam bastante na densidade e tamanho dos estomas, estes factores tiveram uma contribuição muito reduzida para as variações registadas ao nível da temperatura do copado, do potencial hídrico foliar ou da resistência estomática, quer as videiras estivessem em condições de *stress* hídrico quer em condições normais. O controlo fisiológico da abertura e fecho dos estomas é presumivelmente mais decisivo do que esses factores para a adaptação das videiras a ambientes secos (Kozlowski *et al.*, 1991). Neste processo, a maior ou menor concentração de

ABA que chega das raízes às folhas está directamente implicada nesse comportamento (Loveys, 1984; Correia *et al.*, 1995; Düring *et al.*, 1996; Dry e Loveys, 1998). Kriedemann e Loveys (1974) constataram que a exposição de videiras a um período prolongado de *stress* hídrico (potencial hídrico variando entre -12 a -14 bars durante 16 dias) provocou o aumento da concentração de ABA de 0,14 para 2,5 mg.kg⁻¹ de peso foliar fresco. Este aumento de concentração nas células-oclusivas está normalmente associado a alterações na permeabilidade das membranas por despolarização do potencial membranar, levando à saída de iões potássio para as células vizinhas, à perda da plena turgescência e ao consequente encerramento dos estomas (Lösh e Schulze, 1995).

Na videira, a resposta dos estomas ao aumento de concentração de ABA não é uniforme em toda a superfície foliar. Este facto foi pela primeira vez diagnosticado por Downton *et al.* (1988), através da impressão de autoradiogramas, nas cultivares ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Sultana’. Segundo Düring (1992), esse comportamento estará relacionado com a anatomia heterobárica característica das folhas no género *Vitis*, a qual dificulta a difusão dos gases pelos espaços intercelulares de todo o mesófilo clorofilino. A nível do processo fotossintético, este tipo de organização estrutural pode erradamente levar-nos a subestimar a limitação estomática em favor da limitação não estomática, quando a assimilação líquida de CO₂ é deprimida pelas condições de *stress* hídrico.

• Limitação da fotossíntese a nível do mesófilo

O aparelho fotossintético é geralmente tolerante ao *stress* hídrico (Kaiser, 1987; Chaves e Pereira, 1992; Cornic, 1994). Todavia, se a imposição da desidratação das células do mesófilo for moderada mas persistente ou breve mas drástica, a actividade fotossintética poderá ser deprimida por limitações que ocorrem ao nível do mesófilo clorofilino. Entre os primeiros sinais do efeito do *stress* hídrico que aí se observa, tem-se referido a perda de rendimento quântico da fixação de CO₂, o menor declive da curva inicial de resposta da fotossíntese à concentração de CO₂ atmosférico e a menor actividade das enzimas dos cloroplastos, em particular da Rubisco (Chaves, 1991).

Provas indirectas da inibição das enzimas dos cloroplastos, em folhas submetidas ao *stress* hídrico, são dadas pelo aumento da razão trioses-fosfato/ribulose-1,5-bisfosfato, sugerindo que a fase de regeneração do ciclo de *Benson-Calvin* é afectada (Chaves, 1989). No caso de videiras submetidas a *stress* hídrico, Osório (1994) quantificou um aumento de trioses-fosfato e simultaneamente um decréscimo na quantidade de ribulose-1,5-bisfosfato. Para além disso, também constatou que as actividades totais da Rubisco decresciam significativamente nas plantas com menor disponibilidade hídrica e em condições de campo. Em contrapartida, nas videiras envasadas isto não se verificou.

Se bem que o aumento da concentração de solutos, provocado pela desidratação, seja a principal causa da limitação fotossintética no mesófilo (principalmente quando o RWC desce abaixo de 70%), outras alterações metabólicas, relacionadas com a perda de água das células, têm sido referidas, sobretudo quando a desidratação é lenta e moderada (RWC não inferior a 80%). É o caso da acidificação do estroma, que poderá provocar a inibição das enzimas, e das mudanças nas propriedades da Rubisco, incluindo não só o decréscimo do seu estado de activação como também da sua concentração. Estes mecanismos visam a regulação negativa da fotossíntese de modo a estabelecer-se um equilíbrio entre este processo e a reduzida disponibilidade de CO₂ imposta pelo fecho dos estomas (Osório, 1994).

As reacções fotoquímicas e a cadeia de transporte de electrões não parecem ser muito afectadas pelos baixos potenciais hídricos, nem tão pouco a integridade estrutural dos cloroplastos. Apenas o espessamento das lamelas tilacoidais parece diminuir, relativamente a cloroplastos de folhas bem hidratadas (Chaves, 1991). Com efeito, Havaux (1992), tendo submetido folhas destacadas de tomateiro a uma gradual desidratação durante 3 dias, que resultou em RWC inferior a 40% e Ψ_f abaixo de -4 MPa, apenas registou uma ligeira perturbação no funcionamento do aparelho fotossintético, em particular no PSII (F_v/F_m = -15%). Conclusões similares foram descritas por Basu *et al.* (1998) num ensaio em batateira submetida a um período moderado de *stress* hídrico ($\Psi \leq -1$ Mpa). Estes autores verificaram que as plantas recuperaram os valores normais de actividade fotossintética e eficiência fotoquímica máxima (F_v/F_m) depois do seu estado hídrico ter sido restabelecido. Na videira, tanto Osório (1994) como Flexas *et al.* (1998) e Escalona *et al.* (1999), constataram que as videiras desenvolvidas no seu ambiente natural e sob *stress* hídrico apenas apresentavam alguns sinais de regulação negativa da actividade fotoquímica conducentes ao acerto do fluxo de electrões no PSII com a menor taxa de assimilação do CO₂, resultante da elevada resistência estomática. A depressão drástica da fotossíntese devido à fotoinibição no PSII só parece observar-se quando défices hídricos severos e elevadas irradiâncias coexistem (Osório, 1994).

A nível da estrutura dos cloroplastos, a maior susceptibilidade à destruição pelo *stress* hídrico localiza-se nas membranas, mas apenas quando o RWC das folhas desce a valores de 30% ou menos. Os sintomas desses danos tornam-se mais visíveis durante o processo de reidratação, presumivelmente devido à incapacidade das células para ajustar as estruturas das membranas às dimensões das organelas em rápida expansão (Johnson-Flanagan & Singh, 1986).

• Efeito na repartição dos fotoassimilados

A repartição dos fotoassimilados pelas diversas partes da planta é o resultado duma coordenação entre os processos metabólicos e de transporte no sistema “source-sink”

(Chaves, 1991). A eficácia desse processo é geneticamente determinada, embora muitos outros factores relacionados com o estado de desenvolvimento da planta e com as condições ambientais, designadamente da temperatura do ar, luminosidade, concentração de CO₂, disponibilidade em nutrientes minerais, duração do dia-luz e o suprimento em água, possam também ser decisivos (Carbonneau, 1976a; Sepúlveda *et al.*, 1986; Williams, 1996).

Relativamente ao estado hídrico das plantas, tem-se constatado que, quando as folhas são parcialmente desidratadas, a concentração em sacarose tende a aumentar enquanto a de amido decresce, o que faz com que a razão sacarose/amido possa ser, nessas condições, 2 a 3 vezes mais elevada do que em folhas de plantas bem hidratadas. A acumulação de açúcar, particularmente em sacarose, parece ocorrer como consequência duma regulação coordenada que se estabelece entre a sua síntese e a sua exportação para permitir a manutenção ou o aumento da *pool* de açúcares solúveis nas folhas com actividade fotossintética limitada (Chaves, 1991; Quick *et al.*, 1992). Neste processo parece estar envolvida a activação transitória da sacarose-fosfato-sintetase (SPS) e o aumento da razão trioses/fosfato inorgânico (TP/Pi) e frutose-2,6-bisfosfato (Fru-2,6-P₂). O aumento deste metabolito restringe, no estroma dos cloroplastos, a disponibilidade de Pi para síntese de ATP, acabando esta limitação por inibir o processo fotossintético (Stitt e Quick, 1989). O decréscimo de amido em folhas de videiras submetidas ao *stress* hídrico foi confirmado por Rodrigues *et al.* (1993), Osório (1994) e Patakas e Noitsakis (1999). Neste trabalho mais recente verificou-se em videiras não regadas que a concentração de açúcares solúveis permaneceu mais ou menos constante ao longo do dia enquanto o teor em amido decresceu aproximadamente 50% desde manhã cedo até ao fim da tarde.

• Aclimação ao *stress* hídrico

A capacidade das plantas cultivadas poderem crescer e produzir satisfatoriamente em locais secos deve-se ao desenvolvimento de alguns mecanismos de natureza morfológica e/ou fisiológica que lhes permite adiar o nível de desidratação que é prejudicial para o metabolismo celular. Em geral, isso é conseguido através duma melhoria na absorção de água pelo sistema radicular, através da redução da perda água por transpiração ou por ajustamento osmótico (Kramer, 1980; Turner, 1986).

Absorção de água. A formação de um sistema radicular mais profundo e denso em detrimento do crescimento da parte aérea da planta é função da interacção das suas características genéticas com as condições ambientais e constitui normalmente uma estratégia eficaz das plantas captarem mais água do solo em períodos de maior escassez (Turner, 1986; Kozlowski *et al.*, 1991). No caso da videira, o recurso à utilização de porta-enxertos, que genotipicamente tenham essas características, e uma boa preparação do solo

constitui uma forma de atingir esses objectivos (*vide* ponto 2.3.3 e 2.3.2, respectivamente).

Redução da perda de água. Um dos mecanismos mais generalizados para reduzir a perda de água pelas folhas é a redução da superfície foliar, conseguida através do menor crescimento da vegetação e/ou da senescência parcial das folhas (Chaves, 1991; Taiz e Zeiger, 1998). O aumento da resistência estomática, provocado pelo aumento de concentração de ABA, produzido pelo sistema radicular do porta-enxerto, é outro mecanismo usado com o mesmo fim e com grande eficácia, especialmente, nos períodos do dia com défices de pressão de vapor mais elevados (Düring e Broquedis, 1980; Regina e Carbonneau, 1997; Iacono *et al.*, 1998). Contudo, tem como inconveniente mais directo o facto de também impedir a difusão de CO₂ em sentido inverso ao da água, limitando desta forma a produtividade fotossintética (Düring, 1987). Winkel e Rambal (1993) compararam a adaptação das castas ‘Carignane’ e ‘Shiraz’ ao *stress* hídrico em condições de campo e constataram que enquanto a primeira casta, procedente dum clima mediterrânico, geria preferencialmente a pouca água disponível através de mecanismos de regulação estomática, a ‘Shiraz’, originária dum clima temperado (vale do Ródano, França), o fazia através da redução da área foliar.

Na videira, estas adaptações aos habitats secos parecem ser reforçadas por modificações que ocorrem ao nível do sistema condutor de água, nomeadamente na redução da secção dos vasos xilémicos, as quais provocam um decréscimo significativo da condutividade hidráulica e minimizam conseqüentemente a susceptibilidade desses vasos para o fenómeno da cavitação (Schultz e Matthews, 1988; Tyree e Sperry, 1989; Lovisolo e Schubert, 1998).

As folhas podem ainda diminuir a radiação interceptada, por enrolamento foliar, alteração do ângulo foliar ou aumento da reflectância, para indirectamente se impedir a desidratação foliar a níveis que podem ser letais para o metabolismo celular e para a sobrevivência da planta (Jones e Zur, 1984; Lovelock e Clough, 1992; Karabourniotis *et al.*, 1999). Relativamente às propriedades da cutícula, Boyer *et al.* (1997) verificaram que a transpiração cuticular de folhas de videira decrescia significativamente numa situação de menor potencial hídrico foliar.

Ajustamento osmótico. A acumulação activa de açúcares solúveis e de outros compostos de baixo peso molecular, tais como aniões orgânicos (ácido succínico, málico, cítrico, fumárico), aminoácidos (glicina, serina e prolina), compostos quateenários de amónio (glicinabetaina, sorbitol, pinitol) e iões inorgânicos (K⁺, Cl⁻, NO₃⁻), provoca um abaixamento do potencial osmótico, permitindo que a turgescência das células se mantenha, tanto quanto possível, com valores positivos (Hsiao *et al.*, 1976; Turner e Jones, 1980; Morgan, 1984). A ocorrência deste processo, designado por *ajustamento osmótico*, tem sido demonstrado em videiras gradualmente submetidas a *stress* hídrico, quer em folhas

(Downton, 1983; Düring, 1984; Chaves e Rodrigues, 1987; Zamboni e Iacono, 1988) quer em raízes (Düring e Dry, 1995), e tem, em geral, efeito positivo na preservação de importantes processos metabólicos, nomeadamente na menor limitação estomática da fotossíntese a potenciais hídricos mais negativos, em diversas reacções enzimáticas ou na manutenção do crescimento celular (Turner e Jones, 1980; Düring e Loveys, 1982; Taiz and Zeiger, 1998). Para além disso, esta importante estratégia permite o aumento do gradiente de potencial hídrico entre as folhas e o solo, adquirindo a planta maior capacidade para extrair água do solo quando este já está muito seco (Jones e Zur, 1984; Geiger e Servaites, 1991; Taiz and Zeiger, 1998).

A extensão de ajustamento osmótico depende de diversos factores, tais como a rapidez e severidade com que é imposto o *stress* hídrico, as condições de temperatura e luminosidade, a capacidade de adaptação das espécies ou cultivares ao *stress* hídrico e a idade dos tecidos (Downton, 1983; Khanna-Chopra e Sinha, 1991; Patakas *et al.*, 1997b). Relativamente ao primeiro factor, Khanna-Chopra e Sinha (1991) argumentaram que quando o *stress* hídrico é muito severo e prolongado, a limitação estomática e não estomática inibe a produção de fotoassimilados essenciais para a síntese de substractos osmoticamente activos. Quanto ao comportamento das castas e idade das folhas, Düring (1984), analisando o comportamento das castas ‘Riesling’ e ‘Silvaner’ numa situação de *stress* hídrico prolongado, registou um decréscimo do potencial osmótico de 4 a 5 bars, sendo essa descida mais evidente e rápida em folhas jovens do que em folhas adultas. Valores da mesma ordem de grandeza (4,5 bars) foram também observados por Rodrigues *et al.* (1993) em folhas de videiras envasadas da cultivar ‘Rosaki’, submetidas a uma semana de *stress* hídrico.

Paralelamente ao abaixamento do potencial osmótico, as paredes celulares podem sofrer alterações estruturais que as tornam mais elásticas, permitindo que o potencial de turgescência dessas células se mantenha positivo à medida que o potencial hídrico vai decrescendo. As propriedades de elasticidade das paredes celulares são expressas pelo *modulus de elasticidade volumétrica* (ϵ), que relaciona a taxa de variação do potencial de turgescência com o volume de água perdido durante a desidratação. Em geral, valores elevados de ϵ são representativos de paredes celulares mais rígidas, enquanto valores baixos correspondem a paredes mais elásticas (Morgan, 1980; Khanna-Chopra e Sinha, 1991; Kozlowski *et al.*, 1991). De acordo com uma experiência efectuada por Patakas *et al.* (1997a) em videiras (cv. Roditis) submetidas à secura durante 5 semanas, os valores mais baixos de ϵ foram calculados em folhas ainda não completamente expandidas (12,7 MPa), enquanto em folhas já adultas esses valores quase que duplicaram (22,5 MPa). Na opinião daqueles autores, tais valores têm um importante significado fisiológico, na medida em que aquelas folhas podem continuar o seu crescimento, embora de forma mais limitada, enquanto as folhas adultas podem alterar rapidamente o seu potencial hídrico em resposta a um pequeno decréscimo do RWC, aumentando assim a capacidade de absorção de água a partir dos

órgãos que estão mais perto do solo. Entre folhas adultas, Schultz e Matthews (1993a) observaram que os valores de ϵ eram bastante mais elevados em videiras em *stress* hídrico do que em videiras controle.

2.2.3. Irradiância elevada

A radiação solar, através da sua intensidade, das características espectrais, da direcção e periodicidade, actua sobre as plantas como fonte energética para as reacções fotoquímicas (efeitos fotoenergéticos) e como estímulo regulador do crescimento (efeitos fotocibernéticos), ainda que possa também resultar em danos (efeitos fotodestrutivos). Os diferentes efeitos das radiações nas plantas, como a fotossíntese, a fotomorfogénese, a mutagénese e os efeitos térmicos, manifestam-se através da captação de fotões por receptores específicos. Cada um destes fotorreceptores caracteriza-se por um espectro de absorção correspondente a um espectro de acção dos respectivos eventos fotobiológicos (Larcher, 1977).

A folhagem da videira forma geralmente um coberto descontínuo e heterogéneo com espaços vazios, pelo que a radiação incidente, num determinado momento do dia, não é uniforme sobre todos os planos, verificando-se que, enquanto uma parte se encontra exposta à radiação directa, a outra só recebe radiação indirecta, transmitida através de outras folhas e reflectida pelo solo e folhagem (Branas, 1974). Esta grande diferença de irradiância interceptada pelas folhas dos diferentes planos provoca comportamentos fisiológicos diferenciados, especialmente ao nível da actividade fotossintética, com repercussões importantes na produtividade da videira, quer em termos quantitativos quer qualitativos.

Têm-se efectuado numerosos estudos, nomeadamente, de alteração da forma (Ollat e Carbonneau, 1992) e altura (Murisier, 1996) da sebe, da orientação e espaçamento das linhas (Archer e Strauss, 1990), do tipo e carga à poda (Yuste *et al.*, 1996), de intervenções em verde como despontas (Queiroz, 1996), desfolhas (Candolfi-Vasconcelos e Koblet, 1991; Hunter *et al.*, 1995a; Afonso, 1996), tendo em vista a optimização do microclima luminoso do coberto. Em termos práticos, procura-se reduzir a proporção de folhas expostas a condições de luminosidade próximas do ponto de compensação para a fotossíntese, as quais pouco ou nada contribuem para a produção de fotoassimilados e, além disso, diminuem a eficácia dos tratamentos fitossanitários e prejudicam a maturação das uvas (Kriedmann e Smart, 1971; Smart, 1989; Iacono *et al.*, 1995).

As folhas das plantas superiores, na ausência de factores limitantes, bióticos ou abióticos, possuem uma curva de resposta da fotossíntese à luz caracterizada por duas fases distintas: numa primeira fase, ao aumento de PPFD corresponde um acréscimo proporcional de fotossíntese, significando que toda a energia fotónica absorvida está sendo convertida em energia química e usada na fixação de CO₂; numa segunda fase, as folhas respondem com acréscimos decrescentes de fotossíntese aos aumentos de PPFD, significando que cada vez

menos energia fotónica absorvida é usada nas reacções primárias da fotossíntese (Demmig-Adams, 1990). Em várias referências citadas por Lopes (1994), o valor máximo de actividade fotossintética na videira foi obtido a níveis de PAR variando entre 550 a 1500 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, conforme as castas e as condições experimentais. Geralmente, os maiores valores são referidos quando as experiências decorrem em condições de campo (Downton *et al.*, 1987), comparativamente a condições de estufa (Kriedemann e Smart, 1971). Para além deste limite, definido como ponto de saturação luminosa, a actividade fotossintética deixa de ter capacidade para usar toda a energia fotónica absorvida pelos pigmentos clorofilinos. Como consequência, esta energia de excitação em excesso provoca a inactivação do PSII que, por sua vez, acaba por levar à depressão da fotossíntese (Powles, 1984; Demmig-Adams, 1990; Long *et al.*, 1994). Este fenómeno é normalmente designado por *fotoinibição* ou *regulação negativa* (“down-regulation”) da fotossíntese, quando associado, respectivamente, a danos graves nos complexos PSII (degradação da proteína D1 no centro de reacção por uma protease) ou a uma estratégia da planta para contrabalançar entre a energia que chega ao PSII e a energia que aí pode ser realmente usada no processo fotossintético, evitando ou minimizando desta forma a ocorrência desses danos (Krause, 1988; Öquist *et al.*, 1992b; Chow, 1994). Em qualquer caso, esses processos manifestam-se por uma redução na eficiência de conversão fotoquímica do PSII, que se traduz em decréscimo da razão F_v/F_m e do rendimento quântico da fotossíntese (i.e. mole de CO_2 fixado ou mole de O_2 libertado por mole de fotões absorvidos) (Chow, 1994; Düring, 1998). Todavia, quando ocorre *fotoinibição*, o restabelecimento da actividade máxima da fotossíntese pode demorar alguns dias (o tempo necessário para a reparação dos polipéptidos da proteína D1 que foram danificados), ao contrário da regulação negativa, em que essa recuperação é notória ao fim de alguns minutos ou horas (Osório, 1994).

Na videira, a depressão progressiva da assimilação líquida de CO_2 , que se observa ao longo de um dia com muita luminosidade, parece estar mais associada a mecanismos de regulação negativa da fotossíntese do que de fotoinibição. Essa constatação foi particularmente referida por Chaves *et al.* (1987c), Downton *et al.* (1987), Osório, (1994), Iacono & Sommer (1996) e Chaumont *et al.* (1997), inclusivé em situações de boa disponibilidade hídrica (Correia *et al.*, 1990), e estará relacionada, segundo Osório (1994), com um certo ajustamento entre o fluxo de electrões no PSII e a menor taxa de assimilação líquida de CO_2 .

Existem várias estratégias que protegem o aparelho fotossintético da ocorrência de danos fotoinibitórios. Duma forma geral, elas passam pela redução da luz interceptada pelas folhas, pela dissipação da energia absorvida pelo PSII sob a forma de calor ou pela transferência do potencial redutor gerado no processo fotoquímico para outros mecanismos, que não a fotossíntese (Cornic, 1994).

• Regulação da luz interceptada

Orientação das folhas. As folhas da periferia dos copados, particularmente as voltadas na direcção dos raios solares mais fortes, procuram posicionar-se oblíqua ou paralelamente à radiação incidente, evitando o seu sobreaquecimento e a sobreexcitação dos centros de reacção do aparelho fotossintético (Ludlow e Björkman, 1984; Lovelock e Clough, 1992; Björkman e Demmig-Adams, 1995). Estes movimentos são particularmente benéficos em plantas submetidas a *stress* hídrico progressivo. Por um lado, a redução da quantidade de luz que incide numa folha modifica muito o seu balanço energético, graças a uma redução da carga térmica incidente, o que diminui a sua temperatura bem como a taxa de transpiração, sem contudo se alterar significativamente a condutância estomática. Por outro lado, a redução do ângulo entre a normal ao limbo foliar e o ângulo de incidência dos raios solares [$\cos(i)$], além de permitir uma menor probabilidade de danos por fotoinibição (Osório *et al.*, 1995), resulta numa maior razão fotossíntese/transpiração porque o efeito relativo sobre a diminuição da temperatura foliar (e da transpiração) é maior do que sobre o decréscimo da fotossíntese (Gamon e Pearcy, 1989). Estes autores referem, como exemplo, as folhas de *Vitis californica* que, através dos seus característicos movimentos paraheliotrópicos, conseguem atenuar durante o Verão os efeitos fotoinibitórios da luz excessiva, geralmente exacerbados pela temperatura elevada. Como consequência, nestas folhas não se observa uma quebra muito acentuada da actividade fotossintética nem a sua senescência é muito prematura.

Reflectância das folhas. Em regiões onde as plantas são sujeitas à iluminação intensa, as folhas têm tricomas, escamas ou espessas superfícies cuticulares com substâncias capazes de reflectirem a luz, como ceras cristalinas ou espículas de sílica (Moreira, 1980; Blanco, 1993; Karabourniotis *et al.*, 1999). Estas modificações morfológicas diminuem a quantidade de luz absorvida pelas folhas e podem aumentar a espessura da camada de ar limitante, influenciando, directa ou indirectamente, a temperatura, a actividade fotossintética e a taxa de transpiração das folhas. Relativamente à taxa de assimilação líquida de CO₂, uma maior capacidade reflectora das folhas pode provocar o seu decréscimo, se a fracção de luz absorvida for muito reduzida, ou o seu incremento, se a temperatura das folhas baixar para valores óptimos (Ehleringer, 1980).

Posicionamento dos cloroplastos. A posição e orientação dos cloroplastos dentro de cada célula depende da PPFD incidente na folha. À medida que a PPFD aumenta, os cloroplastos tendem a dispôr-se radialmente na célula, ou seja, com as suas maiores dimensões paralelas às radiações, permitindo que estas possam chegar em maior intensidade às células mais interiores do mesófilo ou mesmo atravessar a própria folha (Powles, 1984; Björkman e Demmig-Adams, 1995).

Complexos clorofilinos. Quando a intensidade da luz incidente é excessiva, pode-se verificar a oxidação de muitos compostos celulares, incluindo as moléculas de clorofila. Este fenómeno, denominado *fotoxidação*, é contrariado por elevadas concentrações de CO₂ no meio e pela presença mais abundante em carotenóides, particularmente nos que fazem parte do grupo das xantofilas, e outros agentes antioxidantes (Teixeira e Ricardo, 1983; Gross, 1991; Robinson e Osmond, 1994; Chaumont *et al.*, 1995b).

• Regulação da energia dissipada

Os pigmentos clorofilinos podem dissipar a sua energia de excitação, resultante da absorção de luz, através de quatro vias alternativas: (1) pela conversão em energia química das ligações dos produtos finais da fotossíntese, (2) consumindo essa energia em processos metabólicos, mas não resultando daí armazenamento de energia em ligações químicas, (3) através da reemissão dos fotões como fluorescência (dissipação radiativa) e (4) convertendo a energia de excitação em calor (dissipação térmica ou não radiativa) (Björkman e Demmig-Adams, 1995).

Dissipação por processos metabólicos. Apenas uma parte do NADPH e ATP produzido na fase luminosa da fotossíntese é gasta na síntese de fotoassimilados. O restante é consumido no transporte activo de iões entre os diversos compartimentos da folha, na redução do azoto, em processos de reparação e, sobretudo, na fixação de O₂ pela Rubisco durante a etapa inicial do metabolismo fotorrespiratório. Numa experiência em algodão vegetando em condições propícias para taxas elevadas de fotossíntese, Demmig-Adams & Adams III (1992) estimaram que 25% da luz absorvida, no período de maior intensidade luminosa, era usada na fixação de CO₂ e 19% na fotorrespiração (i.e. 44% usada na cadeia transportadora de electrões da fotossíntese), restando 56% para ser dissipado através de outras vias alternativas.

A utilização de O₂ pela Rubisco alivia a acumulação de energia fotossintética (ATP e NADPH), evitando uma excessiva redução dos aceitadores Q_A e o bloqueio consequente da cadeia de transporte de electrões (Wu *et al.*, 1991; Chaumont, 1995; Morot-Gaudry, 1997). Esta forma de dissipação energética protege o aparelho fotossintético dos efeitos nefastos de excesso de energia. Com efeito, uma parte dos electrões provenientes da fotoxidação da água ($2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ + \text{O}_2$) no processo fotossintético pode reduzir o oxigénio (*reacção de Mehler*), levando à formação de iões superóxido ($\text{O}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^-$) e peróxido de hidrogénio ($\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$), os quais podem interagir entre si e dar origem a radicais hidróxido ($\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{OH}^\cdot + \text{OH}^- + \text{O}_2$). O H₂O₂ é um inibidor de certas enzimas do ciclo de *Benson-Calvin* e os radicais livres OH[·] são fortes oxidantes, com capacidade de provocar a peroxidação dos lípidos membranares e a destruição das proteínas, entre outros danos celulares (Foyer *et al.*,

1997). A fotorrespiração, sendo fonte contínua de CO₂, disponível para ser refixado na fotossíntese, poderá contribuir para a mitigação dos referidos danos fotooxidativos, caso as condições sejam limitantes para a actividade fotossintética (Teixeira e Ricardo, 1983).

Dissipação por processos radiativos e não radiativos. Em condições de radiação elevada e não havendo capacidade da cadeia de transporte de electrões da fotossíntese para usar toda a energia de excitação das clorofilas, há um excesso dessa energia que pode ser dissipada como fluorescência ou como energia não radiativa (Krause e Weis, 1988; Weis e Lechtenberg, 1988). Porém, enquanto a reemissão como fluorescência é muito limitada [0,5% a 3% da irradiância fotónica absorvida, quando todos os centros de reacção do PSII estão “abertos” ou “fechados”, respectivamente (Dreyer *et al.*, (1995)], a dissipação de energia por processos não radiativos (calor) pode ter um efeito fotoprotector muito mais significativo (Björkman e Demmig-Adams, 1995; Demmig-Adams *et al.*, 1996).

No processo de dissipação de energética sob a forma de calor estão directamente implicados os carotenóides violaxantina, anteraxantina e zeaxantina, pertencentes ao grupo das xantofilas (Krause e Weis, 1991; Váradiet *al.*, 1992; Düring, 1999). Estes três compostos são enzimaticamente interconvertíveis, acumulando-se mais zeaxantina ou mais violaxantina quando as folhas são expostas à luz forte ou fraca, respectivamente (Demmig-Adams e Adams III, 1992; Chaumont *et al.*, 1994, 1995b). Demmig-Adams (1990) verificou, em folhas de espinafre expostas à luz forte, que a inibição da síntese de zeaxantina pelo DDT bloqueiou a dissipação não radiativa do excesso de energia recebida pelo PSII, tornando a fotoinibição do aparelho fotossintético muito mais prolongada.

Em geral, as folhas de videira aclimatadas ao Sol têm maior capacidade fotoprotectora do que as folhas de sombra porque, para além da sua maior eficiência no transporte de electrões, apresentam também maior quantidade de carotenóides do grupo das xantofilas (Iacono e Sommer, 1996; Düring, 1999). A zeaxantina parece contribuir para a desexcitação das clorofilas no estado singleto (¹Chl*), para a limitação da produção de oxigénio no estado singleto (¹O₂*, principal responsável pela fotoinactivação do PSII), proveniente da excitação das clorofilas no estado tripleto (³Chl*), e, sob o ponto de vista estrutural, está associado à diminuição de fluidez das membranas tilacoides (Demmig-Adams, 1990; Chaumont, 1995). Este último aspecto, que afecta positivamente a rigidez da matrix lipídica, torna as folhas mais resistentes ao calor, particularmente quando este *stress* é provocado por elevadas intensidades luminosas (Chaumont, 1995).

A redução na capacidade de transporte de electrões pode também ser um processo adaptativo, já que uma capacidade maior em períodos com baixa disponibilidade de CO₂, poderá aumentar as taxas de oxigénio molecular e a produção de aniões superóxido (O₂⁻) e potencialmente provocar a peroxidação das membranas lipídicas, a menos que os mecanismos antioxidantes, formados pelas enzimas superóxido dismutase, ascorbato

peroxidase e catalase, e pelo ácido ascórbico (vitamina C), glutathione, α -tocoferol (vitamina E), prolina (Alia *et al.*, 1997) e carotenóides estejam em actividade (Krause, 1988; Demmig-Adams, 1990; Foyer *et al.*, 1997; Chaumont *et al.*, 1997).

2.2.4. Temperatura elevada

A temperatura desempenha uma influência capital sobre o desenvolvimento das plantas e sobre a sua distribuição geográfica. No caso da vinha, a repartição das várias cultivares pelas diferentes zonas vitícolas do globo é baseada nas suas necessidades térmicas específicas (Huglin e Schneider, 1998).

Em viticultura existem vários índices bioclimáticos, baseados directa ou indirectamente na temperatura, para delimitar as zonas climáticas mais favoráveis ao desenvolvimento das potencialidades produtivas de uma determinada casta. Por exemplo, no índice “dias-grau de Winkler” ($^{\circ}\text{C.d}$), proposto em 1962 por Winkler (Huglin e Schneider, 1998), para fazer a zonagem vitícola da Califórnia segundo as suas características térmicas, e actualmente extensivo à zonagem de outras regiões vitícolas, é calculado pelo somatório de temperaturas médias diárias acima dos 10°C (temperatura considerada como zero de vegetação para a vinha) no período de 1 de Abril a 30 de Outubro. Um outro método mais simples, baseado na correlação entre a temperatura média do mês mais quente (mês de Julho, no hemisfério Norte; mês de Janeiro, no hemisfério Sul) e a composição e qualidade do mosto, foi referido por Coombe (1987), citando os trabalhos de Prescott (1965) e de Smart e Dry (1980).

A temperatura influencia quase todos os aspectos biológicos da videira, desde a diferenciação floral do ano precedente (Carbonneau e Ollat, 1993) até à maturação do ano respectivo (Huglin e Schneider, 1998). Contudo, os seus efeitos primários exercem-se sobre a produção de fotoassimilados, actuando directamente sobre o funcionamento do aparelho fotossintético ou indirectamente através da quantidade e duração de área foliar fotossinteticamente activa (Osório, 1994; Ferrini *et al.*, 1995).

A videira é capaz de fotossintetizar razoavelmente dentro de uma gama óptima de temperaturas apreciavelmente larga que vai desde os 20 aos 35°C , consoante as castas, o período do ciclo vegetativo, e as condições do meio em que o crescimento das folhas teve lugar (Carbonneau *et al.*, 1992; Lopes, 1994). Em castas adaptadas a climas quentes, como é o caso da ‘Tinta Amarela’, oriunda da zona quente do Douro, Chaves (1981) registou uma subida da actividade fotossintética até aos 45°C , muito para além desse intervalo de temperaturas. Mais tarde, esta autora, em colaboração com outros investigadores (1987c), registaram nesta casta, relativamente à ‘Piriqueta’, originária de regiões vitícolas mais temperadas de Portugal, um integral fotossintético de aproximadamente mais 27%, num dia de muito calor.

Quando é ultrapassado o limite superior de temperaturas ótimas, até ao limite de tolerância do calor, os processos vitais relacionados com a produção de fotoassimilados ou com a sua translocação diminuem, de modo reversível, até uma taxa mínima (Sepúlveda *et al.*, 1986; Osório, 1994; Larcher, 1995). Acima daquele limite, normalmente variando entre os 40 e 45°C, poderão ocorrer danos irreversíveis que podem afectar o funcionamento dos fotossistemas das membranas tilacoidais e provocar, em situação extrema, a morte da folha (Berry e Björkman, 1980; Björkman *et al.*, 1980). Dentro desses limites, os maiores valores críticos ocorrem em videiras desenvolvidas em ambiente natural e sujeitas a condições térmicas mais elevadas do que em videiras vegetando em vasos (Possingham, 1992; Osório, 1994).

• Efeitos reversíveis

Fotossíntese e fotorrespiração. Em condições de temperatura elevada o equilíbrio do metabolismo do carbono é desviado no sentido da fotorrespiração devido, por um lado, à menor afinidade da Rubisco para o CO₂ do que para o O₂ e, por outro, ao aumento da oxigenação relativamente à carboxilação nas células do mesófilo provocado pela maior razão de solubilidade do O₂/CO₂. Desta forma, sendo a fixação de CO₂ limitada pelo calor, a via fotorrespiratória constitui, nas plantas do tipo C₃, uma alternativa importante para dissipar a energia absorvida e convertida em potencial redutor (Chaves e Pereira, 1992; Chaumont, 1995). De acordo com um esquema apresentado por Berry e Björkman (1980), enquanto na fotossíntese, por cada carboxilação, são necessários 3 ATP e 2 NADPH para a regeneração da Rubisco, na fotorrespiração gastam-se 3,5 ATP e 2 NADPH para o mesmo efeito, o que demonstra ser este um processo mais eficiente para a dissipação do excesso de energia.

Epron (1997) constatou, em plantas de feijoeiro, que o grau de fotoinibição (decréscimo de F_v/F_m), provocado pelo *stress* luminoso e exacerbado por temperaturas elevadas (35°C), era substancialmente acrescido numa atmosfera que condicionava a fotorrespiração e a refixação do CO₂ (10 mmol O₂.mol⁻¹ e 0 µmol CO₂.mol⁻¹), relativamente a outra (210 mmol O₂.mol⁻¹ e 50 µmol CO₂.mol⁻¹) onde estes processos decorriam sem restrições. Em condições naturais, a aproximação àquelas condições pode ser feita quando as folhas estão expostas a luz forte, ao calor e os estomas estão fechados devido ao *stress* hídrico (Epron, 1997).

Processos dissipativos a nível dos pigmentos fotossintéticos. Quando a temperatura excede o óptimo para a assimilação do carbono, mas não ultrapassa os limites de tolerância, além de haver um acréscimo na taxa fotorrespiratória, começam a ocorrer alguns processos de dissipação de energia ao nível dos pigmentos para protegerem o aparelho fotossintético da sobreexcitação sem, todavia, evitarem uma depressão da actividade fotossintética (Osório,

1994). Estes processos dissipativos são os mesmos que se observam quando as folhas são submetidas à radiação elevada (ponto 2.1.2.2, dissipação por processos radiativos e não radiativos), sendo, contudo, incrementados quando estas condições interactivam com temperaturas elevadas. Na natureza, estes dois factores ocorrem muitas vezes em simultâneo e estes processos não são mais do que um meio de regulação negativa do sistema captador de energia, visando a protecção contra (1) danos fotoinibitórios provocados por excesso de luz e exacerbados por temperaturas elevadas e (2) danos térmicos devido ao calor excessivo. Em níveis extremos, estes efeitos podem levar à morte da folha e, no mínimo, provocam sempre um decréscimo da actividade fotossintética (Ludlow e Björkman, 1984; Osório, 1994).

Regulação negativa a nível do ciclo de Benson-Calvin. Em condições de temperatura elevada também o metabolismo do carbono exerce uma regulação negativa e directa sobre as reacções luminosas da fotossíntese. A este nível, Osório (1994) constatou que a fotossíntese era reprimida devido a um declínio no estado de activação da Rubisco, o qual se contrapunha à aceleração das reacções catalíticas induzida pelo calor. Por outro lado, as altas temperaturas também podem provocar uma diminuição da *pool* de ribulose-1,5-bisfosfato. Este decréscimo pode ser devido à elevada taxa de síntese de sacarose, que conduz a uma elevada razão de trioses-fosfatos/3-fosfoglicerato e a baixos níveis de metabolitos, inclusivé 3-fosfoglicerato e ribulose-1,5-bisfosfato. Isto mostra que a energia disponível no estroma não pode ser utilizada porque o abastecimento em 3-fosfoglicerato está limitado pelo declínio na reserva de ribulose-1,5-bisfosfato, devido a uma rápida drenagem das trioses-fosfatos para o citosol (Chaves e Pereira, 1992).

• Efeitos irreversíveis

Quando a temperatura excede os limites de tolerância de uma espécie, ocorrem danos letais que podem conduzir à morte das folhas. Esses limites são, contudo, difíceis de identificar porque os danos produzidos dependem, não só do valor absoluto da temperatura, como também do tempo de exposição ao *stress* térmico. As membranas tilacoidais, tanto a nível funcional como estrutural, são os principais locais afectados pelas temperaturas muito elevadas (Chaves e Pereira, 1992; Osório, 1994).

Efeito nas funções das membranas tilacoidais. Baseado na maior termo-sensibilidade do PSII relativamente ao PSI (Havaux, 1993a, 1993b), a análise aos parâmetros da fluorescência emitida pelas clorofilas do PSII permite identificar os limites de tolerância ao calor, acima dos quais ocorrem os danos irreversíveis. Enquanto a inibição do PSII *in vivo*, associada ao declínio na F_m , sem alteração da F_o , é um indicador da limitação reversível no transporte de electrões da fotossíntese, a mesma inibição do PSII, mas associada a um

acréscimo de F_o imediatamente a seguir ao *stress* térmico e de forma rápida e irreversível, é considerada um indicador significativo de acumulação de uma dose letal de calor (Chaves e Pereira, 1992). Björkman *et al.* (1980) registaram para certas espécies adaptadas a lugares áridos uma correspondência muito apertada entre a temperatura crítica que provoca a subida abrupta de F_o e a ocorrência de danos irreversíveis no PSII. No caso da videira (cv. 'Rosaki'), Osório (1994) verificou que esse limite superior de tolerância térmica era de aproximadamente 45°C.

Efeito na estrutura das membranas tilacoidais. Simultaneamente com as alterações a nível funcional, desencadeiam-se alterações estruturais nas membranas tilacoidais que decorrem do acréscimo da temperatura a que estão sujeitas. Quando se atingem temperaturas críticas, a desactivação do PSII parece envolver o aumento da fluidez das membranas tilacoidais e a formação de micelas lipídicas invertidas, a desnaturação de certas proteínas funcionais, a dissociação dos pigmentos captadores de luz com os complexos PSII e a libertação de dois ou quatro átomos de manganésio do complexo libertador de oxigénio. Quando as temperaturas são extremamente elevadas, as proteínas poderão coagular e dar-se o colapso da organização protoplásmica, levando à morte das células (Havaux, 1992, 1993b; Osório, 1994).

• Aclimação à temperatura elevada

As plantas oriundas de regiões semi-áridas, onde são comuns temperaturas elevadas, desenvolveram diferentes mecanismos de adaptação, ao nível morfológico, fenológico e fisiológico (Chaves e Pereira, 1992). Alguns mecanismos são os mesmos que foram referidos no ponto 2.1.2.1., como é o caso da redução da intercepção da radiação, através de alterações na orientação das folhas (movimentos activos, como os paraheliotrópicos, ou passivos, como o fecho da lâmina foliar), na reflectância da folha (folhas mais pubescentes, mais cerosas) ou na redução das dimensões das folhas.

Além das estratégias referidas, as folhas podem ainda aumentar as trocas de calor com o ambiente, quer por convecção e condução quer por evaporação da água através da transpiração. Na ausência de défice hídrico, a resistência estomática mantém-se reduzida em temperaturas relativamente elevadas, de forma a favorecer o poder refrescante da transpiração e, conseqüentemente, a manutenção da temperatura das folhas mais perto da temperatura óptima para a actividade fotossintética (Schulze *et al.*, 1973; Meyer *et al.*, 1983).

Outras espécies há que são capazes de tolerar o calor por ajustamento dos seus processos fisiológicos, aumentando ou diminuindo a temperatura óptima consoante a estação do ano, o que pressupõe uma grande plasticidade protoplástica, provavelmente do tipo bioquímico (Osório, 1994). Embora ainda não existam provas inequívocas da forma

como as células aumentam a sua termoestabilidade, alguns mecanismos moleculares têm sido sugeridos para o efeito em plantas aclimatadas a altas temperaturas: (1) decréscimo na proporção de ácidos gordos insaturados das membranas celulares e, em particular, das cloroplásticas; (2) acumulação de vários solutos de alto e baixo peso molecular, tal como proteínas e açúcares, nos diferentes compartimentos celulares; (3) e acumulação de um grupo específico de proteínas, presumivelmente com função protectora dos componentes celulares, designadas por *proteínas de choque térmico* (Kozłowski, *et al.*, 1991; Havaux, 1992; Osório, 1994).

2.2.5. Efeito combinado do défice hídrico, irradiância elevada e calor

Em climas tipicamente mediterrânicos, durante o Verão, as videiras estão normalmente expostas ao efeito combinado da deficiência hídrica, irradiância elevada e do calor. Por isso, a separação da contribuição efectiva de cada efeito é complexa. Para além disso, também pode acontecer que a resposta das plantas a um dos tipos de *stress* seja reforçada ou contrariada por outro de ocorrência simultânea (Chaves e Pereira, 1992; Osório, 1994).

O encerramento dos estomas, provocado pelo *stress* hídrico, limita a actividade fotossintética porque diminui a disponibilidade de CO₂ nos espaços intercelulares da folha (Chaves, 1991). Por sua vez, a escassez de precipitação está geralmente associada a muitos dias de céu limpo, que se traduzem também em elevados níveis de radiação fotónica e temperatura elevada, os quais, de forma sinérgica, levam à regulação negativa (“down-regulation”) ou fotoinibição do aparelho fotossintético, em particular do PSII (Osório, *et al.*, 1995). De acordo com um trabalho feito em *Vitis californica* Benth, em condições de PPFD elevada, Williams *et al.* (1994) constataram que as reacções, tanto da fase luminosa como da fase escura da fotossíntese, eram mais intensamente inibidas a temperatura elevada (41,5°C) do que a temperaturas intermédias.

O próprio encerramento dos estomas dificulta a dissipação da radiação absorvida como calor latente e, por isso, a temperatura foliar tende a aumentar ainda mais, relativamente à temperatura do ar, resultando os inevitáveis inconvenientes do calor para a assimilação líquida de CO₂ (Schulze *et al.*, 1973; Moreira, 1981; Pereira, 1995; Schultz, 1996b). Todavia, quando a desidratação das plantas favorece um certo ajustamento osmótico, este, pelo efeito positivo que tem sobre o mecanismo estomático e sobre o metabolismo celular, pode minorar os danos fotoinibitórios causados pelo calor e excesso de energia fotónica (Downton, 1983; Khanna-Chopra e Sinha, 1991; Rodrigues *et al.*, 1993). Presumivelmente, será este antagonismo entre o ajustamento osmótico e o *stress* térmico/luminoso que explica

a boa resistência fotoquímica do PSII à acção letal do calor ou do excesso de luz das folhas das videiras vegetando em condições de campo (Osório, 1994).

A prevenção da fotoinibição e do sobreaquecimento das folhas pode ser também empreendida por alteração dos ângulos foliares ou pelo enrolamento das mesmas (Ludlow e Björkman, 1984; Lovelock e Clough, 1992). Estas adaptações ajudam a reduzir a radiação interceptada pelas folhas e são mais persistentes quando está muito calor e as folhas estão desidratadas. Do mesmo modo, o maior espessamento da cutícula foliar, que geralmente se observa em plantas de *habitats* muito soalheiros, contribui não só para aumentar o poder reflector da radiação como também para aumentar a resistência à secura (Blanco, 1993). Em videiras da cultivar 'Perlette', Smart (1974a) registou uma alteração do ângulo foliar desde 53° (ângulo formado entre o limbo e o pecíolo) até 80°, quando as folhas eram submetidas a um período de *stress* hídrico progressivo associado a luz e temperatura elevadas.

Durante o *stress* hídrico severo, a actividade da Rubisco é afectada (Chaves, 1991; Manjundar *et al.*, 1991; Osório, 1994). Consequentemente, para além da regulação negativa que resulta para o processo fotossintético, também a fotorrespiração pode ser inibida, devido à maior afinidade desta enzima para o CO₂ ($K_m = 10\text{-}20\ \mu\text{M}$) do que para o O₂ ($K_m = 400\text{-}600\ \mu\text{M}$) (Chaumont, 1995). Todavia, Düring (1988), procurando avaliar a importância da fotorrespiração em videiras vegetando em condições de campo, verificou que a depressão na assimilação de CO₂, registada a intensidade luminosa elevada, era exacerbada pelo *stress* hídrico. Nesse processo, a PPFD à qual se atingia a A_{\max} era reduzida pelo *stress* hídrico de 725 para 520 $\mu\text{mol quanta.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ enquanto a taxa de fotorrespiração também decrescia em termos absolutos, mas em termos relativos aumentava cerca de 35 a 50%. Nestas condições, em que a dissipação fotoquímica não é muito eficiente, a libertação de energia não radiativa ao nível das antenas dos fotossistemas poderá constituir o mecanismo protector mais eficaz contra os efeitos deletérios da luz elevada em folhas desidratadas (Cornic, 1994; Brestic *et al.*, 1995). De acordo com Dreyer *et al.* (1995), a ausência de danos irreversíveis no aparelho fotossintético das folhas vegetando em condições de campo deve-se, em grande medida, a este processo de dissipação energética.

2.3. Mitigação dos efeitos deletérios do clima estival através das práticas culturais

2.3.1. Introdução

De um modo geral, as potencialidades quantitativas e qualitativas da produção vitícola numa determinada região são atributos das aptidões genéticas dos porta-enxertos e castas, das condições edafoclimáticas e das técnicas culturais. Contudo, em regiões demarcadas como o Douro ou o Dão, factores de ordem regulamentar ou geográfica limitam as possibilidades de manipulação por parte do viticultor no que toca ao encepamento ou às características do solo e clima, respectivamente. Em contrapartida, pode escolher as técnicas culturais, tanto na instalação da vinha, como na fase de plena produção, que permitam ajustar a cultura às condições do meio, de forma a garantir a tipicidade e a qualidade dos produtos, por um lado, e a limitar os custos de produção e as intervenções poluentes, por outro (Reynier, 1986).

As técnicas culturais, para além das características da própria videira, do solo e clima, determinam a optimização da relação «vegetação-frutificação» e, sobretudo, a obtenção de um potencial máximo de fotossíntese, que são imprescindíveis para a expressão dos parâmetros de qualidade dos frutos, nomeadamente a acumulação de açúcares nos bagos e uma maturação equilibrada (Riou, 1997). Além disso, também influenciam a acumulação de reservas nos órgãos perenes da videira, que é importante para a sua longevidade.

De acordo com um modelo conceptual, ilustrativo de como a interacção dos factores naturais e técnicos podem afectar, directa ou indirectamente, a produção vitícola (figura 2.3), as técnicas culturais, pela acção que têm sobre as disponibilidades hídricas e minerais e sobre a arquitectura do copado, provocam variações microclimáticas importantes para toda a fisiologia da videira, nomeadamente para a produção de fotoassimilados, economia hídrica, indução floral, densidade radicular e maturação dos cachos. Destaca-se neste último aspecto não só a acumulação de açúcares e a degradação de ácidos, como também a síntese de antocianinas e compostos aromáticos.

Neste ponto pretende-se referir e discutir algumas práticas culturais que poderão ser mais adequadas à viticultura de regiões semi-áridas, como é o caso da Região Demarcada do Douro, onde os recursos hídricos são escassos e o regadio, para além de não estar autorizado por lei, é uma prática que não está técnica e economicamente ao alcance da maioria dos viticultores durienses. Aqui, dadas as características do clima estival (*stress* hídrico em interacção com *stress* luminoso e térmico), as técnicas culturais praticadas, para além de razões de ordem técnico-económica, cuja discussão ultrapassa o âmbito deste trabalho, deverão considerar também a vertente ecofisiológica no meio onde a vinha irá desenvolver-se e frutificar. Neste aspecto, pela importância que tem para a produção, assume particular destaque o compromisso entre a actividade fotossintética global da

videira e os respectivos gastos de água por transpiração. São inúmeros os aspectos em que o viticultor poderá influenciar este compromisso, quer ao nível do armazenamento hídrico do solo quer ao nível da própria videira, na forma como ela se enquadra no meio e na relação favorável entre o desenvolvimento vegetativo, o nível de produção e a qualidade dos frutos.

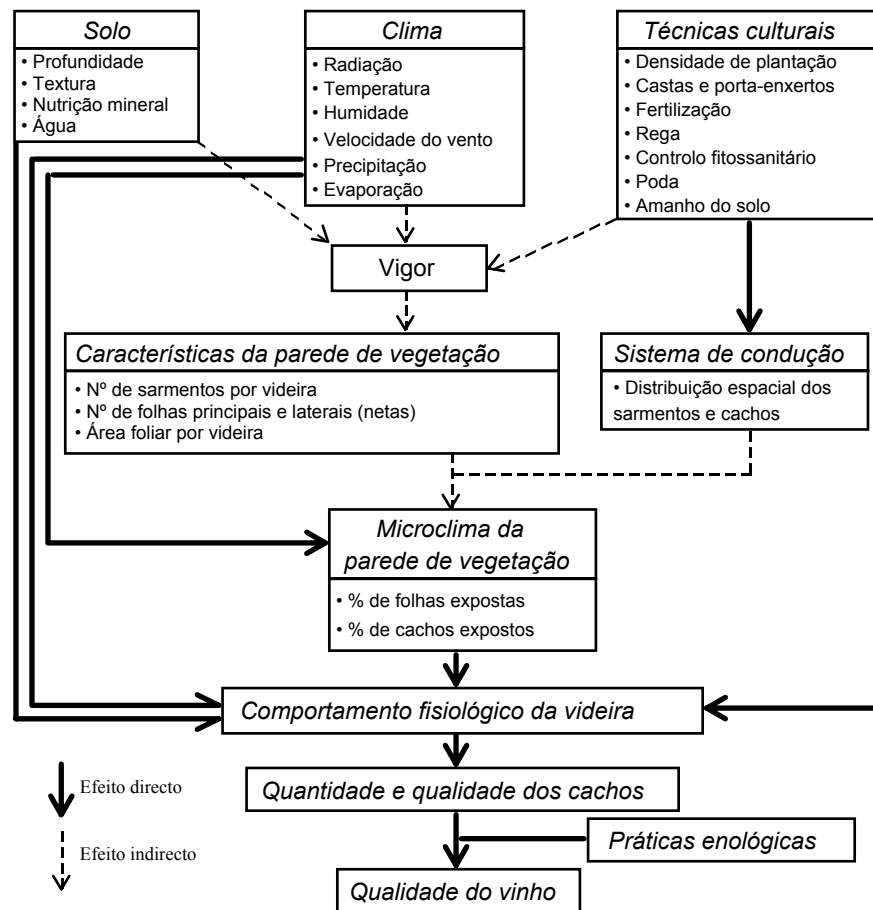


Figura 2.3. Influência do solo, clima e práticas culturais na qualidade do vinho através dos seus efeitos no comportamento fisiológico da videira (Smart, 1991).

2.3.2. Intervenções no solo

Nas condições climáticas da RDD, em que as maiores necessidades hídricas da vinha coincidem com o período do ano em que praticamente não chove, certas propriedades do solo, como a sua textura e profundidade efectiva, são importantes para garantir um bom desenvolvimento radicular (Leme e Félix, 1990). Se bem que a noção de solo com vocação vitícola esteja tradicionalmente associada a solos pouco férteis e pouco profundos, de forma a permitir um vigor controlado e produções moderadas mas de boa qualidade (Huglin, 1986), em regiões com baixas precipitações anuais e concentradas no Inverno, a alimentação deficiente em água durante o Verão pode constituir um factor limitativo, induzindo ao

desenvolvimento precoce de défices hídricos e ao bloqueio da actividade fotossintética e da migração de fotoassimilados para os cachos (Reynier, 1986).

O volume de solo e subsolo susceptível de ser explorado pelas raízes da videira constitui um elemento fundamental que condiciona a alimentação hídrica e mineral da planta e, por conseguinte, o seu vigor e nível de produção. O viticultor deve portanto conhecer a profundidade de solo explorável pelas raízes e constatar se o seu desenvolvimento pode ser interrompido por alguma camada impermeável (rocha-mãe compacta, camada de argila ou grés) ou se, pelo contrário, as raízes podem crescer facilmente em profundidade e infiltrar-se pelas fissuras das rochas onde poderão mais facilmente encontrar água durante a estação seca (Van Huyssteen, 1988; Myburgh *et al.*, 1996; Carbonneau, 1998). Nas regiões de clima mediterrânico, as videiras são menos afectadas pela excessiva secura estival quando os enraizamentos são mais profundos. Em contrapartida, as videiras muito jovens, ainda com fraco desenvolvimento radicular em profundidade, manifestam sintomas de *stress* hídrico muito mais cedo, levando mesmo à morte da própria cepa em condições de maior restrição hídrica (Oliveira, 1995). Esta constatação foi facilmente observada por Chaumont *et al.* (1997) quando comparavam o comportamento fisiológico das castas ‘Fernão Pires’ e ‘Pinot noir’, crescendo em condições de campo e em vasos, respectivamente. Apesar da casta ‘Fernão Pires’ vegetar num ambiente mais quente e seco, foi a segunda que exibiu maiores níveis de prolina e zeaxantina nas folhas, provavelmente devido à maior restrição no desenvolvimento radicular, proporcionado pelo pouco volume de solo a explorar, e à maior rapidez na imposição do défice hídrico.

A textura do solo tem também grande importância dado que as suas características afectam a erodibilidade, a capacidade de retenção de água e nutrientes e o arejamento (Northcote, 1988; Rosier *et al.*, 1995). Os solos da RDD, para além dos teores elevados em areia fina e limo, possuem também muitos elementos grosseiros. Estes, devido às suas dimensões, não aumentam a capacidade de armazenamento de água do solo, mas ajudam a conservá-la quando estão espalhados pela superfície do solo (Oliveira, 1987). Em parte, isso deve-se à natureza luzente do xisto, que reflecte uma quantidade apreciável de luz, e ao poder de retenção de calor que esses elementos exercem, impedindo que o solo aqueça demasiado (Almeida, 1960). Por outro lado, a presença de um elevado teor em elementos grosseiros, além de favorecer a infiltração de água, faz com que esses solos sejam menos susceptíveis aos processos de erosão torrencial, como por vezes se verifica na região durante os meses de Maio e Junho (Almeida *et al.*, 1982; Oliveira, 1987). A presença de pedregosidade nas vinhas da Região é de tal maneira importante para a qualidade do Vinho do Porto que o *Método de Pontuação de Álvaro Moreira da Fonseca* (Fonseca, 1952), ainda em vigor, no qual cada parcela é avaliada em termos de aptidão para a produção de uvas para o fabrico daquele vinho, atribui uma pontuação nula aos solos pouco ou nada

cascalhentos, enquanto aos regularmente cascalhentos ou muito cascalhentos é valorizada a pontuação final em 40 ou 80 pontos positivos, respectivamente.

Actualmente, na RDD as operações que antecedem a plantação da vinha são totalmente mecanizadas. Após a desmatagem é feita a armação do terreno em plataformas intercaladas por estradas de trabalho, mantendo o declive natural do terreno, no caso de se pretender a instalação da vinha “ao alto”, ou atenuando-o, no caso do arranjo do terreno em patamares, segundo as curvas de nível. Procede-se em seguida à mobilização profunda do terreno (surriba) por desagregação da rocha-mãe, criando assim terra solta com uma profundidade que pode exceder os 7 palmos (1,54 m). Depois procede-se à remoção das pedras de maiores dimensões, ao espalhamento de correctivos minerais e orgânicos e ao arrazamento, o qual incorporará os fertilizantes e regularizará ao mesmo tempo o terreno, preparando-o assim para a plantação das videiras (Magalhães, 1998b). Nessa fertilização de fundo deve haver a preocupação adicional de promover o crescimento radicular em profundidade, onde a disponibilidade hídrica é maior (Carbonneau, 1998).

Em matéria de manutenção dos solos, a presença de infestantes ou de arrelvamentos deliberadamente semeados numa vinha permite minorar a erosão mas, em período de maior escassez hídrica, pode exercer um efeito competitivo importante sobre as videiras, provocando redução do vigor, antecipação da paragem do crescimento e redução da produção (Moulis, 1992; Tandonnet *et al.*, 1996; Sauvage *et al.*, 1998). Descôtes *et al.* (1996) verificaram que numa vinha (cv. Pinot noir) mantida em solo revestido com relva à base de gramíneas, relativamente a solo nu, a razão N/P nos pecíolos foliares decresceu em relação aos valores óptimos em resultado de uma absorção mineral deficiente e de uma forte concorrência para a água, traduzida por valores de evapotranspiração real significativamente mais baixos (32% vs 68%, respectivamente, face à evapotranspiração potencial). Em clima mediterrânico, segundo Spring e Mayor (1996), esta desvantagem poderá ser facilmente contornada usando gramíneas e leguminosas que se desenvolvam exclusivamente durante o período do repouso vegetativo da vinha, ou seja, quando os riscos de erosão são mais pertinentes. Num ensaio semelhante, feito com as castas ‘Chardonnay’ e ‘Sauvignon’, Storchi *et al.* (1992) constataram, através da diferença de temperatura entre as folhas e o ar, que, nas parcelas sem infestantes, as folhas das videiras se mantinham mais “frescas”. Idso (1982) referiu que menores diferenças entre a temperatura das folhas e do ar traduzem um melhor estado hídrico das plantas e do próprio solo. Em climas quentes o crescimento das videiras pode ainda ser melhorado pela cobertura da superfície do solo com um *mulch* de palha ou com a lenha da poda triturada. Esta prática contribui para a redução da temperatura do solo e aumenta a humidade nas camadas de solo mais superficiais (Van Huyssteen *et al.*, 1984; Possighan, 1992).

Quando aumentam as condições de aridez numa região vitícola, observa-se um decréscimo da produção de matéria seca, contribuindo para isso não só a deficiência hídrica

da videira como também a menor eficácia que, por isso, é obtida na absorção de alguns nutrientes do solo bem como na sua exportação e consumo dentro da própria planta (Garcia-Escudero, *et al.*, 1995; Boselli *et al.*, 1998). Descôtes *et al.* (1995), num ensaio com a casta ‘Pinot noir’, verificaram que a razão N/P dos pecíolos foliares foi bastante inferior aos valores normais quando essas videiras foram expostas a fortes limitações hídricas. Nesta situação, para além da deficiente alimentação azotada, também constataram que a absorção de potássio foi afectada, enquanto a de magnésio se manteve idêntica, logo a razão K/Mg decresceu significativamente.

O maior estado de secura do solo não parece afectar a actividade microbiana do solo. Apesar do abaixamento do teor em água do solo, a humidade relativa dos poros permanece elevada, favorecendo a infecção do sistema radicular das videiras por micorrizas, as quais têm uma acção importante na nutrição mineral. As micorrizas melhoram a absorção mineral e particularmente a absorção de fósforo por solubilização dos fosfatos insolúveis. É durante o Verão que os esporos das micorrizas são mais abundantes (Nikolaou *et al.*, 1994). De acordo com os resultados de dois anos de ensaio numa vinha com oito variedades enxertadas em R110 e com taxas elevadas de micorrização (66-90%), Nikolaou *et al.* (1994) constataram que, apesar do elevado *stress* hídrico que ocorreu no período de maturação e da pobreza do solo em fósforo, os níveis em potássio, magnésio e fósforo foram satisfatórios nas folhas.

Nos tempos que correm, a progressiva e inevitável mecanização do grangeio numa vinha tem como contrapartida negativa a compactação excessiva dos solos, dada a frequência e o peso das máquinas que circulam pelas entrelinhas de plantação. Entre outros aspectos, isso implica uma menor infiltração das águas pluviais nas camadas mais profundantes do solo e maiores dificuldades respiratórias, sobretudo em profundidade, para as raízes e para os microrganismos do solo (Bourguignon e Gabucci, 1996).

2.3.3. Escolha do porta-enxerto e da casta

O factor porta-enxerto passou a revestir-se de extrema importância depois da invasão filoxérica, ocorrida na segunda metade do século XIX e provocada pelo insecto *Phylloxera vastatrix*, a qual levou à devastação radical de todos os vinhedos, não só do Douro como os de toda a Europa (Pereira, 1991).

A escolha do porta-enxerto constitui uma operação de base em viticultura, devido ao papel fundamental que o tipo de porta-enxerto tem no controlo do vigor e comportamento geral da videira (Boubals, 1977; Pouget e Delas, 1989). Actualmente, o viticultor dispõe de uma vasto leque de porta-enxertos, oriundos quase na totalidade de videiras americanas pertencentes às espécies *Vitis riparia*, *Vitis berlandieri* e *Vitis rupestris*, cujas características e aptidões culturais podem variar bastante, para além da resistência à filoxera. Por exemplo,

existem porta-enxertos com diferente capacidade para a absorção de nutrientes e para a exclusão de iões sódio, potássio, cálcio e cloro (Downton, 1977; Ruhl, 1989; Erdei *et al.*, 1992), enquanto outros diferem na sua tolerância aos solos compactos ou ligeiros (Swanepoel e Southey, 1987), aos solos encharcados ou demasiado secos ou aos nemátodos (Sauer, 1967). Normalmente, as características e aptidões culturais dos diferentes porta-enxertos existentes no mercado estão apresentadas em catálogos específicos, como é o caso do “Catálogo de porta-enxertos mais utilizados em Portugal”, da autoria de Duarte e Dias (1989).

Como já foi referido, muitos dos solos das regiões com clima mediterrânico, para além da sua pobreza, têm insuficientes disponibilidades hídricas no Verão para as necessidades das videiras. Nestas condições, e para contrabalançar o efeito depressivo de tais solos, o porta-enxerto deve potenciar uma maior capacidade de absorção de água pelo sistema radicular da videira (Pouget, 1977; Carbonneau, 1985). Já em 1963, Carrante considerou as características do ângulo geotrópico das raízes dos porta-enxertos como uma variável determinante dessa capacidade, após ter constatado uma diferença significativa entre o ângulo geotrópico das raízes da *Vitis rupestris* (20°, ângulo feito pela raiz com a vertical), mais resistente à secura, e a *Vitis riparia* (80°), mais indicado para terrenos húmidos, respectivamente.

Complementarmente, os porta-enxertos, identificados como mais tolerantes à secura, podem ter a capacidade de transmitir sinais químicos, por exemplo ABA, à parte aérea da planta que resultem numa maior optimização dos processos fotossintéticos e transpiratórios nas folhas (Düring, 1991, 1994; Possighan, 1992; Iacono *et al.*, 1998). Para além disso, pode existir nessas plantas alguma capacidade de ajustamento osmótico e modificação rápida da elasticidade das paredes celulares que lhes permita aumentar o gradiente de potencial hídrico entre as células radiculares e o solo envolvente (Zamboni e Iacono, 1988).

Segundo uma classificação apresentada por Galet (1983), os híbridos de *Berlandieri* x *Rupestris* (110R, 140Ru, 1447P, 99R, 1103P, 4453M, 333EM e 196-17Cl, segundo uma ordem decrescente de importância) são os mais satisfatórios em solos muito secos, enquanto os porta-enxertos pertencentes à espécie *Vitis riparia* e/ou *Vitis rupestris* não são tão recomendados para essas condições edáficas.

No caso particular da RDD, o porta-enxerto mais utilizado após a invasão da filoxera foi o Rupestris do Lot (*Vitis rupestris*), localmente conhecido por *Monticola*, devido à sua rusticidade e capacidade de adaptação aos solos pobres e pedregosos. Mais recentemente, foram introduzidos híbridos *Berlandieri* x *Riparia* (420-A, SO4), *Berlandieri* x *Rupestris* (99R, 110R, 1103P) e *Mourvèdre* x *Rupestris* x *Riparia* (196-17Cl.). Os primeiros são utilizados nos terrenos mais fundos e frescos e os seguintes em encostas quentes, secas e fragosas (Magalhães, 1998b).

Com a introdução das videiras americanas como porta-enxerto, também a enxertia entre essas plantas e as videiras Europeias (*Vitis vinifera*) passou a ser uma prática cultural imprescindível. Neste processo, a fenda de enxertia, na qual os tecidos condutores do porta-enxerto se unem aos da casta enxertada, constitui uma zona muito sensível à adversidade do clima estival, justificando-se, por isso, os cuidados que os viticultores têm no princípio do Verão para a proteger desses efeitos, principalmente no primeiro ano de enxertia. Essa zona já é, por natureza, um factor de debilitação da planta devido à organização anatómica pouco favorável dos vasos lenhosos e do líber, nomeadamente vasos curtos e sinuosos e fraca proporção de tecidos condutores, a qual dificulta a circulação da seiva, mesmo quando a enxertia foi bem sucedida (Branas, 1974; Pouget, 1987). Com a idade estes problemas tendem a desaparecer e, caso não surjam incompatibilidades entre os dois biontes, as videiras enxertadas acabam por apresentar maior capacidade fotossintética e maior eficiência intrínseca do uso em água, relativamente a videiras não enxertadas (Düring, 1994).

Relativamente ao encepamento, cada casta tem um determinado potencial genético, que se mantém na descendência por via vegetativa, e que se reflecte numa dada capacidade produtiva. Daí que as castas se classifiquem usualmente como muito ou pouco produtivas, quando submetidas a condições ambientais e técnicas culturais idênticas. O mesmo se passa no seio da própria casta pela existência de diferentes clones, fenotipicamente no geral idênticos mas com pequenas alterações genotípicas que lhes conferem características produtivas próprias (Magalhães, 1989). Contudo, estas características intrínsecas, podem exprimir-se, mais ou menos intensamente, em função do clima, do solo e das práticas culturais (forma de condução, tipo de poda, compasso, porta-enxerto, fertilização e outros amanhos culturais) (Spring, 1997; Almeida, 1998).

O grau de limitação fotossintética imposto pelos estomas ou pela actividade dos cloroplastos, face a condições adversas, varia bastante com a casta e com a intensidade do *stress* imposto (Regina e Carbonneau, 1996; Escalona *et al.*, 1999). Chaves e Rodrigues (1987b), tendo submetido as castas ‘Rosaki’ e ‘Sultana’ a um período de *stress* hídrico, notaram maiores decréscimos da condutância estomática e da actividade fotossintética na última casta. Contudo, também verificaram que o restabelecimento do estado hídrico foi mais demorado na ‘Rosaki’, devido à maior sensibilidade desta casta ao *stress* hídrico, quer ao nível estomático quer sobretudo ao nível da condutividade hidráulica entre as raízes e as folhas. Resultados similares foram referidos por Regina e Carbonneau (1996) nas cultivares ‘Moscatel de Alexandria’, ‘Chardonnay’ e ‘Arriloba’, relativamente às cultivares ‘Sémillon’ e ‘Ugni blanc’. Por sua vez, Düring (1991), calculando a razão entre CO₂ assimilado e condutância estomática ou entre CO₂ assimilado e transpiração para as cultivares ‘Phoenix’, ‘Ga-47-42’ e ‘Riesling’, pôde constatar que a cultivar ‘Riesling’ era mais tolerante ao *stress* hídrico, graças aos valores mais elevados dessas razões. Em contrapartida, quando essas videiras foram cultivadas em condições de boa disponibilidade hídrica, as diferenças entre

as castas, relativamente a esses parâmetros, não existam.

Adicionalmente à fisiologia estomática, também certas características da morfologia foliar podem ser determinantes para a adaptação das castas a ambientes mais ensolarados e secos. Por exemplo, muito recentemente, Karabourniotis *et al.* (1999) referiram que a cv. ‘Athiri’, por possuir uma grande densidade de tricomas em ambas as faces das folhas, era muito mais tolerante a esses ambientes do que outras castas (‘Soultanina’ e ‘Fraoula’), cujas folhas são totalmente glabras. Comprovaram que nesses apêndices epidérmicos, para além de conferirem maior poder reflector às próprias folhas, se acumulavam maiores teores em flavonóides e outros compostos fenólicos, os quais, pela maior capacidade que têm para absorver as radiações de baixo comprimento de onda, em particular de UV-B, impediam que o excesso de radiações atingisse o mesófilo clorofilino.

Em cada região vitícola os viticultores estão obrigados, por regulamentação específica, a enxertar um grupo restrito de castas, como forma de se perpetuar as características *sui generis* da produção vinícola dessa região. Entre essas castas, as sucessivas gerações de viticultores foram adquirindo conhecimentos valiosos sobre as suas características e aptidões culturais, face às diferentes condições mesoclimáticas que podem existir, mesmo em explorações muito pequenas. Actualmente, na RDD o número de castas “recomendadas” para a Denominação de Origem Douro é de 29, sendo 15 tintas e 14 brancas (Magalhães, 1998a).

2.3.4. Sistema de condução

O sistema de condução, ao determinar o modo como são aproveitados os recursos do meio, tanto microclimáticos (luz, temperatura, CO₂, etc.), como edáficos (água, nutrientes), vai actuar sobre importantes mecanismos da fisiologia da videira, em especial a actividade fotossintética global da folhagem (Smart, 1974b; Carbonneau, 1979; Schubert *et al.*, 1995; Novello *et al.*, 1992a) e o estado hídrico (Ollat e Carbonneau, 1992; Novello *et al.*, 1992b; Katerji, *et al.*, 1994), que por sua vez têm enormes repercussões sobre o rendimento e qualidade do mosto.

O sistema de condução da vinha compreende um conjunto de técnicas culturais escolhidas pelo viticultor para formar a vinha e orientar o seu desenvolvimento. Inclui parâmetros que se mantêm estáveis ao longo da vida da vinha e outros que são susceptíveis a modificações anuais. Ao primeiro grupo pertence a densidade e compasso de plantação, a orientação das linhas de plantação no terreno e a forma da cepa, definida pela altura do tronco, sistema de poda e de armação, enquanto no segundo grupo pode-se considerar a carga por cepa e intervenções em verde como a orientação dos sarmentos, a desponta e a desfolha (Carbonneau *et al.*, 1981; Huglin e Schneider, 1998).

• Densidade de plantação e compasso de plantação

Em regiões secas e solos pobres, a escolha da densidade de plantação deve ser ponderada com particular importância sob o ponto de vista das disponibilidades hídricas do solo. Em geral, nestes lugares recorre-se a densidades elevadas, da ordem dos 5000 pés/ha, porque desta forma o sistema radicular forma uma malha mais apertada e profundante, constituída por uma grande proporção de raízes com diâmetro inferior a 0,5 mm, que lhe permite uma maior eficácia na absorção de água (Chaves, 1986; Hunter 1998a). Contudo, o conteúdo de água do solo nos vinhedos mais densamente plantados decresce mais rapidamente, resultando em potenciais hídricos foliares mais negativos (Archer e Strauss, 1989; Hunter 1998b) e taxas fotossintéticas mais baixas (Archer e Strauss, 1990). Nestas circunstâncias, as videiras, através da regulação hormonal (ABA e citocininas), ajustam o vigor e a razão entre a superfície foliar e a quantidade de frutos para garantir a qualidade dos frutos (Jackson, 1994; Hunter 1998b).

Dum modo geral, tanto Champagnol (1979) como, posteriormente, Archer (1991/2) não recomendam a diminuição da densidade de plantação, como forma de reduzir o défice hídrico, porque o solo é pior explorado pelas raízes, a expressão vegetativa das cepas tende a aumentar, piorando a eficácia da captação de energia solar por unidade de área foliar, e os riscos da degradação da qualidade das uvas são maiores. Planas (1997), num ensaio com diferentes densidades de plantação (2500, 3500, 5000 e 7000 cepas/ha) da casta ‘Grenache noir’ e em condições de clima mediterrânico, obteve menor produção por videira na parcela com maior densidade de cepas mas maior rendimento por hectare e uma maturação mais equilibrada, bem como vinhos de melhor qualidade (vinhos tintos mais encorpados e com mais cor).

Quanto ao compasso de plantação, são fundamentalmente considerações de ordem microclimática que deverão nortear as opções a seguir. Normalmente, o espaço entre as cepas da mesma linha é aproximadamente de 1 m, e o afastamento das linhas, sobretudo em vinhas conduzidas em formas de colonização vertical, poderá variar entre 1 a 2 m em vinhas estreitas e os 2 a 4 m em vinhas largas. Enquanto nas vinhas estreitas as linhas podem provocar entre si maior ensombramento, em vinhas largas verificam-se grandes perdas de radiação no solo. De modo a minorar este inconveniente, tem-se procurado aumentar a altura da folhagem, embora assim a ocorrência de sintomas de *stress* hídrico possa aumentar, devido aos maiores gastos de água transpirada pela maior superfície foliar exposta (Chaves, 1986; Smart e Robinson, 1991). Na reconstituição recente de novas vinhas na RDD, mais adaptadas à mecanização, caminhou-se para um maior afastamento das linhas, diminuindo a densidade de plantação, em relação às vinhas tradicionais, para valores da ordem de metade no caso de patamares (3000 a 3500 plantas/ha) e de dois terços no caso de

vinha ao alto (4500 a 5000 plantas/ha), mas também a altura da sebe passou de 0,7 a 1 m para valores de 1,2 a 1,4 m (Almeida *et al.*, 1982).

• Orientação das linhas de plantação

Na maior parte das regiões vitícolas tradicionais, e em particular na RDD, a escolha da orientação das linhas de plantação está condicionada pelo forte emparcelamento das propriedades (cerca de 2/3 das propriedades durienses têm menos de 1/2 hectare) e, sobretudo pelo sentido do declive do terreno. Com o declive elevado (maior que 20%), as linhas devem seguir forçosamente as curvas de nível, mas se for médio ou fraco, a plantação pode fazer-se no sentido do maior declive.

A orientação das linhas exerce influência sobre o comportamento fisiológico e vitícola das videiras, quer por intermédio do microclima luminoso e térmico da folhagem quer através do microclima térmico do solo (Huglin, 1986). Em geral, quando os condicionalismos referidos no parágrafo anterior não existem, a energia luminosa interceptada pelo copado deve ser maior em períodos do dia que coincidem com temperaturas do ar e estado hídrico da videira mais favoráveis para a actividade fotossintética da superfície foliar. Em regiões quentes e secas, onde essas condições mais se verificam, alguns autores (Carbonneau *et al.*, 1981; Champagnol, 1982; Intrieri *et al.*, 1998) têm sugerido a orientação Norte-Sul como mais vantajosa, relativamente à orientação Este-Oeste. Justificam que aquela orientação permite uma boa recepção de luz às primeiras horas da manhã (face Este) e ao fim da tarde (face Oeste). Em termos de produtividade fotossintética, essas vantagens traduzem-se em taxas mais elevadas, especialmente de manhã, porque o *stress* hídrico e térmico é menos acentuado do que ao meio dia. Em contrapartida, ao meio dia, a superfície foliar exposta aos raios solares é menor (apenas o topo do bardo está ao Sol), o que faz com que a eficiência do uso de água seja maior do que nas videiras com orientação Este-Oeste. Para além disso, são minimizados os danos sobre as folhas e sobre os cachos, provocados pela maior agressividade do clima nesse período do dia.

• Altura do tronco

A altura do tronco influencia a produtividade da videira através da quantidade de reservas, da capacitância e condutividade dos vasos xilémicos (Lopes, 1994). Em geral, as videiras com um tronco mais elevado têm mais reservas que podem ser remobilizadas em momentos importantes do ciclo vegetativo, como por exemplo no vingamento (Carbonneau, 1990). Todavia, este mesmo autor considerou que troncos excessivamente altos (>1,5m) dificultam a alimentação hídrica anulando o efeito positivo da maior quantidade de lenho.

Quanto à condutividade hidráulica do tronco, alguns estudos desenvolvidos por Zhang (1987) permitiram constatar a sua redução em troncos mais altos devido à diminuição do diâmetro médio dos vasos xilémicos e da superfície condutora por unidade de secção do lenho. Desta forma, as trocas gasosas das folhas são mais dificultadas, embora também os vasos de menor secção sejam menos propensos a danos por cavitação (Schultz e Matthews, 1988, 1989). Este fenómeno ocorre quando a tensão de água nos vasos é muito elevada, devido ao elevado défice hídrico existente nas folhas, e a coluna de água é interrompida pelo ar mais ou menos rarefeito, ficando esses vasos xilémicos irreversivelmente não funcionais para o transporte de água (Boyer, 1985; Lösh e Schulze, 1995; Lovisolo e Schubert, 1998).

Para além do efeito da altura do tronco na eficácia da estrutura condutora, também o microclima da parede de vegetação é condicionado pela distância dos órgãos vegetativos e reprodutivos ao solo. Na Primavera os riscos das geadas e de contaminação pelo míldio são maiores em videiras com troncos baixos. Durante o Verão, o calor que facilmente se acumula à superfície do solo vai provocar, por condução e convecção com o ar, o aumento da temperatura das folhas e cachos, que será tanto maior quanto mais perto estiverem esses órgãos do solo (Lopes, 1994).

Em regiões com fraca disponibilidade hídrica no período estival, as videiras são tradicionalmente formadas com tronco baixo, visto que, nestas condições, as videiras com tronco alto parecem ser mais sensíveis. Carbonneau (1980) constatou que as videiras, com um tronco mais elevado, tinham taxas de transpiração e de fotossíntese mais reduzidas, e menores crescimentos. No respeitante à transpiração, Baeza (1994) também registou uma decréscimo com o aumento da altura do tronco de 65 para 100 cm de altura na casta ‘Tempranillo’, embora, em termos de assimilação líquida de CO₂, tenha sido nas formas altas, eventualmente por proporcionarem melhor iluminação para todas as folhas, que se mediram as maiores taxas fotossintéticas. Em contrapartida, Clímaco e Chaves (1984), num ensaio em que comparavam duas alturas diferentes do tronco (0,65 m vs 1,30 m) e que coincidiu com dois Verões demasiado secos, registaram um decréscimo mais acentuado das taxas de assimilação líquida de CO₂ nas formas mais elevadas.

Comparando a evolução diária do potencial hídrico da casta ‘Grüner Veltliner’ cultivada na região vitícola de Krems (Áustria), Redl (1984) mediu valores mais negativos (diferenças de aproximadamente 2 bars nos períodos de maior demanda hídrica) nas videiras formadas com um tronco de 1,70 m, relativamente às que tinham um tronco de 1,35 m de altura. Também Champagnol (1984), referindo-se a um ensaio com diferentes alturas do tronco (45, 90, 120 e 160 cm) efectuado por Lafon *et al.* (1966), observou que as videiras com troncos baixos se adaptam melhor a situações de falta de água, embora também assim possam ficar mais vulneráveis às geadas de primavera. Por sua vez, Lopes (1994), na casta ‘Fernão Pires’, obteve resultados similares aos destes autores, mas apenas em videiras em

bom estado hídrico. Em videiras submetidas às condições naturais de *stress* hídrico, verificou que o efeito da altura do tronco foi pouco consistente em termos fisiológicos, embora, relativamente ao grau alcoólico e pH do vinho, as formas baixas tenham revelado uma persistente tendência para maiores valores. Estas conclusões vão de encontro ao que já tinha sido referido por Carbonneau *et al.* (1981), segundo os quais, para um mesmo rendimento por hectare, as vinhas altas e largas, com um único plano de folhagem, provocam uma diminuição da qualidade do vinho, nomeadamente teores mais baixos em álcool provável e polifenóis e maior teor em acidez total.

• Sistema de armação

O sistema de armação vai determinar a forma, dimensões e densidade da parede de vegetação (também designada por sebe ou copado) constituída por sarmentos, folhas e cachos, influenciando desta forma não só a quantidade de energia luminosa interceptada pelas folhas como também outras características microclimáticas em redor das folhas e cachos, as quais se vão repercutir na fisiologia da planta e na qualidade da colheita (Baeza, 1994).

Os sistemas de condução tradicionais baseiam-se na formação de um único plano de folhagem vertical, variando a altura desse plano com o vigor das videiras. Em regiões temperadas frescas, onde as vinhas são naturalmente mais vigorosas, desenvolveram-se formas altas de armação da vinha para se garantir uma elevada e eficiente superfície foliar exposta e uma melhor exposição dos cachos ao Sol. Contudo, nas últimas décadas, devido à crescente necessidade de mecanização, as linhas de plantação formaram-se com um maior afastamento entre si, daí resultando um acréscimo de vigor e o conseqüente decréscimo da eficácia de captação de luz pelas folhas e a perda de qualidade dos mostos. Para contornar tais inconvenientes, foram estudados outros sistemas alternativos que preconizam modificações na orientação dos pâmpanos em crescimento e, sobretudo, a divisão da parede de vegetação em dois planos distintos. Neste âmbito, destacaram-se o sistema pioneiro ‘GDC’ (Geneva Double Curtain), desenvolvido por Shaulis *et al.* (1966) para o Estado de Nova Iorque, cujo mérito consistiu em romper com o esquema tradicional do cultivo da vinha em espaldeira ou em vaso, e, mais recentemente, os sistemas em forma de lira propostos inicialmente por Carbonneau para as vinhas da região de Bordéus-França (Carbonneau *et al.*, 1978; Carbonneau, 1980) e já experimentados noutras regiões vitícolas da Europa (Portugal, Castro, 1990; Lopes, 1994; Itália, Carbonneau, 1991; Espanha, Lissarrague *et al.*, 1991; Auvray *et al.*, 1999; Suíça, Murisier, 1993) e resto do mundo (USA, Austrália, Uruguai, Carbonneau, 1991; Nova Zelândia, Smart e Robinson, 1991).

Em zonas de baixo vigor e reduzidas disponibilidades hídricas, os sistemas de armação são caracterizados pela formação de um único plano de folhagem com menores

dimensões, relativamente às praticadas em regiões temperadas. Estas formas de condução, ao proporcionarem uma superfície foliar exposta mais reduzida, permitem que a água disponível seja distribuída por menos folhas, assegurando assim um certo retardamento dos sintomas de *stress* hídrico (Katerji *et al.*, 1994; Baeza, 1994; Pereira *et al.*, 1995). Em situações extremas, a menor senescência das folhas basais, que assim se pode obter, pode evitar o escaldão dos cachos provocado por exposição excessiva ao Sol (Carbonneau e Casteran, 1989; Lopes, 1994), bem como o empobrecimento em acidez e compostos fenólicos, especialmente de pigmentos antociânicos, devido à maior temperatura nos bagos (Carbonneau, 1990; Rodríguez e González-San José, 1995).

• Sistema de poda

O sistema de poda determina não só a forma das cepas, como também a distribuição espacial e comprimento das unidades de frutificação. Dada a estreita relação que existe entre o vigor e a poda, a escolha de um sistema de poda numa determinada região vitícola, para além de atender aos hábitos de frutificação das castas e à maior ou menor dificuldade de execução, deve garantir a obtenção de um bom equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e produtivo da videira. Os numerosos sistemas de poda, nomeadamente o Guyot, taça ou cordão Royat, diferem, fundamentalmente, na forma dada ao tronco e eventuais braços da videira e no número e dimensão das unidades de frutificação, as quais podem estar podadas a talão, vara ou talão e vara, determinando a poda curta (menos de 5 olhos), longa (mais de 5 olhos) ou mista, respectivamente (Winkler *et al.*, 1974, cit. por Lopes, 1994).

Entre as diversas referências a que tivemos acesso, foram escassos os estudos em que se procurava relacionar o sistema de poda com a adaptação das videiras a condições de maior aridez. Apenas Araújo *et al.* (1995), relativamente ao cordão Royat, experimentado em vinhas Alentejanas, referiu que este sistema, para além das suas amplas possibilidades de mecanização, permite uma boa exposição da massa de folhagem à luz e é mais fácil de manter em condições climáticas muito quentes e secas. Porém, Magalhães (1998b) refere, particularmente para a sub-região do Douro Superior onde o clima é mais árido, que a poda em Guyot duplo se adapta melhor do que o cordão Royat. Justificou que neste sistema o prolongamento do tronco através dos braços uni ou bilaterais poderá constituir um inconveniente adicional às condições de secura.

• Carga à poda

A poda de Inverno, ao limitar o número de gomos, vai regularizar a produção através de várias formas (Champagnol, 1984): (1) limitando o número de lançamentos que entram em crescimento, diminui-se inevitavelmente o número de cachos; (2) a limitação do número de cachos faz com que os fotoassimilados produzidos não sejam gastos exclusivamente no

crescimento dos bagos, em prejuízo da reconstituição de reservas de amido nas partes perenes, e os açúcares não tenham que ser repartidos por um maior número de bagos, comprometendo a qualidade da vindima (Murisier, 1996); (3) o aumento do vigor, devido à limitação do número de lançamentos, faz com que os cachos diferenciados sejam maiores, ao contrário de videiras não podadas que têm os cachos muito pequeninos. Para satisfazer estas exigências deve-se relacionar o número e peso dos cachos com as capacidades fotossintéticas da planta, tomando em consideração a fertilidade potencial dos gomos e o nível de produtividade de cada casta.

Em regiões secas, a obtenção de fracas colheitas durante os primeiros anos duma vinha, condicionadas por cargas baixas deixadas à poda, é condição indispensável para se promover uma boa expansão lateral e em profundidade do sistema radicular das jovens videiras, garantindo desta forma uma boa adaptação às condições de limitação hídrica que possam ocorrer durante o Verão (Champagnol, 1992). Posteriormente a carga deixada à poda, sendo excessiva, pode gerar um forte adensamento de sarmentos num volume restrito do copado, com as desvantagens que isso acarreta em termos de proporção de folhas deficientemente iluminadas para folhas bem expostas à luz. Por sua vez, devido às limitações hídricas impostas durante o Verão, o crescimento desses sarmentos pode não se completar apresentando-se as videiras à poda seguinte num estado muito debilitado e comprometedor do ciclo seguinte. Isto mesmo foi recentemente constatado por Yuste *et al.* (1996) num ensaio realizado numa zona relativamente seca “Ribeira del Duero” (Burgos, Espanha) com a casta ‘Tempranillo’. Ao aumentarem o número de gomos deixados à poda de 12 para 16 verificaram que o rendimento foi maior mas o peso da lenha de poda e a qualidade do mosto decresceram significativamente. Em contrapartida, uma carga demasiado baixa dará origem a perdas de rendimento porque apenas é usada uma parte das potencialidades produtivas da videira. Nestas circunstâncias, os sarmentos e eventuais ladrões crescem vigorosamente na Primavera à custa dos fotoassimilados que, em condições de vigor médio, seriam canalizados para as inflorescências ou cachos (Murisier, 1996). Esta situação pode provocar o desavinho fisiológico (Magalhães, 1989) e, mais tarde, no Verão, o sistema radicular pode não ter capacidade para restaurar o défice hídrico, que então será gerado por uma maior quantidade de superfície foliar.

Na RDD, dadas as características do clima e solo, a vinha tem naturalmente de ser conduzida com poda curta a média, originando pequena expressão na vegetação e produtividade unitária. No seio da própria região, de montante para juzante, parece existir um paralelismo entre o número de olhos deixados na poda e a precipitação anual. Por exemplo, na sub-região Douro Superior, onde o clima é muito mais árido do que nas outras duas sub-regiões, o podador não deixa mais do que 8-10 gomos por videira, enquanto no Cima e Baixo Corgo essa carga pode ser de 10 a 12 ou 14 a 16 gomos por videira, respectivamente (Magalhães, 1998b).

• Orientação dos pâmpanos

À semelhança do que acontece com a maioria das espécies lenhosas, os ramos da videira crescem tanto mais quanto mais próximos estiverem da uma orientação ascendente. Pelo contrário, outras orientações têm efeito depressivo sobre o vigor dos sarmentos, nomeadamente sobre o tamanho das folhas, comprimento dos entrenós e desenvolvimento de netas (Kliewer *et al.*, 1989). Schubert *et al.* (1995, 1999) associaram parte deste efeito desvigorante à menor condutividade hidráulica dos vasos xilémicos dos pâmpanos e à menor secção desses vasos. Provavelmente, por isso, Castro (1990) considerou a orientação dos pâmpanos uma prática de intervenção em verde muito expedita para corrigir eventuais excessos de vigor da parte vegetativa sobre a parte produtiva.

A orientação de todos os pâmpanos de forma ascendente é tradicionalmente realizada em grande parte das regiões que têm períodos estivais muito secos e quentes como o Douro ou Dão. Em contrapartida, em situações de vigor elevado, outras orientações em exclusivo ou em combinação com a orientação ascendente, nomeadamente a retombante, são vantajosas, não só pelo efeito desvigorante que provocam no crescimento dos sarmentos (Calò *et al.*, 1999), como pelas melhores condições de iluminação da superfície foliar e dos cachos, resultando benefícios para toda a fisiologia da planta incluindo a melhoria de fertilidade nos gomos basais dos sarmentos (Ollat, 1989; Castro *et al.*, 1995; Garrido, 1996). Este tipo de disposição da vegetação foi experi-mentado com sucesso na região dos Vinhos Verdes e foram registados acréscimos significativos de rendimento quando se orientou uma parte da vegetação em posição ascendente e outra descendente, relativamente à orientação totalmente ascendente (Castro, 1986; Castro *et al.*, 1991).

Na RDD a orientação ascendente dos pâmpanos e a sua fixação aos arames, é uma operação, localmente designada por “ampara”, que exige bastante dedicação por parte do viticultor para evitar estragos provocados pelo vento ou chuvas fortes. Começa a ser executada quando o tamanho dos pâmpanos já permite a sua colocação entre os arames duplos do embardamento, no caso das vinhas recentemente formadas, ou a sua amarração com junco ou palha aos arames simples, no caso das vinhas tradicionais. Mais tarde, quando já decorreu o vingamento e as condições edafoclimáticas começam a impor a paragem do crescimento vegetativo, é feita a “enrola” da parte terminal dos pâmpanos no último arame, de modo a facilitar as operações culturais seguintes (Queiroz, 1996; Magalhães, 1998a). Nesta operação, algumas folhas terminais ficam totalmente amassadas, acabando por amarelecer e secar ao fim de poucos dias. As restantes rapidamente se reorientam de forma a preencherem toda a parede de vegetação e a criarem um microclima mais fresco em redor dos cachos. Actualmente esta prática está sendo abandonada pelos custos de mão-de-obra que acarreta (Sousa, 1996; Queiroz, 1996). Em sua substituição, nas vinhas adaptadas à mecanização, tem-se conduzido o crescimento ascendente dos pâmpanos até uma altura

mais elevada (mais 30 a 40 cm, para além dos 80 a 85 cm da altura total da folhagem nas vinhas tradicionais) para, através de equipamentos de desponta (normalmente em forma de U invertido com facas rotativas na face interior) acoplados à tomada de força do tractor vinhateiro, se proceder ao corte da vegetação que ultrapassa aqueles limites.

As modificações que são introduzidas com esta nova técnica cultural, nomeadamente a maior altura da folhagem, estão enquadradas no intervalo de valores sugeridos por Carbonneau *et al.* (1981) para o caso de vinhas implantadas em zonas temperadas. Nestas condições, estes autores sugerem que a altura de folhagem deve ser equivalente a 0,6 a 0,8 vezes o espaçamento das entrelinhas de vinhas estreitas (afastamentos variando entre 1 a 2 metros), justificando essas dimensões como um compromisso entre as vantagens de uma superfície foliar exposta suficientemente elevada e os riscos de ensombramento entre sebes vizinhas provocados por planos de folhagem muito altos. Quanto às regiões com clima quente e seco, essas modificações podem agravar os riscos de secura provocados por uma maior superfície foliar em transpiração activa, embora as videiras tenham capacidade de, por si próprias, reduzirem ao mínimo indispensável essa superfície, de modo a minimizarem os danos provocados pelo *stress* hídrico. Todavia, em qualquer caso, os cachos ficam muito mais expostos à radiação solar directa, isto é, muito mais susceptíveis ao escaldão (Carbonneau, 1998).

• Desponta

A desponta é uma prática que consiste na supressão da extremidade dos lançamentos e é feita para provocar alterações a nível das relações *source-sink*, sobretudo quando se pretende diminuir o desavinho fisiológico em castas muito sensíveis, podendo também servir para promover a melhoria do microclima do copado, com as vantagens que daí poderão decorrer para a fisiologia geral da videira e para a menor susceptibilidade de ocorrência de doenças criptogâmicas (Lopes, 1994). Em muitas regiões vitícolas é praticada para facilitar também a operacionalidade de pessoas e máquinas e para melhorar a eficácia dos tratamentos fitossanitários (Queiroz, 1996; Malheiro, *et al.*, 1997; Payan, 1997). O decréscimo dos efeitos da seca é outro objectivo pretendido (Chaves, 1986). Sobre este aspecto, Carbonneau *et al.* (1978) constataram que a desponta, ao exacerbar a taxa de transpiração das restantes folhas, provocou nos dias seguintes um arrefecimento das folhas de 4°C, o que em condições de tempo quente pode ser favorável para o decréscimo da resistência estomática, facilitando, desta forma, a assimilação de CO₂.

A desponta pode, porém, ter efeitos contrários aos desejados se efectuada com alguma severidade e desenquadrada do período em que os seus benefícios são mais necessários: (1) no período da Primavera pode estimular excessivamente o crescimento de netas, desviando desta forma os fotoassimilados que seriam canalizados para o vingamento ou para o

crescimento dos bagos (Chaves, 1986); (2) durante o Verão pode induzir atrasos na maturação decorrentes da supressão exagerada de folhas fotossinteticamente activas (Malheiro *et al.*, 1997) e, se efectuada em dias muito quentes, muitas folhas desenvolvidas em condições de baixa luminosidade, ao ficarem bruscamente expostas ao Sol, podem sofrer maiores danos por fotoinibição (Ögren, 1988; Iacono e Sommer, 1996; Düring, 1998) porque o aparelho fotossintético dessas folhas tem maiores quantidades do complexo captador de luz clorofila a/b-proteína (LHCP) para o PSII, menores taxas de transporte de electrões, menor eficácia na dissipação térmica de energia e taxas mais reduzidas de saturação luminosa para a fotossíntese (Torres-Pereira, 1988; Öquist *et al.*, 1992a; Chaumont *et al.*, 1997). Por outro lado, também a menor condutividade hidráulica dos sarmentos onde estas folhas estão inseridas pode não dar resposta à maior demanda hídrica que então será gerada, surgindo a cavitação dos vasos xilémicos e a descida do potencial hídrico foliar a valores que são críticos para a produtividade fotossintética das folhas (Schultz e Matthews, 1989; 1993b).

2.3.5. Protecção fitossanitária

Em regiões muito quentes e secas, dado o fraco vigor que as videiras normalmente apresentam, a manutenção da superfície foliar em bom estado sanitário, para além da maior produtividade fotossintética que possibilita, pode-se traduzir numa vantagem acrescida pelo facto de conferir maior protecção dos cachos aos escaldantes raios solares do período estival (Delas, 1997). Por outro lado, as folhas sãs tendem a perder menos água por transpiração do que as folhas infectadas por fungos. Em grande parte, este acréscimo é atribuído à rotura da epiderme provocada pelo desenvolvimento de estruturas de frutificação ou ao aumento da superfície de evaporação devido ao desenvolvimento do micélio aéreo, como geralmente acontece com os mildios pulverulentos (Kramer e Kozlowski, 1972).

Os próprios produtos fitossanitários poderão, imediatamente ou posteriormente através dos seus resíduos secos, influenciar o microclima das folhas, ou interferir nos mecanismos estomáticos e cuticulares responsáveis pela regulação das trocas gasosas entre as folhas e o ar, alterando, desta forma, a capacidade fotossintética ou a economia hídrica das folhas (Kramer e Kozlowski, 1972). Pretende-se, sobre este assunto, fazer uma revisão sucinta sobre o efeito da calda bordalesa, preparada com uma solução de sulfato de cobre e leite de cal.

Apesar da calda bordalesa, enquanto fungicida, já ter sido descoberta há mais de 100 anos por Millardet (1885), actualmente ainda lhe são reconhecidas qualidades na elevada eficácia sobre o mildio e sobre outras doenças igualmente graves da videira e outras culturas, em tratamentos pós-vingamento (Viennot-Bourgin, 1985; Coelho, 1987; Anónimo, 1993; Meroni *et al.*, 1996; Bugaret *et al.*, 1997). Adicionalmente, o resíduo de cor clara que fica depositado sobre as folhas, e em maior intensidade do que com qualquer outro produto fitofarmacêutico, parece afectar alguns parâmetros fisiológicos das folhas.

Algumas experiências relativas ao efeito das pulverizações com calda bordalesa apresentaram conclusões diversificadas, provavelmente devido à diferente sensibilidade das culturas, às condições experimentais ou tipo de metodologia usada para quantificar os diferentes parâmetros. Tilford e May (1929) registaram durante o Verão uma redução de 1,5°C na temperatura das folhas de batateira pulverizadas com calda bordalesa. Em videira, Amos (1907) observou um decréscimo temporário da fotossíntese em folhas pulverizadas com calda bordalesa, atribuindo essa descida ao bloqueamento dos estomas pelas partículas do fungicida. Por seu lado, Southwick e Childers (1941), num estudo bastante exaustivo sobre a influência da calda bordalesa no metabolismo de folhas de macieira, constataram que em tempo seco e quente não ocorriam danos nas folhas com calda bordalesa, embora a fotossíntese e, sobretudo, a transpiração fosse mais reduzida nessas folhas do que em folhas testemunha, provavelmente devido à influência sombreadora dos resíduos depositados sobre as folhas ou à obstrução parcial dos ostíolos. Por outro lado, Horsfall e Harrison (1939), desenvolvendo os seus estudos em tomateiro sob estufa, cujas folhas têm uma cutícula muito débil em relação às folhas de macieira, registaram menor transpiração estomática mas, em contrapartida, tiveram aumentos da taxa de transpiração cuticular devido provavelmente à saponificação da cutícula provocada pela alcalinidade da calda bordalesa. Conclusões parecidas a estas tinham já sido obtidas por Krausche e Gilbert (1937), quando aplicaram calda bordalesa só na face adaxial, só na face abaxial ou em ambas as faces de folhas de tomateiro e verificaram que, durante o dia, a transpiração decrescia mais nas modalidades que apanhavam calda na face abaxial, onde predominavam mais estomas por área foliar, enquanto, durante a noite, quando os estomas estão fechados, a transpiração aumentava mais nas modalidades que tinham calda na página adaxial. Por fim, Willaume (1949), fazendo uma síntese de trabalhos sobre acção das caldas cúpricas em diferentes culturas, relativamente à vinha referiu que as cepas tratadas com calda bordalesa conservavam durante mais tempo as suas folhas no Outono, e estas eram mais rígidas e mais espessas, enquanto a maturação se completava mais cedo e as uvas eram mais doces.

As referências a trabalhos recentes do efeito da calda bordalesa sobre o comportamento fisiológico das plantas são escassas, provavelmente devido ao abandono a que este fungicida foi submetido nas últimas décadas por substituição de numerosas substâncias activas dotadas de maior eficácia sobre o míldio e reduzida fitotoxicidade, particularmente em períodos mais sensíveis das culturas, como acontece por exemplo na vinha em estados fenológicos que antecedem o vingamento (Branas, 1974; Bolay e Caccia, 1979). No entanto, visto que o espectro de acção destes novos fungicidas é geralmente demasiado específico para o míldio, há quem atribua a este facto o incremento recente de certas doenças, como é o caso das doenças degenerativas do lenho (escoriose, esca, eutipiose), do oídio, da podridão cinzenta, da podridão ácida (ou acética) e do Brenner, e bacterioses do género *Xylophilus* e *Agrobacterium* (Coelho, 1987; Boubals, 1996; Novoa e Meroni, 1997). Por isso, de acordo com Gullino e Morando (1984), Boubals (1984 e 1996) e Viret (1996), é aconselhável não suprimir totalmente dos programas de tratamento anti-

míldio o uso de produtos cúpricos, mesmo em solos ácidos onde o cobre se torna mais solúvel¹, porque este elemento tem um amplo espectro fungicida, é bastante persistente no final do ciclo vegetativo e tem poder bacteriostático elevado. Pode-se, porém, restringir o seu emprego a 2 ou 3 aplicações anuais, ou seja, com caldas micronisadas com um fornecimento total não superior a 10 kg de cobre/hectare/ano (Champagnol, 1984). Conforme foi estudado por Hatzidimitriou *et al.* (1996), quando o número de tratamentos cúpricos sobre a casta Sauvignon é excessivo (3 ou mais), para além do atraso que se pode verificar na acumulação de açúcares nos bagos, também a expressão aromática dos vinhos pode ser alterada, principalmente em climas mais moderados.

Relativamente aos efeitos fisiológicos da calda bordalesa, há a destacar o trabalho de Sawada e Hayakawa (1984) em macieiras. Eles puderam constatar um decréscimo de 70% na actividade fotossintética, relativamente a folhas controlo, estando essa redução relacionada não só com um aumento da resistência estomática e intracelular à difusão de CO₂, como também com limitações ao nível das reacções fotoquímicas e bioquímicas da fotossíntese. Na vinha, Bernard e Dallas (1979) analisaram a acção da calda bordalesa nos cachos da casta “Grenache” e notaram, por observação microscópica, uma melhoria na conservação da cutícula dos bagos, isto é, uma cutícula regularmente espessada e menos alterada, protegendo, desta forma, melhor as assentadas de células subjacentes. Mais tarde, Fregoni e Bavaresco (1984) confirmaram esta constatação e associaram-na ao efeito do cobre, veiculado pela aplicação foliar de calda bordalesa. Para além disso, salientaram outros aspectos positivos do cobre no metabolismo da videira, nomeadamente na síntese de lenhina (importante para o enrijecimento do ráquis dos cachos e para o atempamento dos sarmentos), no processo reprodutivo (a carência de cobre provoca esterilidade do polén) e na regulação do estado hídrico da planta. Por sua vez, Branas (1974) referiu que a calda bordalesa atrasa o amarelecimento outonal e a senescência foliar, atribuindo esse efeito à influência das partículas claras sobre a redução da temperatura das folhas (-1,5°C, relativamente a folhas testemunha). De acordo com este autor, a calda bordalesa provoca ainda um abrandamento do crescimento, se for aplicada em períodos de grande desenvolvimento vegetativo, e tem uma acção polinizada, devido ao cobre, se for aplicada em plena floração e com tempo chuvoso.

Empiricamente, é do conhecimento dos viticultores durienses que a calda bordalesa, aplicada uma ou duas vezes depois do vingamento, para além de prevenir os ataques tardios do míldio, pode evitar uma queda prematura das folhas, melhorar o “atempamento” dos sarmentos e dar maior “frescura” à videira, ajudando-a a suportar melhor a adversidade do Verão e beneficiando o armazenamento de reservas no final do ciclo vegetativo (Queiroz, 1996; Magalhães, 1998b).

¹ O cobre em solução é pouco móvel no solo e, por isso, os maiores problemas de toxicidade poderão surgir em vinhas novas com sistema radicular ainda pouco desenvolvido; contudo, com a habitual correcção da acidez e aplicação de correctivos orgânicos às novas plantações, este problema tende a desaparecer (Renan, 1994; Santos, 1996).

3

MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Materiais

3.1.1. Campo experimental

Os ensaios de campo foram realizados na Quinta do Seixo (latitude 41°10'N, longitude 7°33'W, altitude 100m), situada no concelho de Tabuaço, na sub-região Cima-Corgo da Região Demarcada do Douro, nos anos de 1995, 1996 e 1997.

A parcela de vinha onde foram efectuados os ensaios está localizada numa encosta com declive de 16° (30%) estando os bardos conduzidos segundo as linhas de maior declive, com orientação NW-SE, compasso de 2,0 m de distância na entre-linha e 1,20 m de planta a planta (4167 cepas/ha). Os esteios são de xisto ardósífero, como é usual na Região, com uma altura média acima do nível do solo de 1,60 m. Quer o extremo superior da parcela de vinha ao alto quer o extremo inferior, são servidos por estradas transversais que permitem o trânsito dos equipamentos motorizados.

• Solo

O solo da parcela é de natureza xistosa e tipicamente antropomórfico (Martins, 1985), pois o terreno foi surribado para criar espaço para o sistema radicular. Da análise físico-química do solo (quadro AI.1, em anexo), conclui-se que a parcela é constituída por duas zonas bem distintas quanto às características do solo. Na metade superior, o solo é mais pedregoso e cascalhento, tem maiores percentagens em areia grossa e areia fina e, em contrapartida, tem menores percentagens em limo e argila do que na metade inferior da parcela. O teor em matéria orgânica na posição superior do terreno é também bastante baixo e, do ponto de vista químico, é muito mais pobre em fósforo e potássio assimilável, mas menos ácido. Os valores de pF permitem também concluir que os limites superior (pF2,0) e inferior (pF4,2) de água utilizável, equivalente à água retida à capacidade de campo ou no ponto de emurchecimento, respectivamente, eram bastante mais baixos no solo da cota superior do terreno, embora, em termos de quantidade de água utilizável pelas videiras, isso não se traduzisse numa desvantagem significativa.

Em parte, aquando do delineamento experimental deste trabalho, foram parte destas características, ainda que supostamente conhecidas de modo empírico, que estiveram na

base da comparação do comportamento das videiras entre essas zonas, denominando-se “cota superior” ao conjunto de plantas localizado no extremo superior da parcela de vinha “ao alto” e “cota inferior” ao conjunto situado no extremo inferior da mesma.

• Clima

Além da classificação geral do clima da sub-região onde está localizada a parcela do ensaio (quadro 2.1), fez-se o acompanhamento dos principais parâmetros mesoclimáticos na própria parcela, usando uma estação automática *Delta-T Devices LTD.* munida de sensores de temperatura e humidade relativa do ar, medidor quântico da radiação fotossinteticamente activa e udómetro. Dos registos obtidos desde 1995 a 1999, publicados em Pereira & Torres-Pereira (2000), extraíram-se os dados dos quadros AII.2 a AII.4, em anexo, e das figuras 3.1 e 3.2, relativos ao período dos três anos de ensaio do presente trabalho.

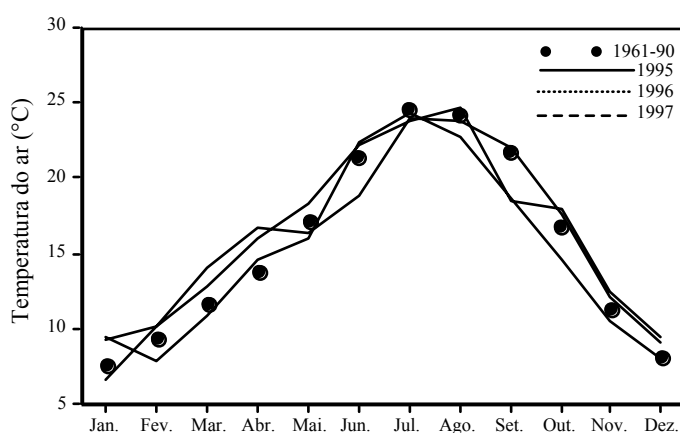


Figura 3.1 - Ilustração comparativa da temperatura média mensal nos anos de 1995, 1996 e 1997, relativamente ao ano médio (1961 a 1990, de acordo com dados fornecidos pelo *Instituto de Meteorologia*).

Da análise aos quadros AII.2 a AII.4, em anexo, e da figura 3.1 constata-se que o ano de 1995 foi, globalmente, mais quente do que os anos de 1996, 1997 e ano médio (1961-90). Nos anos de 1995 e 1997 merecem particular realce as temperaturas primaveris substancialmente mais elevadas (cerca de mais 1,5°C) do que no mesmo período no ano médio (1961-90). Relativamente ao período estival, no ano de 1996 registaram-se temperaturas máximas absolutas mais baixas do que nos outros anos de ensaio.

Quanto à precipitação (figura 3.2), enquanto no mês de Março dos três anos de ensaio se registaram valores de precipitação extremamente baixos em relação ao ano médio, no mês de Maio choveu muito acima do normal (mais 50%, 110% e 99% em 1995, 1996 e 1997, respectivamente), o que poderá ter influenciado positivamente o vigor das videiras e criado condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças criptogâmicas. Há ainda a salientar que o Verão de 1997 foi muito chuvoso, especialmente em Agosto, enquanto o de 1996 foi o mais seco dos três anos de ensaio. Em termos globais, o ano agrícola de 1994/95

foi muito deficitário em chuva (menos 29%, em relação à média de 1961-90), embora durante o Verão a precipitação ocorrida tenha sido normal, em relação aos valores médios da época. Nos outros dois anos de ensaio a quantidade de precipitação ultrapassou em 28% (1995/96) e 10% (1996/97) a precipitação registada, na mesma estação, nos anos de referência.

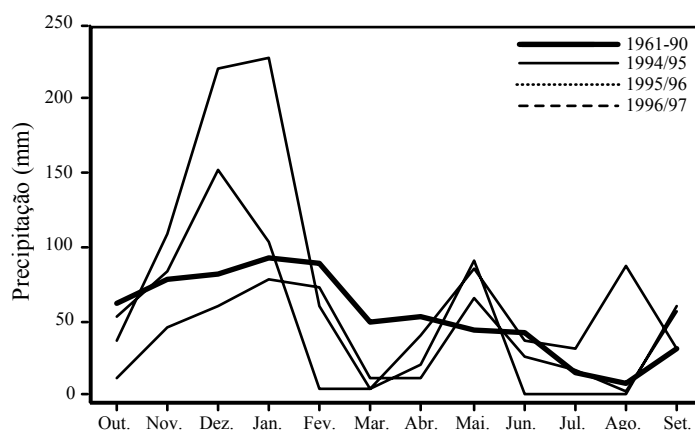


Figura 3.2 - Ilustração comparativa da precipitação mensal em cada ano agrícola do ensaio (1994/95, 1995/96 e 1996/97), relativamente ao ano médio em igual período do ano (1961 a 1990, de acordo com dados fornecidos pelo Instituto de Meteorologia).

• Material vegetal

Utilizou-se neste trabalho a casta tinta Touriga Nacional (clone 4106) enxertada, na Primavera de 1986, em 1103P. Foi escolhida esta casta por possuir elevado potencial qualitativo na produção de vinho do Porto e de Mesa, o qual se manifesta, no entanto, de forma distinta em função das condições climáticas ocorridas no período da floração e da maturação das uvas. Trata-se de uma casta que era largamente representativa nos encepamentos tradicionais do Douro e Dão até finais do século passado e teve, a partir de meados deste século, uma regressão progressiva em novas plantações, só vindo a modificar-se tal tendência muito recentemente, fruto de incentivos por parte das instituições com responsabilidades no sector vitivinícola (Magalhães, 1989; Queiroz *et al.*, 1998). Outros aspectos descritivos desta casta, bem como as características e aptidões culturais do porta-enxerto 1103P, estão apresentados em anexo III.

A vinha está conduzida em cordão bilateral, tipo Royat, isto é, exclusivamente com poda a talões, na metade inferior da parcela, com uma carga média de 12 olhos/cepa e em cordão unilateral, também tipo Royat, na metade superior da parcela, com uma carga média de 8 olhos/cepa. O tronco de cada videira tem uma altura média de 60 cm.

Durante os três anos de ensaio foram registados os principais estados fenológicos (quadro 3.1).

Quadro 3.1. Registo dos principais estados fenológicos das videiras do ensaio.

Ano	Abrolhamento	Floração	Pintor	Maturação
1995	16 Março	31 Maio	7 Julho	5 Setembro
1996	7 Março	20 Maio	23 Julho	4 Outubro
1997	15 Março	2 Maio	15 Julho	17 Setembro

• Delineamento experimental

O delineamento experimental, esquematicamente representado na figura 3.3, consistiu num ensaio factorial com três factores de efeitos fixos: (1) duas cotas na parcela de vinha “ao alto”, que diferem notoriamente uma da outra pelas características do solo e pelo sistema de poda, já referidas em parágrafos anteriores, (2) duas alturas da parede de vegetação, que designámos por forma baixa (± 60 cm em 1995 e ± 80 cm em 1996 e 1997) e forma alta (± 120 cm) e (3) aplicação ou não de calda bordalesa em meados de Julho quando o pintor já estava bastante adiantado.

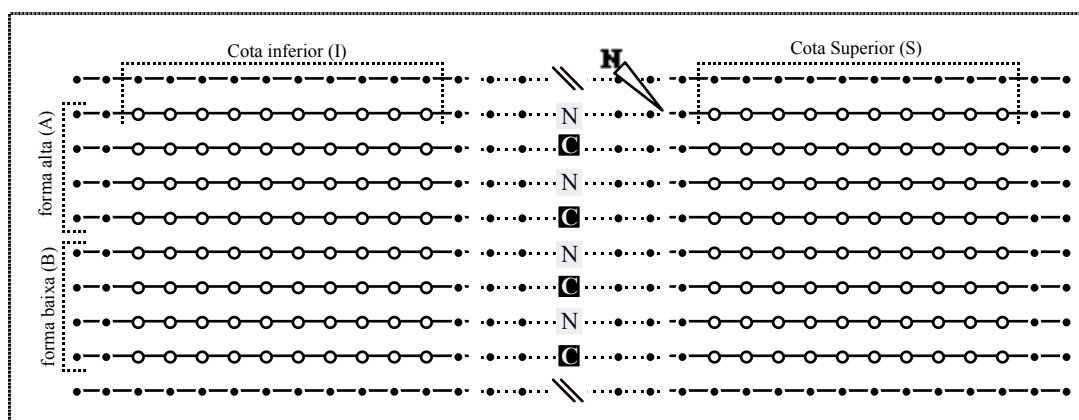
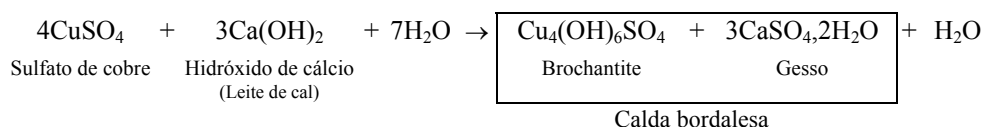


Figura 3.3 - Representação esquemática do delineamento do campo de ensaio (•= videiras de bordadura; o= videiras úteis; C= linha de videiras pulverizadas com calda bordalesa; N= linha de videiras sem aplicação de calda bordalesa).

A forma baixa pretende representar a “forma tradicional” de condução dos povoamentos mais antigos da região, caracterizados pela armação da vinha em bardos de alturas reduzidas e pela operação da “enrola” da vegetação no arame superior no período vegetativo pós-floração, enquanto a forma alta procura representar a forma de condução escolhida nos povoamentos mais recentes e adaptados à mecanização. Contudo, nesta segunda forma também se optou pela “enrola” da extremidade dos pâmpanos que ultrapassavam o último arame, em vez da despona, para que a única diferença entre estas duas formas fosse apenas o tamanho da superfície foliar exposta.

A aplicação de calda bordalesa, usada tradicionalmente como fungicida de contacto na vinha em tratamentos pós-vingamento, procura influenciar as características reflectoras da página adaxial das folhas mais expostas duma videira, determinando alterações no seu comportamento fisiológico. Este factor só foi introduzido a partir do segundo ano deste trabalho, tendo-se, por isso, duplicado o número de bardos da área experimental, relativamente ao primeiro ano de experiências.

A calda bordalesa foi preparada de acordo com o seguinte procedimento: no dia anterior à aplicação pesaram-se 2Kg de sulfato de cobre (CuSO_4) e fez-se a diluição em 50 litros de água; num outro recipiente preparou-se o leite de cal (cal apagada, Ca(OH)_2), pesando 2Kg de cal viva (CaO) para reagir com 50 litros de água. Imediatamente antes da aplicação procedeu-se à mistura das duas soluções, juntando a cal apagada à solução aquosa de sulfato de cobre até ao ponto em que a calda formada fosse ligeiramente alcalina para evitar problemas de fitotoxicidade provocadas pelo cobre. Este modo de preparação da calda bordalesa é normalmente designado por processo americano (Lafon *et al.*, 1966). Quimicamente, pode-se escrever o processo de formação da calda bordalesa do seguinte modo (Ramel, 1996):



A aplicação da calda bordalesa às videiras fez-se quando o pintor já se tinha iniciado, o que coincidiu mais ou menos com o início do período estival (em 1996 e 1997 a aplicação fez-se a 19 e 17 de Julho, respectivamente, ou seja, cerca de 2 meses antes da vindima). É importante sublinhar que esta aplicação é feita já numa fase do ciclo vegetativo em que a probabilidade dos riscos de míldio sobre as folhas é muito reduzida.

Cada combinação factorial (1995: IA, IB, SA, SB; 1996 e 1997: IAC, IAN, IBC, IBN, SAC, SAN, SBC, SBN), resultante da combinação de letras representadas na figura 3.3, compreendia 20 videiras (10 em cada bardo) de vigor médio e completamente formadas, tendo sido sobre elas que se efectuaram as medições dos diversos parâmetros fisiológicos e vitícolas. Em cada cota do terreno, optou-se por manter as videiras submetidas a tratamento em bardos contíguos porque durante o dia não havia sombreamento entre bardos contíguos, conforme está esquematizado na figura 3.4. Com esta disposição minimizou-se a heterogeneidade de condições edáficas e microclimáticas e da gestão das técnicas culturais para todas as videiras da área experimental, exceptuando-se apenas os aspectos que faziam parte dos objectivos experimentais.

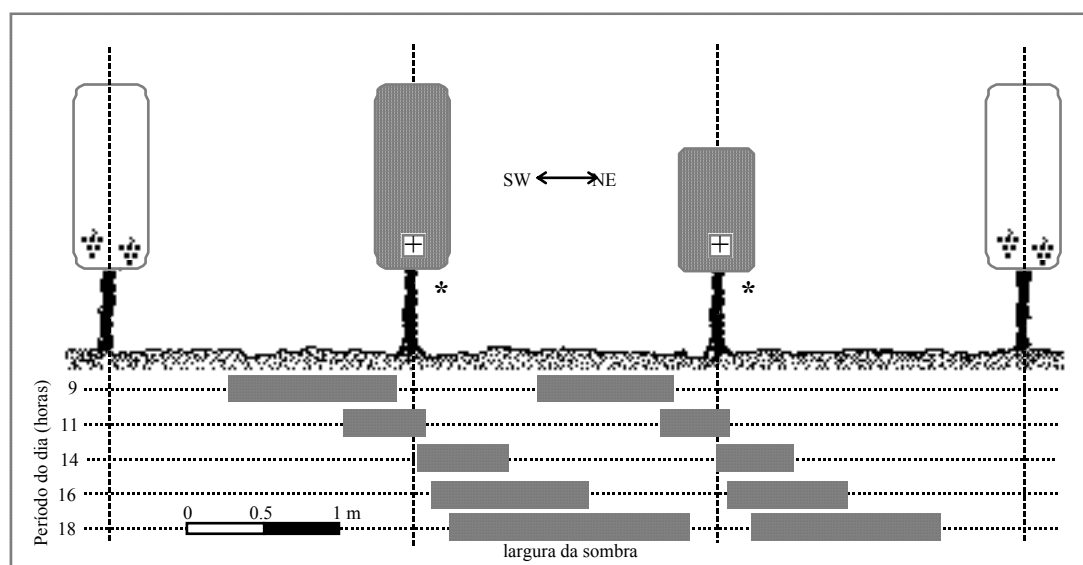


Figura 3.4 - Representação esquemática do perfil transversal dos bardos e largura da sombra projectada no solo, em diferentes períodos do dia (Agosto/1996). O símbolo “*” indica a zona onde foram efectuadas as determinações da PPFD, descritas no ponto 3.2.1 (5º parágrafo), para a estimativa da superfície foliar total; o símbolo “+” indica a zona interior do copado onde se fizeram as determinações do microclima luminoso, descritas no ponto 3.2.2.

3.2. Métodos

3.2.1. Caracterização da arquitectura do coberto vegetal

• Geometria do coberto vegetal

As dimensões do coberto vegetal foram calculadas através da medição com fita métrica da altura e espessura da parede de vegetação, em 20 posições diferentes por tratamento e quando as cepas alcançaram o seu pleno desenvolvimento vegetativo, o que veio normalmente a acontecer durante o período do pintor. Considerando a forma do copado semelhante a um paralelepípedo, calculou-se a superfície foliar externa (SFE, expressa como m^2 de superfície foliar externa/m de bardo) a partir das dimensões médias das paredes laterais e superior do copado. No final do período de maturação registou-se ainda a altura do coberto em que as folhas já estavam senescentes ou já tinham caído, de forma a poder-se calcular a percentagem de área desfolhada.

• Estimativa do número de camadas de folhas

Para a estimativa do número de camadas de folhas, no mesmo período referido no ponto anterior e no final do período de maturação, seguiu-se a técnica do “Point Quadrat” (Smart e Robinson, 1991). Este método consiste em inserir transversalmente uma vara fina no copado, registando-se o número de contactos com folhas nesse trajecto. Esta inserção foi realizada numa zona ligeiramente acima dos cachos, tendo-se feito 50 medições por

modalidade, sensivelmente em intervalos de 50 cm ao longo do bardo. Com os dados obtidos foram calculados para cada um dos tratamentos o número médio de camadas de folhas (LLN= número total de folhas/número de inserções), a percentagem de folhas interiores (%IL= número de folhas interiores x 100/número total de folhas) e a percentagem de porosidade (G= número de buracos x 100/número total de folhas).

• Estimativa da superfície foliar total

Em ecofisiologia, o estudo da influência dos factores abióticos sobre o comportamento da planta requer muitas vezes a determinação da sua superfície foliar. Com efeito, sendo as folhas responsáveis pelas trocas gasosas entre a planta e o meio aéreo, a intensidade e a qualidade destas trocas dependem da superfície e da distribuição espacial das folhas. Na vinha, a caracterização deste parâmetro é dificultada pela natureza descontínua e espacialmente heterogénea dos seus copados. Os índices normalmente usados para culturas que formam cobertos contínuos, como é o caso do índice de área foliar, não são facilmente aplicados à vinha, pelo que outros índices mais adequados à especificidade desta cultura têm sido pertinentemente desenvolvidos (Mabrouk e Carbonneau, 1996; Mabrouk *et al.*, 1997a).

Neste trabalho, a área foliar por metro de embardamento foi estimada de forma indirecta e não destrutiva através de dois métodos diferentes: em 1995 e 1997 utilizou-se o modelo matemático proposto por Carbonneau (1976b) que permite estimar a área foliar a partir do comprimento das nervuras laterais; em 1996 e 1997, procurou-se aplicar o modelo semi-empírico da intercepção da radiação pela vegetação, adaptado por Oliveira e Santos (1995) para os sistemas de condução tradicionais do Douro e baseado fundamentalmente na aplicação da lei de Beer [$Sh(L) = Sh(0)\exp(-KL)$] e no trabalho de Campbell (1986).

Para a estimativa da área foliar (L) através deste segundo método, utilizou-se um ceptómetro (Decagon Sunfleck Ceptometer, Delta-T Devices LTD), constituído por uma haste com 80 sensores distribuídos linearmente ao longo da haste, para registar 15 valores de PPFD transmitida pela vegetação ao meio-dia solar e por tratamento, $S_h(L)$ (a figura 3.4 indica a disposição do ceptómetro para esta determinação). Media-se também, no mesmo momento, a radiação incidente no local, $S_h(0)$. O coeficiente de extinção (K) obteve-se dividindo o dobro da área média de sombra do copado, ao meio-dia solar, pela área exposta de todo o copado.

Relativamente ao método de Carbonneau (1976b), para a construção do modelo, foram colhidas nas videiras de bordadura do ensaio 300 folhas de diferentes tamanhos para se medir o comprimento das nervuras laterais de cada folha (cm) e a respectiva área foliar (cm²), a partir dos quais se procedeu depois ao cálculo de várias regressões lineares entre a área foliar (variável dependente) e o somatório do comprimento das nervuras laterais

(variável independente), estando estas variáveis na sua forma natural ou logaritmizada. Entre os vários modelos obtidos, escolheu-se o que teve como variável independente o logaritmo neperiano do somatório das nervuras laterais [$\ln(L2)$] e como variável dependente o logaritmo neperiano da área foliar de cada folha, cuja equação linear é representada pela seguinte expressão

$$\ln(\text{área foliar}) = -1,108 + 2,07 \times \ln(L2),$$

porque foi o que apresentou maior coeficiente de determinação ($r^2=0,982$) e menor erro padrão da avaliação ($s_{yx}=\pm 11,13\text{cm}^2$). No protocolo propriamente dito de estimativa da área foliar por videira, executado quando o desenvolvimento vegetativo já tinha abrandado, procedeu-se à medição do comprimento das nervuras laterais das folhas de 1 lançamento intermédio por videira e, por aplicação daquela expressão, obteve-se a área foliar por lançamento. Por multiplicação deste valor com o número médio de lançamentos por videira obteve-se a área foliar de cada videira.

• Registos à poda

No Inverno, após a queda das folhas registou-se a carga à poda do ano anterior, os olhos que ficaram dormentes, os sarmentos principais e secundários e os ladrões. Após a poda, procedeu-se à pesagem do varedo de poda de cada videira e calculou-se o peso médio por lançamento. Estes dois parâmetros foram usados como indicadores da expressão vegetativa e do vigor, respectivamente (Champagnol, 1978).

3.2.2. Determinação do microclima luminoso e térmico do coberto

O microclima do copado, basicamente, depende da quantidade e distribuição da área foliar num determinado espaço, da idade e estado sanitário das folhas, bem como da interação do copado com o clima envolvente da cultura, vulgarmente designado por mesoclima (Smart, 1985; Schultz, 1996a). Para certos parâmetros climáticos, é possível constatar grandes diferenças microclimáticas no seio de um copado. Por exemplo, a luminosidade pode variar desde 100% na parte mais exposta do copado até menos de 1% no seu interior, tudo dependendo da densidade de folhas num determinado volume de copado. A

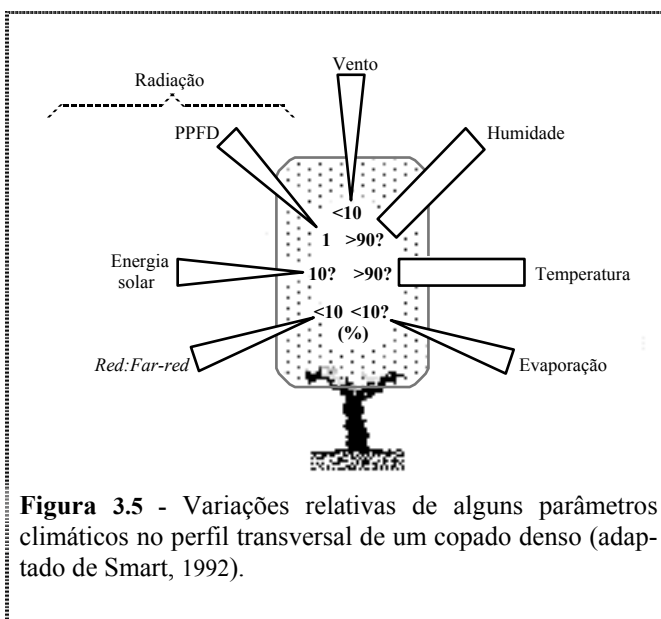


Figura 3.5 - Variações relativas de alguns parâmetros climáticos no perfil transversal de um copado denso (adaptado de Smart, 1992).

figura 3.5 permite sintetizar algumas das variações climáticas que podem ocorrer desde o exterior até ao interior de um copado. De acordo com Smart (1988), todo o comportamento fisiológico das videiras, nomeadamente a actividade fotossintética, as relações hídricas e térmicas bem como as reacções fitocromo, é determinado por essas variações e é desse comportamento que depende o seu crescimento vegetativo e reprodutivo.

No presente trabalho, entre os parâmetros microclimáticos referidos na figura 3.5, apenas foram efectuadas medições da PAR, razão *red/far-red* e temperatura das folhas.

• Microclima luminoso no interior do copado ao nível dos cachos

As medições dos níveis de PPFD no interior do copado foram efectuadas com um ceptómetro (Decagon Sunfleck Ceptometer, Delta-T Devices LTD) constituído por uma haste com 80 sensores distribuídos linearmente ao longo da haste. No modo de leitura, os sensores são todos activados pelo microprocessador do ceptómetro e é mostrado num visor o valor médio de radiação medido por todos os sensores, podendo este valor ser armazenado directamente na memória do microprocessador ou ser temporariamente retido para, juntamente com outras médias, formar uma média de médias antes do seu registo em memória. A configuração do ceptómetro permite que os valores em memória possam ser facilmente transferidos para um computador para posterior tratamento estatístico.

Para este tipo de medições seleccionaram-se 2 níveis no perfil do bardo, onde era colocado o ceptómetro em posição horizontal e paralelamente à orientação dos arames do bardo, e que designamos por: topo (radiação incidente no topo do bardo e tida como radiação de referência) e cachos (radiação incidente no interior do bardo, zona dos cachos, a cerca de 20 cm da base da parede de vegetação, conforme indicado na figura 3.4). Neste nível, em cada tratamento registaram-se 4 valores médios de PPFD, cada um agrupando valores médios de 15 leituras efectuadas aleatoriamente ao longo do bardo. As leituras foram feitas em dias de muito Sol e no período do meio-dia solar.

Relativamente à razão *red/far-red* (660nm/730nm), devido às folhas absorverem aproximadamente 90% da radiação incidente na banda 655-665 nm (vermelho) e apenas cerca de 21% na banda dos 725-735 nm (vermelho-longínquo) (Smart, 1987), verifica-se uma redução mais ou menos acentuada à medida que se penetra no interior da parede de vegetação, tudo dependendo da maior ou menor densidade de folhas, respectivamente. Estas variações têm efeito sobre as reacções do fitocromo, o qual regula muitos aspectos da fisiologia das videiras, como por exemplo a síntese de antocianas ou de compostos fenólicos (Lopes, 1994). No presente trabalho, as medições da razão *red/far-red* foram feitas no interior do copado, junto aos cachos, num total de 30 determinações por tratamento, em dias de céu completamente limpo e em período próximo do meio-dia solar. Para isso, utilizaram-se 2 radiómetros em simultâneo (Radiometer/Photometer, modelo IL1400A, international

light INC, USA), estando um ligado a um sensor *red* (660nm) e o outro a um sensor *far-red* (730nm). Estes dois sensores foram colocados lado a lado para que as leituras de cada um dos parâmetros fossem representativas do mesmo espaço. Em computador procedeu-se ao cálculo da razão *red/far-red*. Juntamente a estes dois sensores existia um outro sensor quântico (ligado a um Quantum Q102, Macan, Scotland) que permitia medir no mesmo espaço e tempo a PPFD. Esta medição é complementar da efectuada com o ceptómetro. Enquanto este varre todo o espaço ao longo do bardo, interceptando por vezes uma grande percentagem de radiação directa, o sensor quântico apenas quantifica a radiação que atinge os cachos.

• Microclima térmico das folhas

As folhas acumulam calor, proveniente essencialmente da radiação solar, e perdem-no por convecção e condução (troca de calor sensível) e por evaporação (troca de calor latente). O resultado líquido deste balanço tanto pode ser positivo como negativo resultando numa temperatura mais elevada do que a temperatura ambiente ou vice-versa, respectivamente. Num copado pode-se facilmente encontrar folhas nestas duas situações mas, no período estival, são os balanços exageradamente positivos que mais preocupam devido aos danos causados às estruturas celulares, alguns deles irreversíveis.

Neste trabalho as intervenções sobre as videiras podem ter influenciado o balanço térmico das folhas e, por esse motivo, foi importante proceder à estimativa da temperatura das folhas, sobretudo naquelas que estiveram expostas ao Sol no período mais quente do dia. Para o efeito, usou-se um termómetro de infravermelhos (Infratrace KM800S, Comark Ltd, England), cujo fundamento teórico do seu funcionamento se baseia no pressuposto de que qualquer corpo com temperatura acima do zero absoluto emite energia radiante (Q , em Joules ou calorias) que é função da quarta potência da sua temperatura absoluta (T^4 , em graus Kelvin, $^{\circ}\text{C}+273$), de acordo com a lei de *Stefan-Boltzmann* (Jones, 1992):

$$Q = e\delta T^4$$

em que e corresponde ao coeficiente de emissividade (0,97 no caso de folhas sãs, segundo Heilman *et al.*, 1994) e δ é a constante de *Stefan-Boltzmann* ($5,670 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$ ou $8,132 \times 10^{-11} \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}.\text{K}^{-4}$).

Para as medições da temperatura das folhas formaram-se 3 grupos de folhas de acordo com a sua exposição (folhas a NE, folhas SW e folhas no interior da parede de vegetação) e, em cada grupo, seleccionaram-se 15 folhas ao longo do bardo. No momento de leitura, o operador apontava o termómetro para uma das folhas seleccionadas, em posição ligeiramente oblíqua ao plano lateral do bardo e a uma distância de mais ou menos 1 metro, de forma a que o alvo observado através da mira do aparelho não tivesse mais do que 20 mm de diâmetro. As medições foram feitas em dias de céu limpo e em período próximo do

meio-dia solar. Em cada folha eram feitas 3 medições considerando-se, para efeitos do tratamento estatístico, o valor médio.

3.2.3. Determinação da radiação transmitida e reflectida pelas folhas

De acordo com Smart (1985), dos 100% da radiação incidente fotossinteticamente activa, aproximadamente 85% é absorvida pela folha, 6% é reflectida e 9% é transmitida. Segundo Schultz (1996a), estas proporções podem ser alteradas pelas características dos tecidos protectores e pelo teor em clorofilas, as quais, por sua vez, dependem bastante das condições ambientais em que as folhas se desenvolveram. No presente trabalho procurou-se quantificar as referidas percentagens, especialmente em folhas que tinham calda bordalesa *versus* folhas testemunha. Para o efeito, seleccionaram-se 30 folhas por tratamento e, usando um sensor quântico (ligado a um Quantum Q102, Macan, Scotland), procedeu-se de acordo com o esquema apresentado na figura 3.6. Em cada folha procurou-se fazer todas as leituras sem alterar a orientação da folha em relação aos raios solares.

Para além destas determinações, mediu-se também a razão *red* ($\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$) e *far-red* ($\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$) e a razão *red/far-red* transmitida pelas mesmas folhas, usando o mesmo equipamento referido na determinação do microclima luminoso no interior do copado.

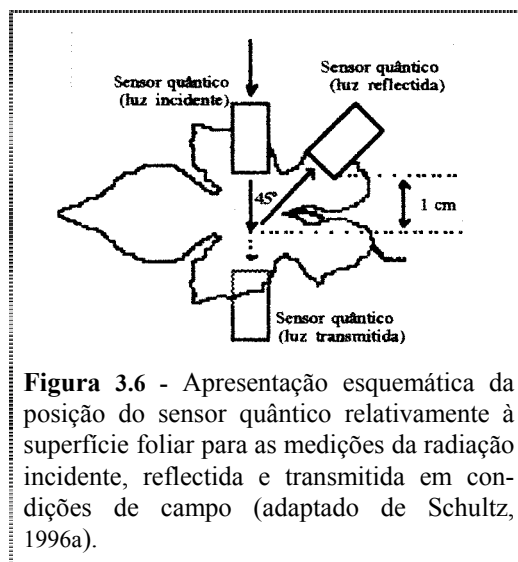


Figura 3.6 - Apresentação esquemática da posição do sensor quântico relativamente à superfície foliar para as medições da radiação incidente, reflectida e transmitida em condições de campo (adaptado de Schultz, 1996a).

3.2.4. Medição das trocas gasosas das folhas por radiação infravermelha

As medições das trocas gasosas para o CO_2 e vapor de água foram efectuadas com um analisador de gás por radiação infravermelha, funcionando em modo diferencial e em circuito aberto (modelo LCA-3, da Analytical Development Co.Ltd.), acoplado a uma câmara foliar (PLC-3.B, ADC). Foi utilizado este tipo de equipamento por permitir medições rápidas das trocas gasosas das folhas nas suas condições naturais e por medir em simultâneo outros parâmetros importantes para as trocas gasosas.

O princípio de medição do CO_2 neste tipo de analisadores baseia-se na capacidade que certas moléculas de gases heteroatómicas, como CO_2 , H_2O , NH_3 , CO , N_2O e NO , têm na absorção de radiação infravermelha. Para o caso específico do CO_2 , existe um pico máximo de absorção a $4,25\ \mu\text{m}$ e picos secundários a $2,66$, $2,77$ e $14,99\ \mu\text{m}$ e, daquelas moléculas, só o

vapor de água tem picos de absorção muito próximos ou sobrepostos destes. Assim, em medições de concentração de CO_2 o ar deve ser previamente desidratado ou, caso se conheça a sua concentração em vapor de água, então deve-se utilizar um factor de correcção por forma a descontar as radiações absorvidas pela H_2O . Além disto, alguns modelos, como é o caso do que foi usado neste trabalho, têm já na sua configuração filtros que eliminam as radiações cujos comprimentos de onda coincidam em pontos onde os dois gases absorvem (Long e Hällgren, 1985).

Relativamente às trocas de vapor de água entre a folha e a atmosfera, neste aparelho, elas são medidas através do gradiente de vapor de água do ar que entra e que sai da câmara foliar. Existem ainda acoplados à câmara foliar um sensor quântico que permite a medição da radiação fotossinteticamente activa (PPFD) que chega ao topo da câmara e um sensor de temperatura que mede a temperatura do ar no interior da câmara.

A partir das medições efectuadas pelo LCA-3, respectivamente, CO_2 do ar atmosférico, CO_2 do ar afectado pela folha, humidade relativa do ar à entrada e à saída da câmara, temperatura do ar dentro da câmara, intensidade da radiação fotossinteticamente activa (PPFD) e caudais molares, em folha de cálculo de computador, de acordo com as fórmulas de cálculo apresentadas por von Caemmerer e Farquhar (1981) e as unidades propostas por Cowan (1977), procedeu-se aos cálculos da fotossíntese aparente (A), da taxa de transpiração (E), da condutância estomática (g_s), da concentração em CO_2 nos espaços intercelulares (C_i) e da temperatura da folha (T_l). As taxas são expressas por unidade de área foliar projectada (a área de apenas uma das superfícies foliares). Procedeu-se ainda ao cálculo da razão A/C_i (g_m) e A/g_s para se obter uma estimativa da condutância do CO_2 no mesófilo clorofilino (Candolfi-Vasconcelos, 1990) e da eficiência intrínseca do uso em água (Düring, 1994; Flexas *et al.*, 1998), respectivamente. Convém aqui assinalar que o cálculo de C_i assume que o fecho dos estomas é uniforme, embora na videira, dada a natureza heterobárica das folhas (Downton *et al.*, 1988; Düring, 1992), isso parece não ocorrer, especialmente quando o *stress* hídrico é imposto muito rapidamente. Tal facto leva à sobrestimação dos valores absolutos de C_i mas, para fins comparativos, pensamos que esse inconveniente é minimizado.

As medições das trocas gasosas foram efectuadas em 3 períodos diferentes do dia, designadamente, princípio da manhã (9:00-10:30), princípio da tarde (14:00-15:30), e fim da tarde (17:00-18:30), em 8 folhas expostas do terço superior dos sarmentos de vigor médio, uma em cada videira, e em condições saturantes de luz para a fotossíntese (PPFD superior a $800 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Cada leitura era registada logo que a pressão parcial do CO_2 no interior da câmara estabilizasse, o que normalmente acontecia ao fim de 1 minuto, de forma a minimizar o chamado “efeito estufa” dentro da câmara foliar.

3.2.5. Medição da fluorescência da clorofila *a in vivo*

A fracção de energia interceptada pelos pigmentos clorofilinos, e não usada em trabalho fotoquímico, é dissipada sob a forma de calor e de fluorescência. Contrariamente à dissipação térmica, cujo processo de medição é difícil através de técnicas fotoacústicas, a emissão de fluorescência tem a vantagem de ser facilmente detectada (Dreyer, *et al.*, 1995). Este fenómeno foi inicialmente referenciado por Kautsky e Frank (1943). Actualmente é utilizado como uma técnica de diagnóstico não destrutiva e rápida dos processos biofísicos da fotossíntese, nomeadamente do estado funcional das membranas tilacoidais, constituindo um complemento importante das medições das trocas gasosas entre as folhas e o ambiente, quer em condições de laboratório quer no campo (Ögren e Öquist, 1988; Ball *et al.*, 1994; Schreiber, *et al.*, 1995).

À temperatura ambiente, praticamente toda a fluorescência é emitida pelas clorofilas do PSII (Krause e Weis, 1991; Schreiber, *et al.*, 1989). Atendendo à grande sensibilidade do metabolismo deste complexo a um vasto leque de problemas ambientais ou antropogénicos, a análise dos sinais de fluorescência é usada em numerosos trabalhos como informação extremamente útil na avaliação do efeito desses tipos de *stress* nas plantas (Lichtenthaler, 1988), designadamente nas alterações provocadas pelo calor (Osório, 1994, 1995), frio (Bolhàr-Nordenkamph e Lechner, 1988; Krause, 1994), *stress* hídrico (Downton, 1983; Ögren, 1990), excesso de luz (Correia *et al.*, 1990; Cornic, 1994), deficiência em nutrientes minerais, inundações, acção nefasta de pesticidas, poluição ambiental (SO₂, NO, NO₂, O₃, peroxiacilnitratos, NH₃, etc.) (Schreiber *et al.*, 1978; Van Kooten *et al.*, 1988), fogo (Fleck *et al.*, 1998), chuvas ácidas, acidificação dos solos e recursos aquíferos, deficiência em certos nutrientes induzida pelas chuvas ácidas (catiões básicos, Mn, Zn), excesso de azoto, presença de metais pesados (chumbo, cádmio, etc.) e incremento da radiação UV-B (Tevini *et al.*, 1988).

A análise dos sinais de fluorescência obtidos em folhas previamente adaptadas ao escuro consiste em medir diferentes níveis de fluorescência correspondentes a diferentes intensidades luminosas recebidas pelas folhas. Assim, o nível de fluorescência basal, F_0 , é medido ausentando a folha de qualquer luminosidade e corresponde à situação em que todos os centros de reacção do PSII estão oxidados. O nível de fluorescência máxima, F_m , é obtido saturando os centros de reacção do PSII com um *flash* luminoso de forte intensidade capaz de reduzir completamente o aceitador primário de electrões, Q_A . A diferença entre estes dois níveis ($F_m - F_0$), designada fluorescência variável, F_v , está estreitamente relacionada com a disponibilidade do aceitador primário de electrões, Q_A . O cálculo da razão $(F_m - F_0)/F_m$, deduzida a partir do modelo de Butler e Kitajima (1975), permite estimar a eficiência quântica para a fotossíntese. Demmig e Björkman (1987) verificaram que esta razão (F_v/F_m), medida a 77K, era muito estável ($0,832 \pm 0,004$) num grande número de espécies vegetais e

correspondia à situação em que a eficiência fotoquímica das reacções primárias do PSII é máxima. Os factores ambientais que afectam o funcionamento deste fotossistema levam à depressão daquele valor (Krause e Weis, 1988; Ball *et al.*, 1994).

Neste trabalho utilizou-se um fluorímetro portátil designado por “Plant Stress Meter” e fabricado pela BioMonitor AB S.C.L., Suécia. Neste equipamento, cujo detalhe técnico foi devidamente descrito por Öquist e Wass (1988), a luz actínica (330 a 660 nm com um pico máximo a 500 nm), formada por uma lâmpada de halógeno (Philips 1365 35 W/13V) em combinação com um filtro Schott BG39, é conduzida até à folha através de um feixe bifurcado de fibra óptica, sendo a sua densidade de fluxo fotónico (PPFD) facilmente alterada entre 4 opções possíveis: respectivamente, 50, 100, 200 ou 400 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Por outro lado, a fluorescência que é emitida pelas clorofilas é conduzida em sentido contrário no mesmo feixe de fibra óptica até ao fotodetector, um fotodíodo, ligado a um amplificador de voltagem. Um filtro vermelho (690 nm) impede que a luz actínica possa chegar ao fotodetector. O aparelho está ainda equipado com um microprocessador que permite o registo em memória das coordenadas da curva de indução de fluorescência e dos parâmetros de fluorescência, respectivamente, F_o , F_v , F_m , F_v/F_m e $t_{1/2}$ (tempo médio entre F_o e F_m).

Com este equipamento procedeu-se a medições dos parâmetros de fluorescência em folhas não destacadas e nas suas condições naturais. As folhas eram inicialmente escurecidas por um período de 30-45 minutos, usando molas especiais (BioMonitor) que permitiam a aproximação da fibra óptica até à porção de folha adaptada ao escuro sem que houvesse qualquer interrupção desse estado. Em seguida, essa porção de folha era excitada por um feixe de luz actínica ($\text{PPFD} = 400 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) durante um período de 2 segundos.

3.2.6. Avaliação das relações hídricas das folhas

• Medição do potencial hídrico

O potencial hídrico foliar, como medida do estado energético da água, constitui um parâmetro extremamente representativo do estado hídrico da planta, sendo importante em estudos de produtividade (Hsiao *et al.*, 1976; Katerji e Hallaire, 1984). Existem várias técnicas para a sua determinação mas em condições de campo apenas o método do psicrómetro de termopares ou a câmara de pressão reúnem maiores vantagens (Turner, 1981).

No presente trabalho utilizou-se a técnica da câmara de pressão, usada em primeiro lugar por Dixon (1914) e só divulgada meio século depois por Scholander *et al.* (1965). A configuração do equipamento concebido para executar esta metodologia pouco se alterou desde essa altura e, no essencial, é constituída por: (1) uma câmara cilíndrica em aço na qual é inserido o material vegetal, cujo potencial hídrico se pretende conhecer; (2) uma tampa, também em aço, que garante a estanquicidade da câmara, possuindo apenas um orifício central para permitir a passagem do pecíolo, ou eventualmente outro material vegetal, para o

exterior; (3) uma botija de gás comprimido, normalmente azoto, para ser usado na pressurização da câmara a taxas controláveis; um manómetro, que permite a leitura da pressão no interior da câmara no momento em que começa a aparecer uma bolha de seiva xilémica na extremidade seccionada do pecíolo. Embora esta técnica da câmara de pressão seja destrutiva, a sua utilização permite estimativas razoavelmente correctas e rápidas do potencial hídrico. Simultaneamente, a resistência, a facilidade de transporte manual e a simplicidade de montagem e de operacionalidade da câmara de pressão faz com que este método seja especialmente vocacionado para trabalhos de campo (Alves, 1993).

As medições do potencial hídrico foliar foram efectuadas com uma câmara de pressão (ELE International, England) do tipo descrito atrás. Para o efeito, em quatro períodos diferentes do dia, designadamente, antes de nascer o sol (potencial de base, o qual exprime com uma margem de erro de ± 1 bar o potencial hídrico do solo na vizinhança das raízes, Katerji e Hallaire, 1984), às 10 horas, às 14 horas (potencial mínimo) e ao fim da tarde (18 horas), colhiam-se 6 folhas sãs, adultas e bem expostas em cada combinação factorial. Na colheita de cada folha, no período que medeia entre a sua excisão e a sua colocação na câmara de pressão, além da rapidez com que este passo era feito (± 30 segundos), teve-se também o cuidado de a manter dentro de um saco plástico negro de forma a minimizar-se qualquer desidratação.

• Medição das relações pressão-volume

A medição das relações pressão-volume das folhas permite avaliar o grau de ajustamento osmótico desenvolvido nas células como resposta ao *stress* hídrico (Düring, 1984; Rodrigues *et al.*, 1993; Patakas e Noitsakis, 1997a). No presente trabalho, a utilização desta metodologia tem como objectivo compreender qual das modalidades implementadas é mais favorável para as videiras activarem mecanismos osmóticos que permitam a manutenção da turgescência das células ao longo do período estival, a qual é determinante para a maior parte das reacções metabólicas envolvidas no crescimento e produtividade das plantas. Para a sua execução, colheram-se, ao fim do dia, 3 folhas por modalidade, sãs, adultas e bem expostas da face NE do bardo. O corte da folha foi feito na base do pecíolo e imediatamente foi mergulhado num recipiente com algodão embebido em água destilada. As folhas mantiveram-se neste estado de hidratação durante toda a noite (Düring, 1984; Patakas e Noitsakis, 1997), às escuras e num ambiente fresco (6-8°C). No dia seguinte, logo de manhã, recortava-se a extremidade do pecíolo que esteve mergulhada em água e iniciavam-se as determinações, conforme um dos procedimentos descritos por Koide *et al.* (1989):

- (1) pesagem da folha, sendo este peso inicial o peso túrgido (TW);

(2) determinação imediata do seu potencial hídrico numa câmara de pressão (Scholander *et al.* 1965; Tyree e Hammel, 1972), estando as paredes interiores da câmara foliar revestidas com papel de filtro humedecido para minimizar a desidratação da folha e evitar variações bruscas na temperatura da folha durante a pressurização (Joly e Zaerr, 1987; Rodrigues *et al.*, 1993);

(3) após algum tempo de desidratação da folha em cima da bancada, no mais curto espaço de tempo, pesava-se a folha, media-se novamente o seu potencial hídrico e fazia-se nova pesagem, valendo o peso médio destas duas pesagens para o cálculo do conteúdo relativo de água da folha neste estado de desidratação;

(4) esta última etapa é repetida várias vezes, terminando quando a folha tiver perdido cerca de 50% do seu peso túrgido;

(5) por fim, procede-se à secagem da folha em estufa (70-80°C, 24 horas) e determina-se o seu peso seco (DW);

(6) em computador, fazem-se os cálculos do conteúdo relativo de água (RWC), usando a expressão $RWC = [(TW - W)/TW]$, e a partir dos valores do inverso do potencial hídrico ($1/\Psi$) *versus* respectivo RWC, constrói-se a curva pressão-volume, cuja forma típica está representada na figura 3.7.

A partir do gráfico obtido para cada folha, foram deduzidos os seguintes parâmetros:

- (1) razão peso túrgido/peso seco (TW/DW);
- (2) fracção de água no simplasma (SWF) e no apoplasma (AWF);
- (3) potencial osmótico à turgescência máxima (π_{100});
- (4) potencial osmótico à turgescência nula (π_0);
- (5) conteúdo relativo de água à turgescência nula (RWC_0);
- (6) módulo de elasticidade volumétrica (ε), calculado próximo da máxima turgescência (ε_{max}).

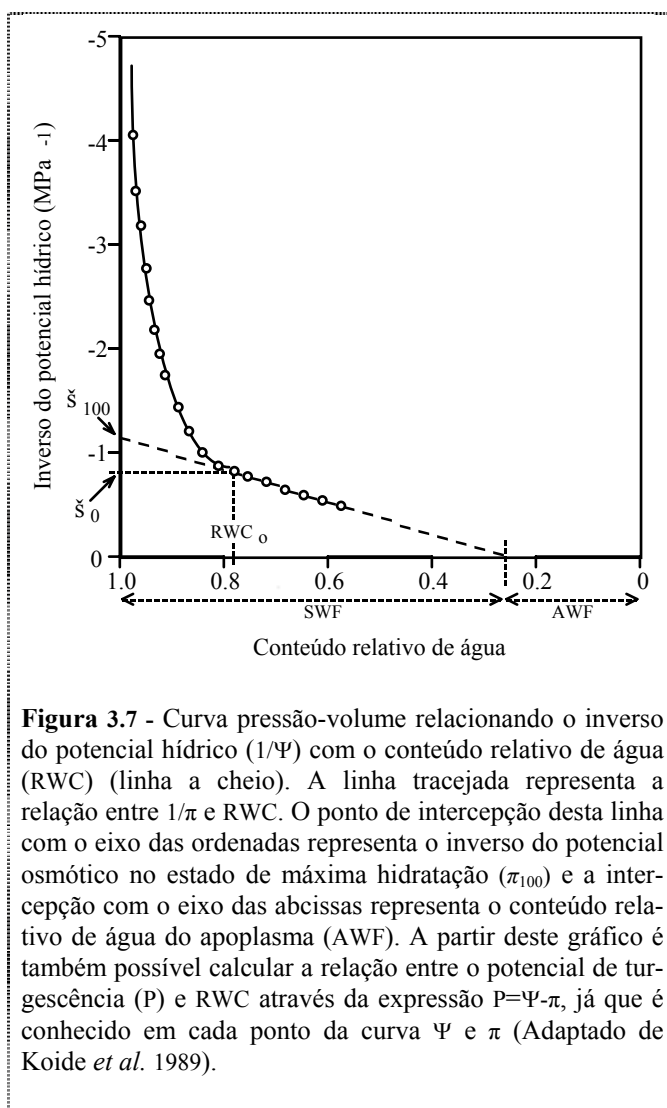


Figura 3.7 - Curva pressão-volume relacionando o inverso do potencial hídrico ($1/\Psi$) com o conteúdo relativo de água (RWC) (linha a cheio). A linha tracejada representa a relação entre $1/\pi$ e RWC. O ponto de intercepção desta linha com o eixo das ordenadas representa o inverso do potencial osmótico no estado de máxima hidratação (π_{100}) e a intercepção com o eixo das abcissas representa o conteúdo relativo de água do apoplasma (AWF). A partir deste gráfico é também possível calcular a relação entre o potencial de turgescência (P) e RWC através da expressão $P = \Psi - \pi$, já que é conhecido em cada ponto da curva Ψ e π (Adaptado de Koide *et al.* 1989).

Entre todos estes parâmetros, o potencial osmótico à turgescência máxima (π_{100}) é o referencial mais importante para avaliar o ajustamento osmótico em plantas submetidas ao *stress* hídrico (Jones e Turner, 1980).

• Medição do potencial osmótico através do método crioscópico

No ensaio de 1997, em alguns dias de determinações, após a medição do potencial hídrico de base, as folhas foram hidratadas pelo pecíolo durante uma hora e posteriormente congeladas em azoto líquido. Em laboratório procedeu-se à medição do potencial osmótico num osmómetro (Hermann Roebling, Type 13/13DR). Para o efeito, de cada folha foram retirados 10 discos ($\phi=2$ cm), tendo havido o cuidado de previamente se remover com algodão humedecido em água destilada as partículas de calda bordalesa e outras impurezas que eventualmente existissem sobre as folhas. Após esmagamento e centrifugação dos discos num *eppendorf* (12.000xg, 3 mn), pipetou-se 100 μ l do sobrenadante para a medição da sua osmolaridade (moles de soluto por Kg de H₂O). Por aplicação da equação de Van't Hoff ($\pi=CiRT$), a qual relaciona a pressão osmótica (π) com a concentração do soluto em solução (C) (Kramer, 1983), foi calculado o potencial osmótico do soluto em unidades de pressão (MPa). Convém salvaguardar que o valor obtido não foi corrigido de forma a anular o efeito diluidor da água do apoplasto sobre a água do simplasma, que ocorre inevitavelmente com o congelamento e esmagamento dos discos foliares.

3.2.7. Determinação de parâmetros morfológicos nas folhas

A manipulação da geometria do copado das plantas tem consequências directas ao nível da radiação recebida por cada folha. Por causa disto, também outros parâmetros como a sua temperatura e a disponibilidade de água são modificados. Na prática, cada folha, dependendo do seu grau de diferenciação ou da espécie em causa, tem capacidade de reagir ao novo microclima de modo a manter o melhor possível a sua eficácia fotossintética e economia hídrica. Por exemplo, em folhas que se desenvolvem em melhores condições de luminosidade, o mesófilo torna-se mais grosso e a proporção de parênquima em paliçada aumenta em relação ao parênquima lacunoso (Bolhar-Nordenkamp, 1985). Por outro lado, também se pode observar uma redução no tamanho dos estomas e um acréscimo na sua densidade e, ao nível dos cloroplastos, o tamanho dos grana e o número de tilacóides por grana diminui (Torres-Pereira, 1988; Salisbury & Ross, 1992).

• Massa foliar por área (LMA)

A massa foliar por área (LMA) é a razão da massa foliar seca pela área foliar e está positivamente correlacionada com a espessura da folha (Osório, 1994). Pode ser calculada, alternativamente, através das seguintes equações:

$$LMA \text{ (g.m}^{-2}\text{)} = DW/A_f$$

$$LMA \text{ (g.m}^{-2}\text{)} = (DW/FW).(FW/A_f)$$

em que FW é o peso fresco da amostra foliar, DW é o respectivo peso seco e A_f a respectiva área foliar. De acordo com Osório (1994), citando Dijkstra (1989), na segunda equação, o termo DW/FW reflecte a “densidade” do tecido foliar e FW/A_f dá uma aproximação mais real da espessura da folha. Para a determinação da LMA, geralmente através da primeira expressão, colheram-se 40 discos ($\phi=2$ cm) por modalidade, sendo metade em cada lado do bardo de forma a avaliar-se também a influência da orientação das folhas.

• Densidade estomática

Neste trabalho procurou-se conhecer a influência dos tratamentos efectuados na densidade estomática. Para o efeito, segundo os procedimentos descritos por Düring (1980), em 5 folhas por modalidade, bem expostas, sãs e adultas, retiraram-se em três zonas diferentes, respectivamente zona A, B e C (figura 3.8), 2 discos por zona (0,7 cm ϕ) e mergulharam-se numa solução 1:1 de CrO_3 (10%) e HNO_3 (10%) para se dar a maceração do mesófilo. Após cerca de 24 horas, foram retirados para um vidro de relógio e lavados cuidadosamente em água destilada. Com um pincel separaram-se as duas epidermes e guardou-se a epiderme abaxial num goblé contendo álcool (70%) até se proceder à contagem em microscópio óptico do número de estomas por área de campo óptico. Para as contagens seleccionaram-se 3 discos por zona e em cada disco fizeram-se contagens em 10 campos diferentes.

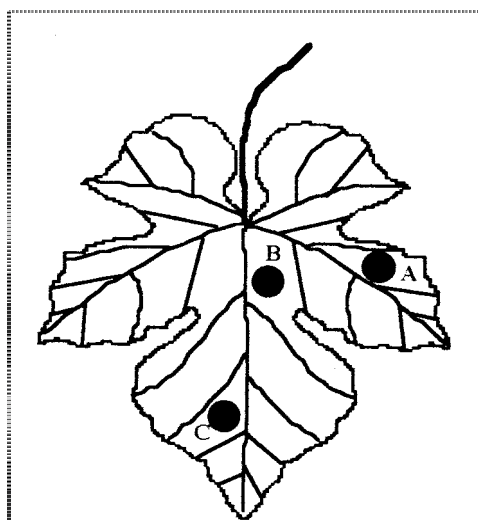


Figura 3.8 - Representação esquemática das zonas da folha onde foram retirados os discos para contagem da densidade estomática e medição da espessura do mesófilo.

• Espessura do mesófilo clorofilino

Nas mesmas zonas da folha em que foram retirados os discos para determinação da densidade estomática, fizeram-se cortes frescos transversais, com cerca de 7 μm de

espessura, e, em microscópio óptico equipado com uma ocular micrométrica, mediu-se a altura do mesófilo clorofilino e do parênquima em paliçada de 6 cortes por zona da folha e 5 campos por corte. Por cálculo determinou-se a altura do parênquima lacunoso e a razão entre parênquima em paliçada e parênquima lacunoso.

3.2.8. Determinação de metabolitos nas folhas

• Pigmentos clorofilinos e carotenóides totais

O teor em pigmentos clorofilinos é outro dos parâmetros que é normalmente condicionado pelas condições de luminosidade e severidade do *stress* hídrico e/ou térmico das folhas.

As amostras foliares (2 discos com 2 cm \varnothing) para a determinação destes pigmentos foram colhidas ao princípio da manhã e congeladas imediatamente em azoto líquido e armazenadas a -80°C até ao momento da quantificação.

Para a quantificação das clorofilas (clorofila *total*, clorofila *a* e clorofila *b*), os discos foram esmagados num almofariz gelado. Após a homogeneização do triturado em acetona a 80% v/v (segundo Sesták *et al.* (1971), a acetona é o solvente mais adequado para tecidos com elevado teor em água e, para a maioria das plantas superiores, a extracção máxima é obtida em acetona a 80-85% v/v), procedeu-se a uma primeira centrifugação (2500xg, 5 mn) e escoou-se o sobrenadante para uma proveta graduada. Em seguida, repetiu-se a centrifugação mais duas vezes com volume idêntico de acetona. Por fim, depois de acertado o volume final de extracto na proveta, fizeram-se as leituras das absorvâncias no espectrofotómetro (SP8-100, PYE-UNICAM, England) para os comprimentos de onda de máxima absorção das clorofilas *a* e *b* em acetona a 80%, respectivamente 663 e 645 nm, e aplicaram-se as seguintes fórmulas de cálculo propostas por Arnon (1949) e baseadas nos coeficientes de absorção específica de Mackinney (1941):

$$\text{clorofila total (mg.dm}^{-2}\text{)} = (20,2.\text{Abs}_{645} + 8,02.\text{Abs}_{663}).(\text{d}.0,001)/\text{s}$$

$$\text{clorofila a (mg.dm}^{-2}\text{)} = (12,7.\text{Abs}_{663} - 2,69.\text{Abs}_{645}).(\text{d}.0,001)/\text{s}$$

$$\text{clorofila b (mg.dm}^{-2}\text{)} = (22,9.\text{Abs}_{645} - 4,68.\text{Abs}_{663}).(\text{d}.0,001)/\text{s}$$

[sendo Abs_{663} e Abs_{645} a absorvância a 663 nm e 645 nm, respectivamente; d = volume final do extracto acetónico, ml; s = área foliar dos discos, dm^2]

Para a quantificação espectrofotométrica dos carotenóides totais, do volume final de extracto acetónico obtido para a quantificação das clorofilas, retiraram-se 10 ml e fez-se a saponificação com hidróxido de potássio a 15% das clorofilas (através do grupo fitol, que é hidrofóbico) e outros compostos saponificáveis, durante uma noite, a cerca de 5°C (Gaudillère, 1974; Chaves, 1986). Em seguida, o sobrenadante obtido foi misturado em partes

iguais com éter de petróleo e, após agitação vigorosa, em espectrofotómetro fez-se a leitura da absorvância (442 nm) da camada superior então formada (amarela) onde estavam solubilizados os carotenóides. Finalmente, pôde-se aplicar a seguinte fórmula (Costes, 1965), baseada no coeficiente de absorção específica do β -caroteno e na absorvância lida a 442 nm:

$$\text{Carotenóides totais (mg.dm}^{-2}\text{)} = (\text{Abs}_{442}/0,256) \cdot (\text{d} \cdot 0,001)/s$$

[sendo Abs_{442} a absorvância a 442 nm; d = volume final do extracto acetónico, ml; s = área foliar dos discos, dm^2]

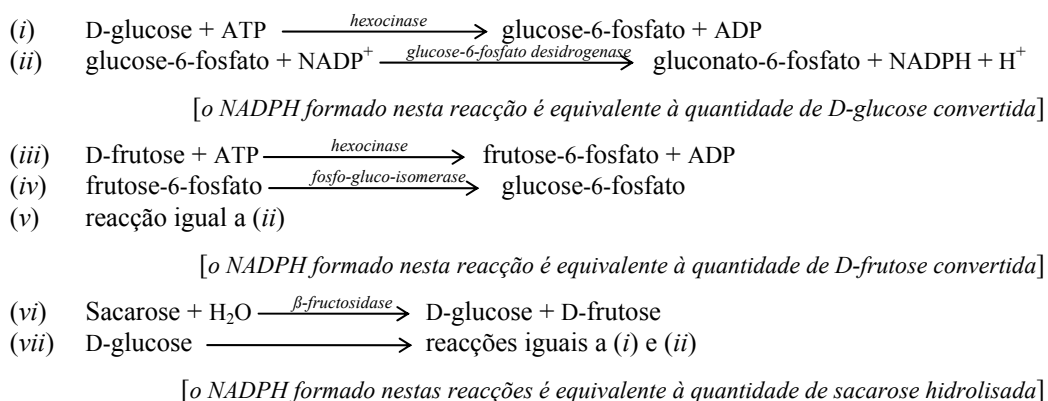
No ensaio de 1997 usou-se simultaneamente outro método para estimar o teor em carotenóides totais, proposto por Lichtenthaler (1987), que se baseava na medição da absorvância a 470 nm no mesmo extracto acetónico utilizado para a quantificação das clorofilas e posteriormente na aplicação da seguinte equação:

$$\text{Carotenóides totais (mg.dm}^{-2}\text{)} = [(1000 \cdot \text{Abs}_{470} - 1,82 \cdot \text{Cl}_a - 85,02 \cdot \text{Cl}_b)/198] \cdot (\text{d} \cdot 0,001)/s$$

[em que: Abs_{470} é a absorvância a 470 nm; Cl_a e Cl_b são as concentrações em clorofila a e b; 198 é o coeficiente de absorção dos carotenóides totais a 470 nm; d e s = área foliar dos discos, dm^2]

• Açúcares solúveis e amido

A quantificação dos açúcares solúveis (glucose, frutose e sacarose) das folhas foi efectuada através de métodos enzimáticos baseados na medição, por via espectrofotométrica, do NADPH formado a partir da seguinte sequência de reacções (Jones *et al.*, 1977; Osório, 1994):



Utilizou-se o mesmo espectrofotómetro referido na quantificação das clorofilas e foi medida a absorvância no pico de absorção máxima do NADPH, situado a 340nm. As reacções enzimáticas ocorreram nas próprias cuvetes de espectrofotómetro (descartáveis).

Para a quantificação dos açúcares solúveis e insolúveis foram colhidas amostras de folhas (2 discos com 2 cm \varnothing) em todas as modalidades e em 2 períodos diferentes do dia: antes de nascer o Sol e próximo das 17 horas. Os discos, depois de envolvidos em papel de

alumínio, foram imediatamente congelados em azoto líquido e posteriormente armazenados a -80°C até ao momento da extracção.

No processo de extracção, os discos foram mergulhados em tubos de ensaio contendo 15 ml de etanol (80%). Depois de rolhados, os tubos foram colocados num banho de água a 80°C durante 25 minutos. Depois de arrefecidos, retiraram-se os discos e guardaram-se num congelador para posterior quantificação dos açúcares insolúveis. Relativamente à fracção líquida, na qual estavam dissolvidos os açúcares solúveis, pipetou-se 1 ml para um *eppendorf* contendo carvão activado e centrifugou-se a 12.000xg durante 4 minutos. Do sobrenadante obtido, pipetou-se 750 µl para um *eppendorf* e guardou-se no congelador até ao momento imediato da quantificação dos açúcares solúveis.

Para a quantificação destes açúcares utilizaram-se as enzimas presentes no *Kit "Sucrose/D-glucose/D-fructose"* (Boehringer Mannheim, cat.No 716.260) e em duas etapas diferentes:

- (a) Numa cuvete, a 200 µl da amostra, adicionou-se 530 µl de água pura e 330 µl duma solução (solução 2) tamponizada pela trietanolamina (pH=7,6) e contendo NADP⁺ (3,19 mM) e ATP (9,55 mM). Após pequena agitação e cerca de 5 minutos de espera para que a fosforilação ocorresse, fez-se a 1ª leitura da absorvância (A1). Em seguida adicionou-se 7 µl duma suspensão (suspensão 3) contendo as enzimas hexocinase (2 U) e glucose-6-fosfato desidrogenase (1 U) e, após pequena agitação e algum tempo de espera (15-20 mn), fez-se a 2ª leitura da absorvância (A2). Por fim, voltou-se a adicionar 7 µl de uma outra suspensão contendo a enzima fosfogluco-isomerase (4,9 U) e, após nova agitação e algum tempo de espera (15-20 mn), fez-se a 3ª leitura da absorvância (A3).
- (b) Numa nova cuvete, a 200 µl de amostra, adicionou-se 100 µl duma solução (solução 1) tamponizada pelo ácido cítrico (pH=4,6) e contendo a enzima β-fructosidase (7,2 U) para que se desse a hidrólise da sacarose, formando D-glucose e D-frutose. Para maximizar a actividade catalítica desta enzima, as cuvetes foram colocadas num ambiente com temperatura controlada a 37°C durante 15 minutos. Em seguida adicionou-se a cada cuvete 330 µl da solução 2 (usada já na etapa anterior) e 470 µl de H₂O e, após cerca de 5 minutos, fez-se a leitura da absorvância (A4). Logo a seguir adicionou-se 7 µl da suspensão 3 (também já usada na etapa anterior) e, após pequena agitação e algum tempo de espera (15-20 mn), efectuou-se nova leitura da absorvância (A5).

Relativamente à quantificação dos açúcares insolúveis (amido), os discos foram esmagados e homogeneizados com H₂O num almofariz e, depois de recolhido todo o homogeneizado para um *eppendorf*, fizeram-se 3 centrifugações (12.000xg, 4 mn), rejeitando sempre o sobrenadante. Depois disto, o *pellet* foi ressuspensionado em 1 ml de H₂O e procedeu-se à sua autoclavagem a 120°C durante 3 horas e só então se prepararam as amostras para a hidrólise do amido, pipetando 100 µl de amostra para um *eppendorf* juntamente com 500 µl de tampão acetato de sódio (0,1 M, pH=4,8), 10 µl de amiloglucosidase (EC 3.2.1.3) e 20 µl de alfa-amilase (EC 3.2.1.1), e deixando a incubar num banho-maria a 37°C durante toda a noite. Ao outro dia as amostras foram centrifugadas (12.000xg, 3 mn) e efectuou-se a quantificação a partir do sobrenadante (glucose, proveniente da hidrólise completa do amido) por processo idêntico à primeira etapa de determinação dos açúcares solúveis, mas apenas só até à leitura da absorvância A2, inclusivé.

Para quantificar a glucose, frutose, sacarose e amido (equivalentes de glucose), usou-se a seguinte fórmula de cálculo:

$$m (\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2}) = [(\Delta\text{abs} \cdot \epsilon_M^{-1} \cdot d^{-1}) \cdot (V_t \cdot V_a^{-1}) \cdot (V_e \cdot s^{-1})]$$

[m= glucose, frutose ou sacarose; Δabs = variação da absorvância (A2-A1= permite o cálculo da glucose; A3-A2= permite o cálculo da frutose; A5-A4= permite o cálculo da glucose proveniente da hidrólise da sacarose mais a glucose que já existia na amostra; por diferença entre o teor de glucose total e o de glucose obtém-se o teor de sacarose); ϵ_M = coeficiente de extinção molar do NADPH a 340 nm igual a $6,3 \text{ l} \cdot \text{mmol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$; d= percurso da luz na cuvete, cm; V_t = volume total na cuvete, ml; V_a = volume da amostra, ml; V_e = volume de etanol usado na extracção, ml; s= área foliar, cm^2]

• Prolina

A acumulação de prolina em células vegetais desempenha um papel crucial como soluto osmorregulador em plantas submetidas a períodos de *stress* hiperosmóticos, como por exemplo o *stress* hídrico ou a salinidade dos solos (Delauney & Verma, 1993). Foi Kembler e MacPherson (1954) que pela primeira vez associaram a acumulação de prolina às condições de déficit hídrico em plantas de azevém perene.

O teor em prolina foi determinado pelo método de Bates *et al.* (1973). As amostras foliares (5 discos com 2 cm \varnothing) foram colhidas e conservadas de modo idêntico ao das amostras para determinação dos pigmentos clorofilinos. Para a quantificação da prolina existente nas folhas, cada amostra foi esmagada com azoto líquido num almofariz e homogeneizada em 5 ml de ácido sulfosalicílico (3% w/v) num *potter*. As amostras foram em seguida centrifugadas a $1100 \times g$ durante 20 minutos. Posteriormente, 4 ml de sobrenadante reagiram com 2 ml de ácido ninidrílico (1,25g de ninidrina, 30 ml de ácido acético glacial e 20 ml de ácido fosfórico 6M) e 2 ml de ácido acético glacial num tubo de ensaio durante 1 hora a 100°C . Ao fim deste tempo, a reacção terminou bruscamente com a introdução dos tubos de ensaio num balde com gelo. Em seguida adicionaram-se 2 ml de tolueno a cada tubo e imediatamente o complexo colorido e apolar, formado na fervura entre a ninidrina e a prolina, passou da fracção aquosa para a camada superior formada pelo tolueno. Fizeram-se depois as leituras da absorvância a 520 nm no mesmo espectrofotómetro utilizado na quantificação dos pigmentos clorofilinos. Com estes valores calculou-se a concentração de prolina ($\mu\text{g}/\text{ml}$) a partir da equação da recta padrão previamente construída e expressou-se o seu teor por unidade de área foliar usando a seguinte fórmula:

$$\text{Prolina } (\mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-2}) = [(C \cdot V_t) \cdot \text{MW}] \cdot [s \cdot (V_s \cdot V_a^{-1})^{-1}]^{-1}$$

[C= concentração de prolina, $\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$; V_t = volume de tolueno, ml; MW= massa molecular da prolina, $115,5 \mu\text{g} \cdot \mu\text{mol}^{-1}$; s = área foliar, dm^2 ; V_s = volume de ácido sulfosalicílico, ml; V_a = volume de soluto, ml]

3.2.9. Evolução da acidez total e dos açúcares das uvas

O controlo e evolução da maturação foi feito através de amostragens periódicas de 90 bagos por modalidade, colhidos de modo aleatório ao longo do bardo. Em laboratório

formaram-se 6 grupos de bagos por modalidade e, depois de pesados e determinado o respectivo volume, foram esmagados para medição do teor em sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total. O °Brix, expresso em percentagem de massa de sacarose, foi medido com um refractómetro manual (Atago) e a acidez total, expressa em gramas/litro de equivalente de ácido tartárico, foi doseada pelo método volumétrico em presença do azul de bromotimol como indicador do fim de reacção (OIV, 1990).

3.2.10. Caracterização da vindima

À vindima foram registados em cada modalidade o número de cachos e o respectivo peso por videira. Tal como no controlo da maturação, também nesta altura foram colhidos bagos para determinação do peso e volume médio por bago, °Brix, acidez total e pH. O pH foi medido por um potenciómetro MicroPH 2002, segundo o método OIV (1990).

Em 1997, paralelamente às determinações referidas no parágrafo anterior, efectuou-se uma apreciação da acção eventual do cobre sobre os cachos, seguindo os procedimentos descritos por Bernard e Dallas (1979). Para o efeito, à vindima colheram-se 4 amostras de 100 bagos nas videiras tratadas com calda bordalesa e outras tantas nas videiras que não foram submetidas a esse tratamento. Para a determinação do cobre nas películas, a cada amostra adicionaram-se cerca de 90 ml duma solução de ácido nítrico (5%, v/v). Após 1 hora, os extractos obtidos foram transferidos para balões volumétricos de 100 ml e acertou-se ao traço com a solução de ácido nítrico (5%, v/v). O teor em cobre destas soluções, correspondente ao cobre residual que estava sobre as películas, foi determinado num espectrofotómetro de absorção atómica (Perklin Elmer 3100, USA). Relativamente ao cobre do mosto, resultante do esmagamento e decantação de cada amostra de bagos, usou-se este mesmo equipamento e o método da adição de padrão.

3.2.11. Análise estatística dos resultados

A análise estatística dos resultados foi feita nos programas *StatView*® 4.01 e *SuperANOVA*, desenvolvidos para computadores *Apple Macintosh* pela Abacus Concepts, Inc, USA.

Efectuaram-se análises de variância para as diversas variáveis estudadas em cada ano, tendo como possíveis origens de variação a posição do *terreno* (T), a *forma da parede de vegetação* (F), a aplicação da *calda bordalesa* (C) e as respectivas interacções. Para cada uma destas origens de variação calcularam-se os graus de liberdade, a soma de quadrados e o quadrado médio. Com estes últimos, calcularam-se as relações de variância (vulgarmente designadas por F) e, em função dos graus de liberdade dos quadrados médios envolvidos, foram posteriormente comparadas com o seu valor tabelado, de modo a atribuir-se a sua significância estatística.

Antes de se efectuar a análise de variância de alguns parâmetros expressos em percentagem, como por exemplo da percentagem de PPFD no interior do copado, os seus

valores sofreram uma prévia transformação em $\arcsen\sqrt{\%}$, tal como proposto por Little e Hills (1976), de forma a fazer respeitar as condições de normalidade dos dados.

Durante a discussão estatística dos resultados deste trabalho utilizaram-se as seguintes notações simbólicas face aos diferentes níveis de significância:

- ns não significativo.
- * estatisticamente significativo para um nível de probabilidade de $P < 0,05$ e vulgarmente designado por “significativo”.
- ** estatisticamente significativo para um nível de probabilidade de $P < 0,01$ e vulgarmente designado por “muito significativo”.
- *** estatisticamente significativo para um nível de probabilidade de $P < 0,001$ e vulgarmente designado por “altamente significativo”.
- ns* tendência para significativo para um nível de probabilidade de $0,05 < P < 0,10$.

Deverá referir-se que algumas interacções, nomeadamente as de 3ª ordem, são de difícil explicação biológica. Apesar de estatisticamente significativas, a sua contribuição em termos percentuais para a variação total de determinada variável pode ser extremamente reduzida. O cálculo das componentes de variância tornou-se, por isso, indispensável por ser este um meio de avaliar a importância relativa das diferentes origens de variação. Por este processo, as variâncias esperadas são estimadas e expressas em percentagem da variação total, de modo a quantificar a sua contribuição para aquela variação.

Neste trabalho, para o cálculo das componentes de variância, utilizou-se um modelo que mantinha todas as origens de variação fixadas (quadro 3.2), segundo Snedecor e Cochran (1967).

Quadro 3.2 - Modelo geral de análise de variância com a hierarquia de sub-agrupamento de dados estabelecida considerando todas as origens fixadas.

Nº	Origens de variação	G.L.	Valores esperados dos quadrados médios
1-	Terreno (T)	(T-1)	$\sigma^2_e + r f c k^2_T$
2-	Forma do copado (F)	(F-1)	$\sigma^2_e + r t c k^2_F$
3-	FxT	(F-1).(T-1)	$\sigma^2_e + r c k^2_{FT}$
4-	Calda bordalesa (C)	(C-1)	$\sigma^2_e + r t f k^2_C$
5-	CxT	(C-1).(T-1)	$\sigma^2_e + r f k^2_{CT}$
6-	CxF	(C-1).(F-1)	$\sigma^2_e + r t k^2_{CF}$
7-	CxFxT	(C-1).(F-1).(T-1)	$\sigma^2_e + r k^2_{CFT}$
8-	Rep (R)T/F/C	(R-1).T.F.C	σ^2_e

r - número de repetições

t - número de posições no terreno

σ^2 e k^2 - representam as variâncias devidas a factores fixados ou casuais, respectivamente

f - número de formas da parede de vegetação

c - presença ou não de calda bordalesa

Nos casos em que foi necessário proceder à separação de médias, recorreu-se ao teste de Duncan (Steel e Torrie, 1981) e atribuiu-se a mesma letra a médias que não eram estatisticamente diferentes ao nível de 5%. Para a avaliação das inter-relações entre certas variáveis efectuaram-se análises de regressão linear simples.

4.1. Análise da arquitectura do coberto vegetal

4.1.1. Dimensões do coberto vegetal

Nos quadros AIV.1.1-3, em anexo, estão apresentadas as análises de variância dos parâmetros relativos à caracterização da geometria do coberto vegetal, nomeadamente a altura e espessura da parede de vegetação e a superfície foliar exposta (SFE), determinados no período do pintor quando o crescimento vegetativo já era muito reduzido e a influência do factor *Calda bordalesa* ainda não existia. Verificou-se que, em qualquer um dos três anos, o efeito da *Forma da parede de vegetação* explicou mais de 95% da variação total da altura da parede de vegetação e da SFE, enquanto o efeito das restantes origens de variação foi praticamente nulo. Como se constata na figura 4.1, onde estão ilustrados os valores médios das dimensões registadas nas modalidades sujeitas ao efeito daquela origem de variação, as videiras com copado alto distinguiram-se das que tinham copado baixo essencialmente pela maior altura da parede de vegetação e consequentemente pela maior SFE. Do ensaio de 1995 para os seguintes, através da regulação da altura dos arames de topo, houve um reajustamento deliberado na altura da parede de vegetação de 65 cm para uma dimensão mais próxima dos 80 cm (86,2cm -1996; 84,5cm - 1997) porque o copado, então formado, se mostrou demasiado susceptível à senescência das folhas interiores, imediatamente após a operação da enrola.

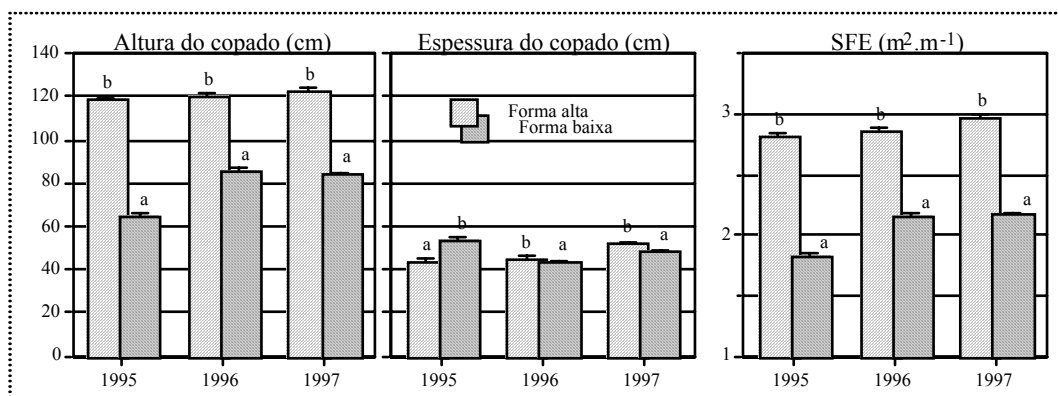


Figura 4.1 – Valores médios (afectados do erro padrão) da altura e espessura da parede de vegetação e superfície foliar exposta (SFE) nas modalidades “forma alta” e “forma baixa”, nos três anos de ensaio. Para cada ano, as letras no topo das barras, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ($p=0,05$).

4.1.2. Número de camadas de folhas

O quadro 4.1 apresenta os resultados dos parâmetros que caracterizam a densidade foliar do copado, estimada pelo método do “point quadrat” (Smart e Robinson, 1991), determinados no período do pintor e da maturação, bem como a percentagem de desfolha registada no período final da maturação. Em geral, verificou-se que os copados na cota superior do terreno eram menos densos (menores valores de LLN e maior porosidade) do que os da cota inferior, tendo, em cada cota, as formas altas tendencialmente menor número de camadas de folhas do que as formas baixas. Contudo, estas diferenças foram relativamente reduzidas porque, já ao pintor, muitas folhas interiores dos copados baixos morreram por falta de luminosidade. Quanto à influência da *Calda bordalesa* na densidade do copado (ensaio de 1996 e 1997), constatou-se que o seu efeito evitou um maior decréscimo da LLN desde o pintor até à maturação, sendo esse efeito muito mais consistente nos copados com forma baixa. Por fim, também se observou que em 1997 a senescência foliar desde o pintor até à maturação foi mais acentuada do que em 1996, especialmente nas videiras da cota inferior do terreno e, em particular, na face SW dos bardos, que recebia o Sol da tarde.

Quadro 4.1 - N° de camadas de folhas (LLN) e porosidade (%), estimados pelo método “point quadrat” (Smart e Robinson, 1991), e proporção desfolhada da parede de vegetação nos três anos ensaiados e em todos os tratamentos (dados não tratados estatisticamente; em 1995, à maturação, não se determinou a LLN e a porosidade). A altura desfolhada refere-se apenas ao período da maturação.

Ano	Tratamento ^a	LLN		Porosidade (%)		Altura desfolhada (%)	
		ao pintor	à maturação	ao pintor	à maturação	NE	SW
1995	IA	2,56	-	14	-	10-15	30-40
	IB	3,43	-	10	-	20-25 ^b	
	SA	2,68	-	21	-	10-15	20-25
	SB	2,85	-	16	-	5-10 ^b	
1996	IAC	3,06	2,54	0	4	5-10	10-20
	IAN	2,84	2,26	0	6	5-10	10-20
	IBC	3,00	3,00	0	2	<5	5-10
	IBN	3,06	2,12	0	4	5-10	10-20
	SAC	2,86	1,64	8	18	10-15	20-25
	SAN	2,72	1,36	2	26	10-15	30-35
	SBC	3,16	2,36	0	8	<5	<5
	SBN	2,98	1,70	4	10	5-10	10-20
1997	IAC	3,16	1,32	0	24	15-20	25-30
	IAN	3,24	1,60	0	10	5-10	10-15
	IBC	3,74	2,40	0	10	5-10	15-20
	IBN	3,56	1,28	0	28	15-20	30-35
	SAC	2,28	1,64	6	12	5-10	35-40
	SAN	2,18	1,40	14	26	5-10	25-30
	SBC	2,90	2,38	4	4	<5	10-15
	SBN	2,78	1,52	12	22	5-10	10-15

^a I ou S - videiras da cota inferior ou superior do terreno, respectivamente.

A ou B - videiras com copado alto ou baixo, respectivamente.

C ou N - videiras pulverizadas com calda bordalesa ou testemunhas, respectivamente.

^b desfolha localizada mais no interior do copado.

4.1.3. Área foliar total

Em 1995 e 1997 a estimativa da área foliar total baseou-se na metodologia descrita por Carbonneau (1976b), enquanto em 1996 e 1997 também se optou por empregar os procedimentos semi-empíricos da estimativa da área foliar a partir da intercepção da radiação fotossinteticamente activa pelo copado, descritos por Oliveira e Santos (1995), por serem mais expeditos e executáveis por um só operador. Os resultados foram submetidos à análise de variância com o cálculo da distribuição relativa das componentes da variância pelas origens de variação, para que assim se pudesse esclarecer qual ou quais as origens de variação que mais contribuíram para a variação total, em cada um dos métodos.

Quanto à estimativa da área foliar em 1995, determinada durante o período do pintor (20.7.95), as diferenças entre as videiras com alto e copado baixo (3,45 e 2,39 m² de área foliar média por metro de bardo, respectivamente) permitiram explicar 44,7% da variação total, logo seguida pelas diferenças entre as videiras da cota inferior e cota superior do terreno (respectivamente 3,18 e 2,66 m² área foliar média por metro de bardo) que representaram 9,4% dessa variação (quadro AIV.3.1, em anexo). A interacção F*T teve uma contribuição nula para a variação total, significando que o efeito da *Forma do copado* sobre a superfície foliar é independente do efeito do *Terreno*.

Em 1996, para além da estimativa da área foliar efectuada no período do pintor (16.7.96), imediatamente antes da aplicação da calda bordalesa, fez-se uma outra determinação já no período da maturação (13.9.96), usando em ambas as datas o método da intercepção luminosa. As respectivas análises de variância, apresentadas no quadro AIV.2.1 em anexo, permitem observar que a contribuição do efeito do *Terreno* para a variação total da área foliar aumentou do pintor (3,5%) para a maturação (7,1%), presumivelmente porque à maturação as diferenças de água disponível entre os solos das duas cotas do terreno eram mais acentuadas e, por conseguinte, mais discriminatórias do desenvolvimento vegetativo das videiras. Conforme se constata da observação da figura 4.2(I), as videiras da cota inferior tinham maior superfície foliar do que as da cota superior, mas as diferenças apenas foram significativas ($P < 0,01$) no período da maturação. Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, além de altamente significativo, foi responsável por 64,5%, ao pintor, e 50,1%, à maturação, da variação total da área foliar estimada no ensaio (quadro AIV.2.1), apresentando as videiras com copado alto sempre maior superfície foliar do que as videiras com copado baixo (figura 4.2(II)).

No período da maturação (1996), quando o efeito da *Calda bordalesa* já existia há quase dois meses, registou-se uma contribuição significativa da calda para a manutenção da área foliar (cerca de mais 4,3% de superfície foliar por metro de bardo nas videiras pulverizadas com calda bordalesa, relativamente às videiras testemunha (figura 4.2(III)), sendo no entanto a contribuição deste efeito para a variação total de apenas 3,6% (quadro

AIV.2.1). A interacção da *Calda bordalesa* com o *Terreno* (C*T) mostrou que foi apenas entre as videiras da cota superior do terreno que o referido efeito da *Calda bordalesa* foi mais positivo (figura 4.2(V)), permitindo esta interacção explicar 7,8% da variação total (quadro AIV.2.1). Quanto à interacção da *Calda bordalesa* com a *Forma do copado* (C*F), o efeito positivo da *Calda bordalesa* foi mais notório e significativo ($P<0,05$) entre as videiras com copado baixo. Nas videiras com copado alto esse efeito foi nulo (figura 4.2(IV)).

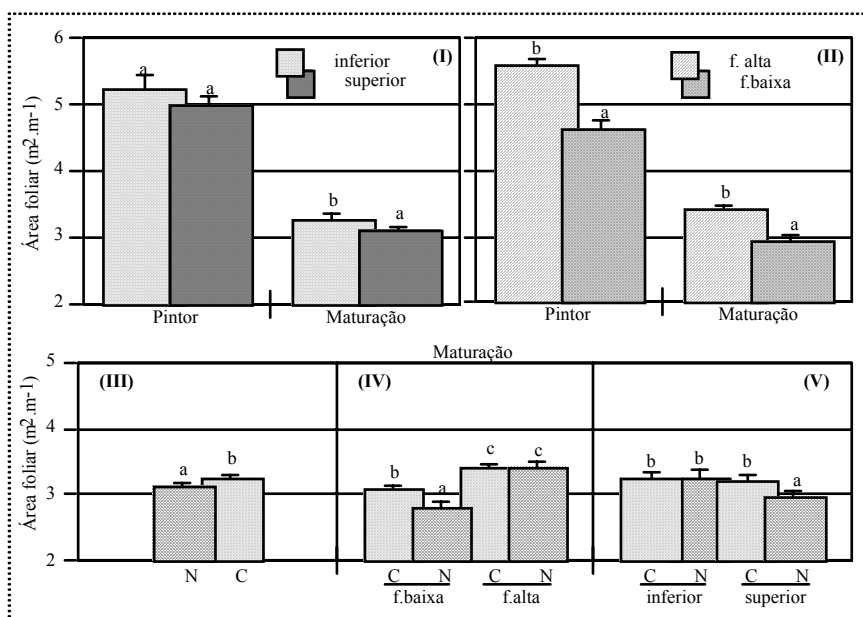


Figura 4.2 - Área foliar média (afectada do erro padrão) do copado estimada em 1996, pelo método da intercepção luminosa, para as origens de variação *Terreno* (I), *Forma da parede de vegetação* (II), *Calda bordalesa* (III), interacção *Calda x Forma* (IV) e interacção *Calda x Terreno* (V). (I) e (II) referem-se a estimativas no período do pintor e da maturação, enquanto (III), (IV) e (V) referem-se apenas ao período da maturação. Para cada um destes gráficos/periódodo do ciclo vegetativo, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (C: videiras com calda bordalesa; N: videiras testemunha).

Em 1997, como já referido, a área foliar total foi estimada por dois métodos diferentes. No método baseado na intercepção luminosa pelo copado, à semelhança do ensaio anterior, foram também efectuadas duas determinações, uma ao pintor (25.7.97) e outra já em período de maturação adiantada (5.9.97), mas com todas as origens de variação incluídas em ambas as datas. As respectivas análises de variância estão apresentadas no quadro AIV.2.2, em anexo. Da análise a esses quadros verifica-se que a diferença de área foliar entre videiras das duas cotas do terreno foi sempre altamente significativa ($P<0,001$) e representou 16,4% e 20,9% da variação total no pintor e na maturação, respectivamente. Observando a figura 4.3(I) verifica-se que as videiras da cota inferior do terreno mantiveram sempre maior superfície foliar, tendo as diferenças, relativamente às videiras da outra cota, passado de 9% ($0,34 m^2 \cdot m^{-1}$) para 20% ($0,49 m^2 \cdot m^{-1}$) entre o pintor e a maturação. No que se refere ao efeito da *Forma do copado*, enquanto ao pintor a contribuição desta origem de variação para a

variação total foi nula e não se registraram diferenças significativas entre a forma alta e baixa da parede de vegetação, à maturação a percentagem de variação total explicada por este efeito, para além de muito significativa, foi maior, embora apenas 4,2% (quadro AIV.2.2), devido à maior superfície foliar das videiras com copado baixo (mais 9% de área foliar do que nas videiras com copado alto) (figura 4.3(II)). Analisando ainda o comportamento dessas videiras nas duas cotas do terreno, ou seja a interacção *Forma x Terreno*, verifica-se, através da figura 4.3(IV), que, quer no pintor quer na maturação, as videiras com parede de vegetação alta apresentaram tendencialmente maior superfície foliar na cota inferior do terreno, enquanto na cota superior os valores estimados para a forma alta foram significativamente ($P < 0,05$) mais baixos do que na forma baixa. Essa interacção explicou 17,1% e 20,0% da variação total ao pintor e na maturação, respectivamente (quadro AIV.2.2).

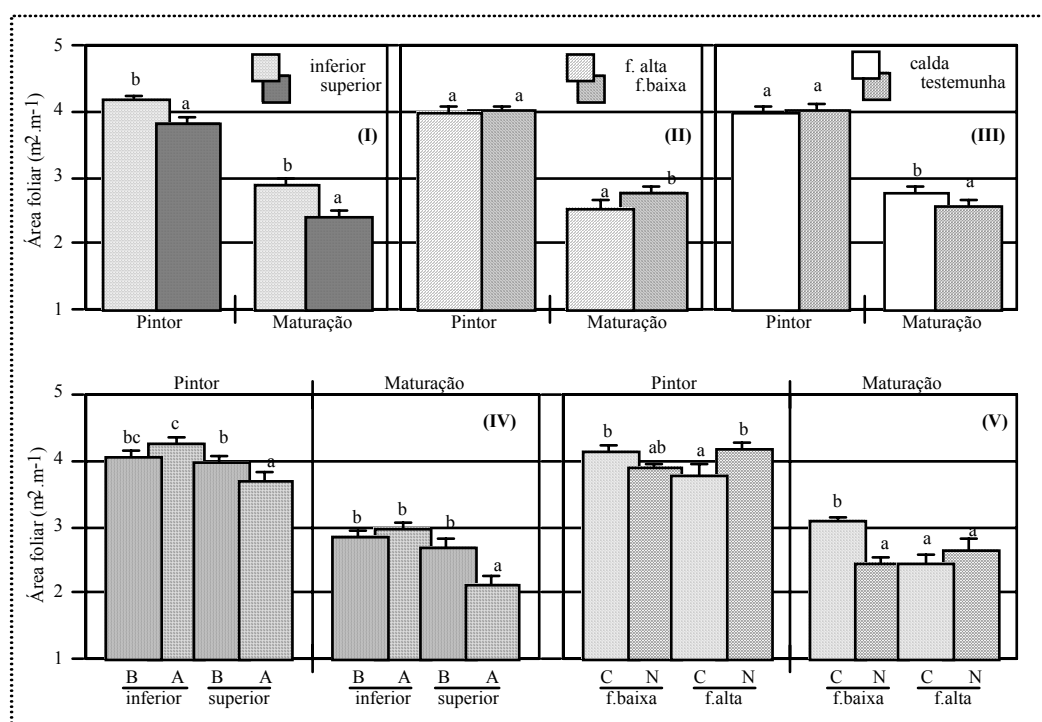


Figura 4.3 - Área foliar média (afectada do erro padrão) do copado estimada em 1997 no pintor e na maturação, pelo método da interceptação luminosa, para as origens de variação *Terreno* (I), *Forma da parede de vegetação* (II), *Calda* (III), interacção *Terreno x Forma* (IV) e interacção *Calda x Forma* (V). Para cada período do ciclo vegetativo, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (A: forma alta; B: forma baixa; C: videiras com calda bordalesa; N: videiras testemunha).

À semelhança do que se verificou em 1996 no período da maturação, também em 1997 o efeito da *Calda bordalesa* parece ter contribuído para uma menor redução da superfície foliar (figura 4.3(III)), embora a contribuição desta origem de variação para a variação total tenha sido muito reduzida (2,9%, quadro AIV.2.2). Analisando o efeito da *Calda bordalesa* nos bardos com forma baixa ou forma alta (interacção C*F), verificou-se, no entanto, que a

percentagem de variação total explicada foi muito mais elevada, tanto ao pintor (28,3%) como à maturação (31,9%). Como se constata da figura 4.3(V), nos copados baixos, as videiras tratadas com calda bordalesa apresentavam significativamente ($P<0,05$) maior área foliar à maturação, enquanto na forma alta esse efeito, apesar de não significativo ($P>0,05$), foi tendencialmente contrário ao observado na forma baixa.

No que concerne à estimativa da área foliar em 1997 (7.7.97) pelo método de Carbonneau (1976b) e imediatamente antes da calda bordalesa ter sido aplicada, a análise de variância, apresentada no quadro AIV.3.1, revelou que os efeitos do *Terreno* e da *Forma da parede de vegetação* se manifestaram com significância ($P<0,001$ e $P<0,01$, respectivamente) e com um peso de 28,4% e 9,5% para a variação total, respectivamente. De acordo com a figura 4.4, na qual se apresentam os valores médios estimados para essas origens de variação segundo esse método (aí referenciado por método 1), observa-se que as videiras da cota inferior do terreno tinham em média mais 48,6% de área foliar do que as videiras da cota superior. Na estimativa da área foliar total através do método da intercepção luminosa, apresentada na figura 4.3(I) e também na figura 4.4 (método 2), esse acréscimo foi mais reduzido (9%). Relativamente à *Forma da parede de vegetação*, também se observa que, segundo a estimativa do método de Carbonneau (1976b) (método 1 na figura 4.4(II)), a forma alta tinha mais 25,3% de área foliar do que a forma baixa, enquanto no método da intercepção luminosa (método 2) não se registaram diferenças significativas entre as duas formas.

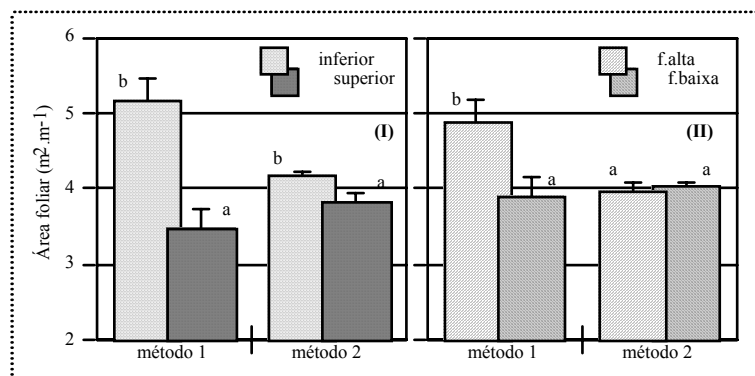


Figura 4.4 - Área foliar média (afectada do erro padrão) do copado para as origens de variação *Terreno* (I) e *Forma do copado* (II), estimada em 1997 no período do pintor, pelo método de Carbonneau (1976b), designado método 1, e pelo método intercepção da PAR pelo copado (Oliveira e Santos, 1995), designado método 2. Entre cada método, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

4.1.4. Vigor

Durante os três anos de ensaio, as videiras da cota inferior produziram maior peso de lenha de poda do que as videiras da cota superior do terreno (figura 4.5(I)), embora só em 1997 esses acréscimos foram significativos ($P<0,001$) e explicaram 9,7% da variação total (quadros AIV.4). Em termos de vigor individual dos sarmentos, o menor número de

lançamentos desenvolvidos nas videiras da cota superior (menos 35%, 25% e 38%, em 1995, 1996 e 1997, respectivamente), em grande parte condicionados pela menor carga deixada à poda nessas videiras, teve como contrapartida sarmentos mais vigorosos (figura 4.5(IV)), especialmente em 1996 e 1997, em que os acréscimos em relação às videiras da cota inferior do terreno foram significativos e explicaram 10,5% e 4,8% da variação total, respectivamente (quadros AIV.4.2 e AIV.4.2).

Relativamente à *Forma da parede de vegetação*, em 1995 o seu efeito manifestou-se não significativo ($P>0,05$) e com um peso praticamente nulo para a variação total, quer no peso da lenha de poda por videira quer no peso médio por lançamento (quadro AIV.4.1). Pelo contrário, em 1996 e 1997 (quadros AIV.4.2 e AIV.4.3, respectivamente), o efeito da *Forma* sobre esses parâmetros foi sempre bastante significativo ($P>0,01$). Como se observa na figura 4.5 (II e V), nesses anos, nas videiras com copado alto os sarmentos cresceram mais vigorosamente e a quantidade de lenha de poda produzida foi maior do que nas videiras com copado baixo.

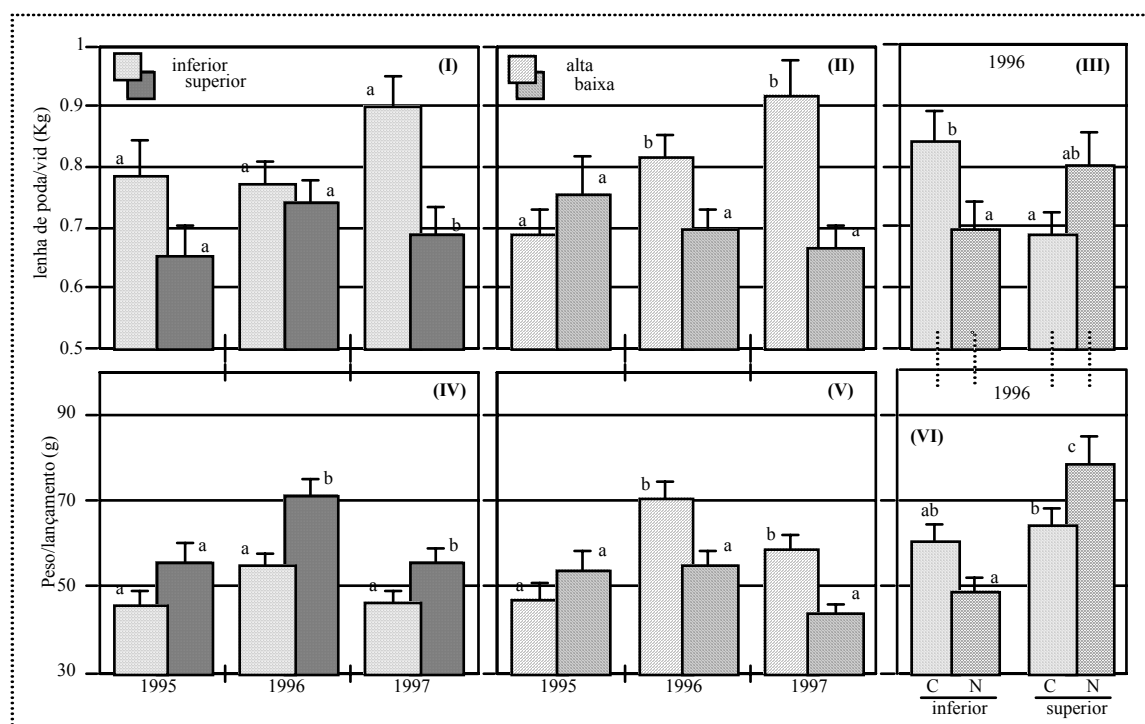


Figura 4.5 - Influência do *Terreno* (I e IV), da *Forma da parede de vegetação* (II e V), e da interação *Terreno x Calda* (III e VI, dados referentes só ao ensaio de 1996) nos parâmetros caracterizadores do vigor (valores médios, afectados do erro padrão). Para cada ano, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (C: videiras com calda bordalesa; N: videiras testemunha).

Relativamente à influência da *Calda bordalesa* no vigor das videiras, quer em 1996 quer em 1997, o seu efeito não se manifestou com significância e a contribuição para a variação total do peso de lenha de poda e peso por lançamento foi muito reduzida (valores abaixo de 2%, quadros AIV.4.2 e AIV.4.3). Contudo, em 1996 verificou-se que a interação

Terreno x Calda foi muito significativa e explicou cerca de 14% da variação total do peso/sarmento e do peso da lenha de poda por videira. Este resultado é explicado pelo distinto comportamento das duas modalidades (calda vs testemunha) nas duas cotas do terreno. Com efeito, como se mostra na figura 4.5(III e VI), enquanto na cota inferior do terreno as videiras pulverizadas com calda bordalesa foram mais vigorosas do que as videiras testemunha (maior peso de lenha de poda (+21%, $P<0,05$) e maior peso por lançamento (+24,3%, $P>0,05$)), na cota superior do terreno o comportamento registado foi contrário (-14% no peso da lenha de poda, $P>0,05$; -18% no peso por lançamento, $P<0,05$).

4.2. Microclima luminoso no interior do copado ao nível dos cachos

Para a análise quantitativa e qualitativa do microclima luminoso no interior dos copados, especialmente ao nível dos cachos, foram efectuadas nessa zona medições da densidade de fluxo fotónico fotossinteticamente activo (PPFD) e da razão vermelho/vermelho-longínquo (*red/far-red* ou R/FR).

No ensaio de 1995 a PPFD apenas foi registada com o sensor quântico. Nos quadros AIV.5.1 e AIV.5.2 estão apresentadas as análises de variância da PPFD (em % da PPFD incidente) e razão R/FR no interior do copado, ao nível dos cachos, para o período do pintor e da maturação. Relativamente ao primeiro parâmetro, constatou-se que as videiras com copado alto, especialmente as da cota superior do terreno, permitiram uma maior intercepção de PPFD na zona dos cachos, relativamente às videiras com copado baixo (figura 4.6(I)). Este comportamento permitiu que essa interacção (T*F) tivesse sido significativa e explicasse 28,3% e 18,2% da variação total ao pintor e à maturação, respectivamente.

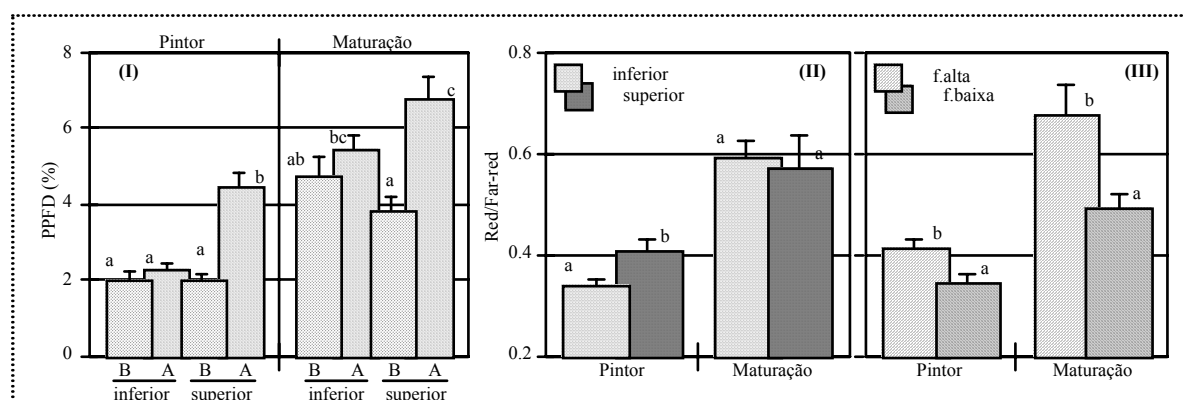


Figura 4.6 - Efeito da interacção *Terreno*x*Forma* (I) na percentagem de PPFD. Efeito do *Terreno* (II) e da *Forma da parede de vegetação* (III) na razão R/FR. Os valores médios da PPFD (%) e R/FR estão afectados do erro padrão e referem-se a medições efectuadas no interior do copado, ao nível dos cachos, ao pintor e à maturação em 1995. Para cada período, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (B: forma baixa; A: forma alta da parede de vegetação).

Quanto aos valores da razão R/FR, o efeito do *Terreno* só foi significativo ao pintor, registrando-se os maiores valores médios nas videiras da cota superior do terreno (figura 4.6(II)). Em contrapartida, o efeito da *Forma do copado* foi muito significativo ($P < 0,01$) e a percentagem de variação total explicada por esse efeito passou de 10,1% no pintor para 20,9% à maturação (quadros AIV.5.1 e AIV.5.2, respectivamente). Esse acréscimo terá resultado da maior senescência foliar que ocorreu nos copados altos no decorrer do ciclo vegetativo (figura 4.6(III)), como aliás também sugerem os resultados apresentados no quadro 4.1.

Em 1996, a determinação da PPFD no interior do copado, junto aos cachos, foi também efectuada com o ceptómetro. Os resultados obtidos com este equipamento permitiram evidenciar grandes diferenças entre os copados das duas cotas do terreno, ilustradas na figura 4.7(I), as quais foram responsáveis por uma grande percentagem de explicação da variação total, tanto no pintor (71,9%, quadro AIV.5.3) como na maturação (47,1%, quadro AIV.5.3). Relativamente ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, no período do pintor, a sua contribuição para a variação total foi insignificante (apenas 2,4%, quadro AIV.5.3), mas durante a maturação já foi bastante elevada (20,4%, quadro AIV.5.3). Como se observa na figura 4.7(II), nesta fase do ciclo vegetativo, a percentagem de PPFD interceptada na zona dos cachos das videiras com copado alto quase duplicou em relação à modalidade “baixa”. No que respeita ao efeito da *Calda bordalesa*, bem como das suas interacções com os restantes factores, há a destacar apenas, no período da maturação, a contribuição de 10% da interacção F*C para a variação total (quadro AIV.5.3). Da análise da figura 4.7(III), verifica-se que esse valor se deve, em grande parte, à diferença significativa ($P < 0,05$) que existiu, nas videiras com copado baixo, entre aquelas que foram pulverizadas com calda bordalesa e as testemunha (3,6% vs 7,4% de PPFD, respectivamente). Em contrapartida, nos bardos com forma alta, não se registaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre essas duas modalidades.

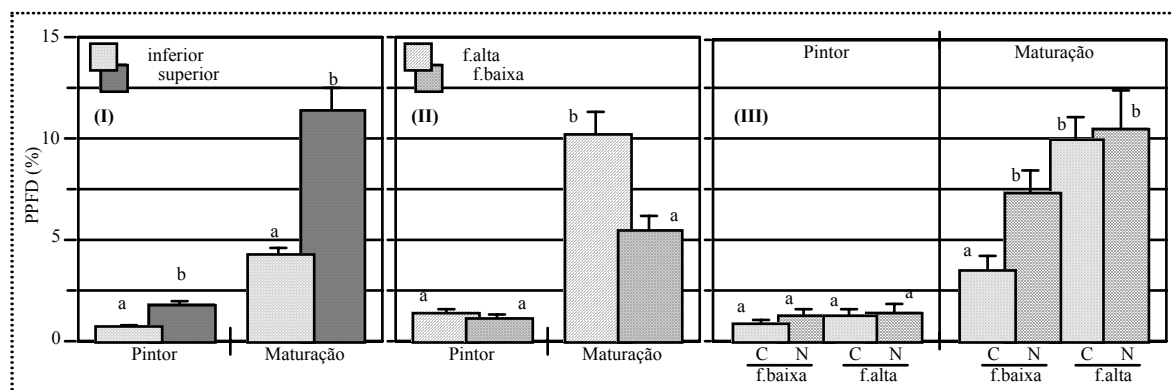


Figura 4.7 - Influência da cota do *Terreno* (I), da *Forma da parede de vegetação* (II) e da interacção *Forma x Calda* (III) na percentagem de PPFD (valores médios afectados do erro padrão, medições efectuada com o ceptómetro) no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor e da maturação, em 1996. Para cada período, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (C: videiras com calda bordalesa; N: videiras controle, relativamente à calda bordalesa).

Em 1996 também se determinou a PPFD como no ensaio anterior, ou seja, usando apenas um sensor quântico ao invés de 80 sensores em linha como acontece na configuração do ceptómetro (*vide* ponto 3.2.2). Contudo, neste ano, por motivos imprevistos, só foi possível efectuar a determinação do período do pintor. Esses dados foram registados em simultâneo com as medições da razão R/FR, estando as respectivas análises de variância apresentadas no quadro AIV.5.4. Nesse quadro é confirmada a elevada contribuição da origem de variação *Terreno* para a variação total da percentagem de PPFD e da razão R/FR, respectivamente 42,8% e 50,1%. Esses valores devem-se às diferenças altamente significativas ($P < 0,001$) entre as condições de luminosidade registadas na zona dos cachos nas videiras das duas cotas do terreno, conforme ilustrado pela figura 4.8(I, III). Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, a maior PPFD ($P < 0,001$) e razão R/FR ($P < 0,05$) registada nas videiras com parede de vegetação alta, relativamente à forma baixa, explicou 8,6% e apenas 2,9% da variação total, respectivamente. Em relação ao efeito da *Calda bordalesa*, nesta altura do ciclo vegetativo, apenas se calcularam diferenças significativas de PPFD entre as videiras localizadas na cota superior do terreno e com forma baixa (figura 4.8(V)), o que contribuiu bastante para que esta interacção de 2º grau ($C \times F \times T$) fosse significativa e explicasse 10% da variação total (quadro AIV.5.4).

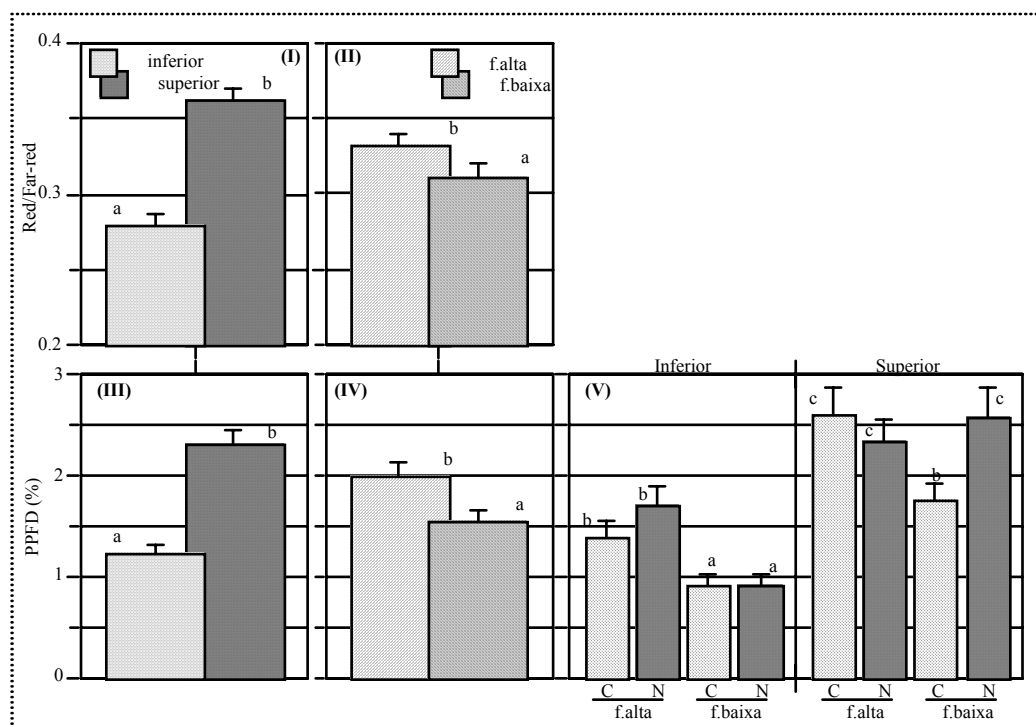


Figura 4.8 - Efeito do *Terreno* (I) e da *Forma da parede de vegetação* (II) na razão R/FR. Efeito do *Terreno* (III), da *Forma da parede de vegetação* (IV) e da interacção *Terreno* × *Forma* × *Calda* (V) na percentagem de PPFD. Os valores médios da razão R/FR e PPFD(%) estão afectados do erro padrão e referem-se a medições efectuadas no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor, em 1996. Para cada período, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (C: videiras com calda bordalesa; N: videiras controle, relativamente à calda bordalesa).

Em 1997, as determinações da percentagem de PPFD, efectuadas com o ceptómetro, confirmaram a maior contribuição relativa da origem de variação *Terreno* para a variação total desse parâmetro, tanto ao pintor (34,0%, quadro AIV.5.5) como à maturação (33,3%, quadro AIV.5.5). A figura 4.9(I) permite visualizar que, em ambos os períodos do ciclo vegetativo, os valores percentuais de PPFD registados nas videiras da cota superior do terreno foram significativamente mais elevados do que na cota inferior do terreno e as diferenças tiveram tendência para aumentar com o decorrer do ciclo vegetativo. Quanto à *Forma da parede de vegetação*, o seu efeito manifestou-se com significância, quer ao pintor quer à maturação, mas o peso para a variação total diminuiu bastante do pintor para a maturação (16,7% para 3,1%, respectivamente, quadro AIV.5.5). Como se observa na figura 4.9(II), calcularam-se as maiores percentagens de PPFD para as videiras com copado alto. No que respeita ao efeito da *Calda bordalesa*, à maturação, há a salientar um maior acréscimo relativo de PPFD nas videiras testemunha, relativamente às videiras tratadas com calda bordalesa (figura 4.9(III)). Essas diferenças, muito significativas, permitiram explicar 6% da variação total (quadro AIV.5.5). A análise de variância destes resultados, obtidos em 1997 com o ceptómetro, permitiu ainda realçar a forte contribuição da interacção *Forma x Calda* no período da maturação. Com efeito, a contribuição dessa origem para a variação total mais do que duplicou em relação ao período do pintor (23,7% vs 9,5%, respectivamente, quadro AIV.5.5). Esse acréscimo traduz as diferenças significativas de percentagem de PPFD que se registaram, nas videiras com copado baixo, entre as modalidades “testemunha” e “calda bordalesa” (figura 4.9(IV)).

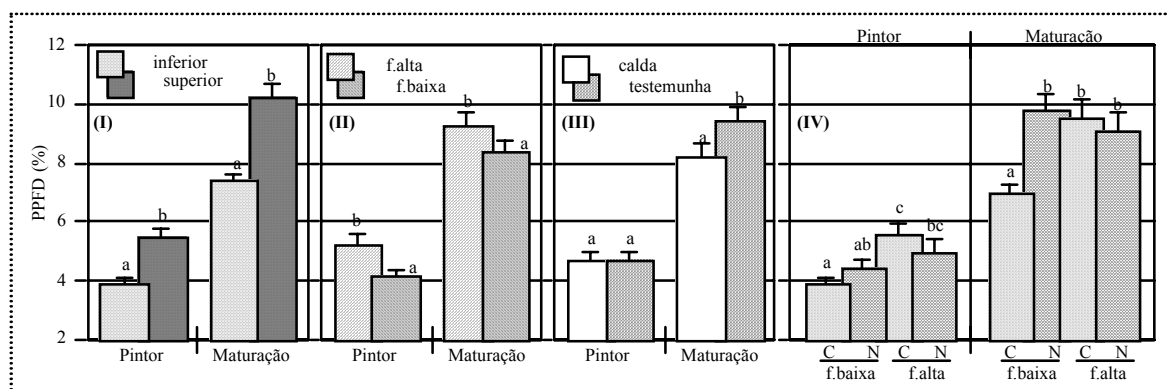


Figura 4.9 - Efeito do *Terreno* (I), da *Forma da parede de vegetação* (II), da *Calda bordalesa* (III) e da interacção *FormaxCalda* (IV) na percentagem de PPFD (valores médios afectados do erro padrão, medições efectuadas com o ceptómetro) no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor e da maturação, em 1997. Para cada período, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (C: videiras com calda bordalesa; N: videiras controle, relativamente à calda bordalesa).

À semelhança dos ensaios anteriores, também em 1997 se fizeram medições da PPFD no interior dos copados, na zona dos cachos, usando um único sensor quântico. As análises de variância relativas ao pintor (quadro AIV.5.6) e à maturação (quadro AIV.5.7) permitiram

concluir que as origens de variação apenas explicaram cerca de 25% da variação total, ficando a restante variabilidade retida no factor residual (74,5% e 77,3%, respectivamente). Em contrapartida, no caso das medições efectuadas com o ceptómetro, em que os processos de aquisição de dados são muito mais automatizados e cada medição resulta da ponderação de 80 sensores diferentes, a percentagem de variação total não explicada pelos factores controlados no ensaio foi muito mais reduzida (quadro AIV.5.5).

Quanto aos valores médios da percentagem de PPFD (sensor quântico), quer as videiras da cota superior do terreno quer os copados com forma alta, permitiram uma maior intercepção da luz pelos cachos (figuras 4.10(IV) e 4.10(V), respectivamente). Relativamente ao efeito da *Calda bordalesa* e da sua interacção com os restantes factores, não foi significativo (quadro AIV.5.6 e AIV.5.7), desapoioando assim alguns dos resultados obtidos com o ceptómetro e já discutidos anteriormente.

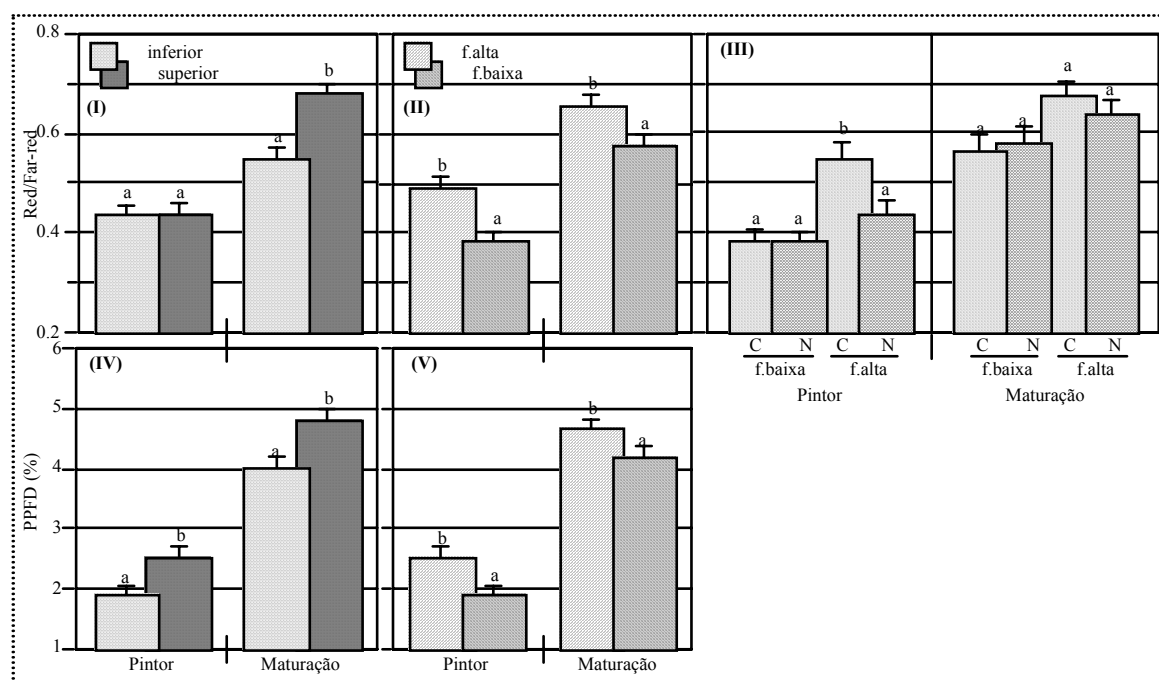


Figura 4.10 - Efeito do *Terreno* (I), *Forma da parede de vegetação* (II) e interacção *Terreno* x *Forma da parede de vegetação* (III) na razão R/FR. Efeito do *Terreno* (IV) e da *Forma da parede de vegetação* (V) na percentagem de PPFD. Os valores médios da razão R/FR e PPFD (%) estão afectados do erro padrão e referem-se a medições efectuadas no interior do copado, ao nível dos cachos, no período do pintor e da maturação em 1997. Para cada período, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05 (C: videiras com calda bordalesa; N: videiras controle, relativamente à calda bordalesa).

No que respeita à razão R/FR, avaliada simultaneamente com a medição da PPFD (sensor quântico) no interior dos copados, as respectivas análises de variância também evidenciaram uma fraca contribuição (cerca de 1/3) das variáveis controladas para a variação total desse parâmetro (quadros AIV.5.5 e AIV.5.6). Quanto à percentagem de variação calculada para cada origem de variação, é de realçar, ao pintor, o efeito nulo do

Terreno, enquanto o efeito da *Forma da parede de vegetação* foi muito significativo e teve um peso de 18,8% na variação total da R/FR. Na figura 4.10(II) nota-se que os maiores valores médios foram registados entre as videiras com parede de vegetação alta. À maturação já se evidenciaram diferenças altamente significativas entre as videiras da cota inferior e da cota superior do terreno (maiores valores de R/FR nesta cota do terreno) e o peso deste efeito para a variação total já foi relativamente elevado (23,1%). Por outro lado, também nesta altura do ciclo vegetativo se continuaram a registar valores de R/FR significativamente inferiores nas videiras com copado baixo, embora a contribuição deste efeito para a variação total tenha decrescido (de 18,8% para 8,3%), em relação ao período do pintor. Quanto ao efeito da *Calda bordalesa*, ao pintor registaram-se diferenças significativas entre as videiras pulverizadas com calda bordalesa e as testemunha (0,47 vs 0,41, respectivamente), embora a contribuição dessas diferenças para a variação total da razão R/FR tenha sido bastante reduzida (4,6%, quadro AIV.5.6). Este valor aumentou ligeiramente (7,3%) quando se analisou o efeito da *Calda bordalesa* em cada forma do copado (interacção C*F), sendo este pequeno acréscimo justificado pelas diferenças significativas que se registaram na modalidade forma “alta” entre as videiras tratadas com calda bordalesa e as videiras testemunha (figura 4.10(III)). À maturação, o efeito da *Calda bordalesa* não teve nenhuma contribuição para a variação total da razão R/FR (quadro AIV.5.7).

4.3. Microclima térmico das folhas

Nos quadros AIV.6.1 a AIV.6.3 são apresentadas as análises de variância dos valores da temperatura das folhas respeitantes às medições efectuadas em 10.7.96, antes do efeito da *Calda bordalesa* ter sido factorialmente introduzido no ensaio. De acordo com esses quadros, nota-se que a temperatura das folhas expostas a NE, quer na medição efectuada às 11 horas (folhas ainda ao Sol) quer às 15 horas (folhas já à sombra), não foi significativamente afectada pelo *Terreno* nem pela *Forma do copado*. Em contrapartida, nas folhas da face SW e interiores, esses efeitos sobre a temperatura das folhas foram mais importantes. No caso do efeito do *Terreno*, a temperatura dessas folhas teve tendência a ser mais baixa nas videiras da cota inferior do terreno (quadro 4.2). Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, apenas na medição da tarde e nas folhas da face SW e interiores se registaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as folhas dos copados com forma baixa e forma alta (quadro 4.2). Nas folhas voltadas a SW, nesse período (15 horas), a temperatura foi ligeiramente mais baixa nos copados com forma baixa (35,2 vs 36,4°C), enquanto entre as folhas interiores se registou um efeito contrário (30,8 vs 29,8°C).

No que respeita ao comportamento geral do microclima térmico das folhas, nesta primeira determinação (10.7.96, quadro 4.2) constatou-se que a temperatura das folhas foi geralmente inferior à do ar, provavelmente devido às taxas de transpiração serem ainda

relativamente elevadas nesta fase do ciclo vegetativo ($4 \text{ a } 7 \text{ mmolH}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Para além disso, também se verificou que a temperatura das folhas do interior do copado era normalmente intermédia da temperatura das folhas exteriores de ambas as faces.

Quadro 4.2 - Efeito da cota do *Terreno* e da *Forma do copado* na temperatura de folhas ($^{\circ}\text{C}$) da face NE e SW do copado, bem como de folhas interiores, em 10.7.96 quando ainda não se tinha aplicado a calda bordalesa. As medições realizaram-se às 11 horas (face NE exposta ao Sol) e às 15 horas (face SW exposta ao Sol). Os valores representam a média de 29 folhas por cota do terreno e por *Forma do copado*. Valores da mesma coluna/efeito com pelo menos uma letra comum não são significativamente diferentes ($P>0,05$), segundo o teste de Duncan.

Período do dia	11 horas ($T_a = 31^{\circ}\text{C}$)			15 horas ($T_a = 37^{\circ}\text{C}$)		
Face do copado	SW	Interior	NE	SW	Interior	NE
Efeito do <i>Terreno</i>						
cota inferior (I)	24,2 a	25,7 a	28,5 a	35,1 a	30,2 a	29,9 a
cota superior (S)	25,5 b	26,7 b	28,6 a	36,5 b	30,4 a	30,1 a
Efeito da <i>Forma</i>						
forma alta (A)	24,7 a	26,1 a	28,2 a	36,4 b	29,8 a	30,1 a
forma baixa (B)	25,0 a	26,3 a	28,8 a	35,2 a	30,8 b	30,0 a
Interacção T*F						
IxA	24,0 a	25,5 a	28,6 a	35,6 a	30,5 a	29,9 a
IXB	24,5 a	25,9 ab	28,6 a	34,7 a	29,9 a	30,0 a
SxA	25,5 a	26,3 b	29,1 a	37,2 a	31,1 a	30,3 a
SxB	25,0 a	27,1 c	28,0 a	35,7 a	29,8 a	29,9 a

Nos quadros AIV.6.4 a AIV.6.6 apresentam-se as análises de variância dos valores da temperatura das folhas expostas a NE, SW e interior, respeitantes às medições efectuadas em 23.7.96 (11 e 15 horas), depois do efeito da *Calda bordalesa* ter sido factorialmente introduzido no ensaio há poucos dias. Nestes quadros é notória e geral a elevada contribuição do efeito do *Terreno* para a variação total da temperatura das folhas. Corroborando as medições anteriores (quadro 4.2), verificou-se que a temperatura foliar foi geralmente mais elevada nas videiras da cota superior do terreno (figura 4.11(I,V). Relativamente ao efeito da *Forma do copado*, a sua contribuição para a variação total da temperatura das folhas foi maior na medição das 15 horas (6,9%-NE; 23,4%-SW; 13,6%-interior, quadros AIV.6.4 a AIV.6.6, respectivamente). Observando a figura 4.11(VI), verifica-se que nesse período a temperatura das folhas foi sempre mais elevada nos copados com forma alta, sendo a diferença elevada entre folhas voltadas a SW, precisamente as que nessa altura do dia recebiam a incidência directa dos raios solares.

Quanto à influência da *Calda bordalesa* (em 23.7.96), constatou-se, em geral, uma contribuição com significância do seu efeito para a redução da temperatura das folhas, se bem que com um peso relativamente reduzido para a variação total, nunca ultrapassando os 5,8% (quadros AIV.6.4/5/6). Analisando a interacção *Calda x Terreno*, verifica-se que, em relação ao efeito isolado da *Calda bordalesa*, a percentagem de variação total explicada teve um aumento apreciável, em grande parte justificado pelas maiores diferenças de

temperatura que se calcularam, nas videiras da cota superior do terreno, entre as folhas tratadas com calda bordalesa e as folhas testemunha, particularmente nas folhas da face SW dos copados (figura 4.11(IV,VIII)).

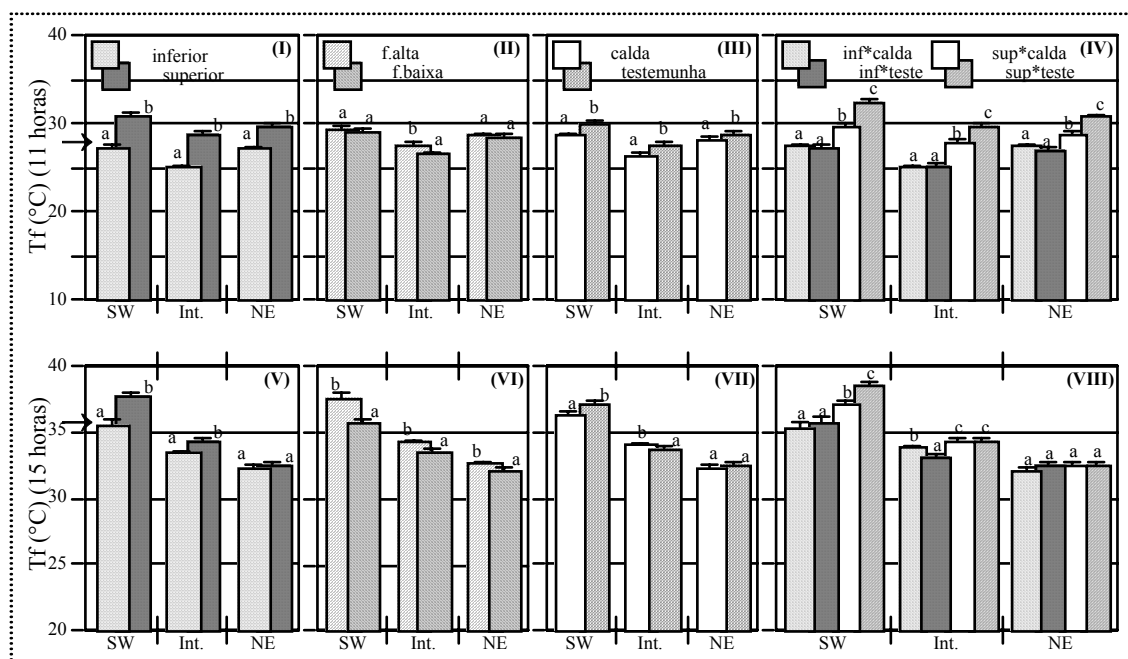


Figura 4.11 - Temperatura média (afetada do erro padrão) das folhas (Tf), posicionadas no interior e nas faces NE e SW do copado, em dois períodos distintos do dia (11 e 15 horas, 23.7.96), para as origens de variação *Terreno* (I,V), *Forma* (II,VI), *Calda bordalesa* (III,VII) e interação *Terreno x Calda* (IV,VIII). Para cada posição da folha no copado, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05. As setas junto à escala de temperatura indicam a temperatura média do ar no momento da determinação do microclima térmico das folhas.

Ainda em 1996, já em período de maturação adiantada (3.9.96), procedeu-se à medição da temperatura foliar, apenas no período da tarde e em folhas da face NE e SW do copado. Quanto à temperatura das folhas voltadas a NE, já em condições de sombra, notou-se que a percentagem de variação total explicada pelas origens de variação em análise (quadro AIV.6.7) foi relativamente reduzida (19,5%). Dentro desta variação apenas se pode destacar o efeito altamente significativo do *Terreno*, responsável por 7,4% da variação total, embora a diferença média de temperatura entre as folhas da cota superior ($27,7 \pm 0,12^\circ\text{C}$, $n=120$) e da cota inferior ($27,1 \pm 0,12^\circ\text{C}$, $n=120$) fosse muito reduzida e provavelmente sem nenhum significado biológico. É de salientar que estas temperaturas eram sensivelmente iguais às da temperatura do ar ($27,4^\circ\text{C}$) no momento. No que respeita à temperatura das folhas da face SW do copado, expostas ao Sol, quase todas as origens de variação foram significativas (quadro AIV.6.7), embora a contribuição de cada uma delas para a variação total tenha sido também muito pequena. No caso do efeito do *Terreno*, a maior temperatura das folhas das videiras da cota superior (estas folhas estavam em média $0,8^\circ\text{C}$ mais quentes do que as

folhas das videiras da cota inferior), explicou apenas 3,1% da variação total, enquanto, no caso do efeito da *Forma da parede de vegetação*, a menor temperatura dos copados com forma baixa ($34,4 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, $n=120$), em relação à forma alta ($35,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, $n=120$), só explicou 1,8% dessa variação. A calda bordalesa permitiu em geral um menor aquecimento das folhas ($34,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ nas folhas com calda bordalesa vs $35,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ nas folhas testemunha), sendo o seu efeito responsável por 3,9% da variação total. Nestes resultados verificou-se ainda que este efeito da *Calda bordalesa* variou significativamente com a forma do copado, permitindo esta interacção explicar 15,5% da variação total. De facto, enquanto nas videiras com copado alto não se registaram diferenças significativas entre as folhas com e sem calda bordalesa ($35,2 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ e $34,9 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente), nas videiras com copado baixo essas diferenças ($33,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ e $35,5 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente) foram altamente significativas ($P < 0,001$).

No ensaio de 1997 a determinação do microclima térmico foliar foi prioritariamente orientada no sentido de melhor explorar as eventuais diferenças de temperatura entre as folhas com e sem calda bordalesa. As medições efectuadas sobre as videiras da cota inferior do terreno, cujos valores médios estão apresentados no quadro 4.3, permitiram constatar, em condições de incidência directa dos raios solares, que a temperatura das folhas tratadas com calda bordalesa era significativamente mais baixa do que a das folhas testemunha. Pelo contrário, nas folhas à sombra não se registaram quaisquer diferenças significativas entre essas duas modalidades.

Quadro 4.3 - Valores médios, afectados do erro padrão, da temperatura foliar medida em folhas com (C) e sem (N) calda bordalesa e respectiva comparação de médias, segundo o teste-t (é indicado o valor calculado de t-student e entre parêntesis o respectivo nível de significância).

Datas	Período do dia (h)	Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	Exposição	n	Temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$)		teste-t
					C	N	
23.7.97	14:30	32,2	sol	55	$38,0 \pm 0,3$	$39,0 \pm 0,3$	2,54 (*)
4.8.97	12:30	30,5	sol	35	$33,5 \pm 0,3$	$36,9 \pm 0,4$	9,57 (***)
	12:30	30,5	sombra	10	$28,2 \pm 0,3$	$28,3 \pm 0,2$	0,29 (ns)
	14:30	34,0	sol	35	$34,5 \pm 0,2$	$36,5 \pm 0,4$	4,08 (***)
5.8.97	11:30	29,2	sol	35	$31,7 \pm 0,4$	$34,9 \pm 0,3$	7,24 (***)
	11:30	29,2	sombra	10	$28,5 \pm 0,2$	$28,8 \pm 0,2$	0,90 (ns)
	14:30	34,1	sol	35	$34,9 \pm 0,3$	$37,5 \pm 0,4$	5,95 (***)
	16:30	36,5	“	35	$36,0 \pm 0,3$	$38,6 \pm 0,3$	5,95 (***)

Em 1997 tivemos ainda a possibilidade de medir directamente a temperatura de duas folhas com idade e exposição ao Sol similar, uma tendo sido pulverizada com calda bordalesa e outra não. O registo desses valores, minuto a minuto, durante parte de um dia (figura 4.12), e posteriormente durante 24 horas (figura 4.13), foi feito com dois sensores fixados à pagina abaxial das folhas com uma fita adesiva microporosa (MicroporeTM) e

ligados a duas mini-estações automáticas (OM-NOMAD™ Datalogger, Omega®, USA). Ressaltando o facto do comportamento térmico de cada folha não ter sido analisado estatisticamente, através dessas figuras constatamos, que durante os períodos do dia com maior luminosidade, as folhas pulverizadas com calda bordalesa estiveram menos quentes, enquanto, ao princípio e fim do dia ou mesmo quando o céu estava encoberto, como imprevisivelmente aconteceu na tarde do dia em que se registaram os valores apresentados na figura 4.12, as diferenças de temperatura entre essas folhas tornam-se praticamente nulas e similares à temperatura do ar. Em grande parte, estes resultados comprovam a mesma tendência dos que foram apresentados no quadro 4.3, respeitantes às medições da temperatura das folhas com o termómetro de infravermelhos.

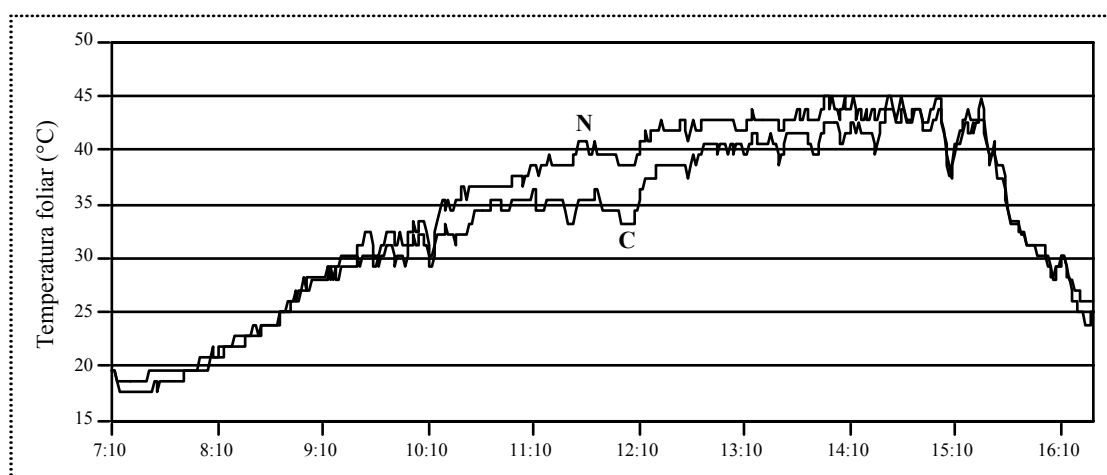


Figura 4.12 - Evolução da temperatura duma folha com calda bordalesa (C) e duma folha testemunha (N) durante parte de um dia, minuto a minuto, num dia tipicamente de Verão. Neste dia, ao princípio da tarde o céu começou a encobrir rapidamente, culminando às 16:15 horas numa trovoada (23.7.97).

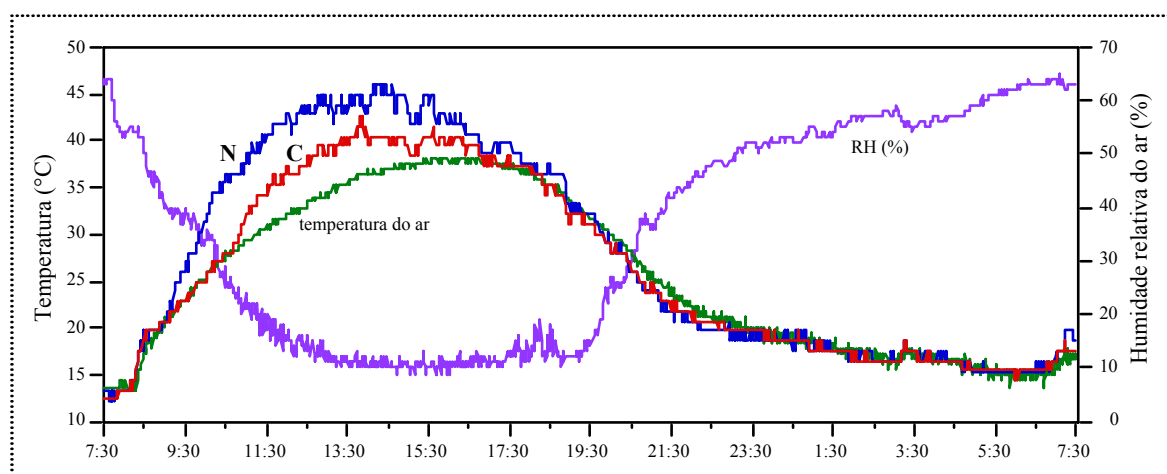


Figura 4.13 - Evolução da temperatura duma folha tratada com calda bordalesa (C) e duma folha testemunha (N) durante 24 horas, minuto a minuto, num dia tipicamente de Verão (4.8.97). Como referência apresenta-se a evolução da temperatura e humidade relativa do ar no local e no mesmo período.

4.4. Radiação transmitida e reflectida pelas folhas

No quadro AIV.7.1 são apresentadas as análises de variância dos valores da PPFD e razão R/FR medidos sob as folhas, no período do pintor de 1996. Aí se verifica que as origens de variação principais *Terreno* e *Calda bordalesa*, para além de terem sido altamente significativas, absorveram a maior parte da variação ocorrida nos valores da PPFD, isto é, 55,3% dos 80,3% explicado por todas as origens de variação. Em termos médios (quadro 4.4), aquele valor traduz, ao nível do efeito do *Terreno*, uma maior permeabilidade da luz nas folhas da cota superior (cerca de mais 32% do que nas folhas da cota inferior) enquanto, ao nível do efeito da *Calda bordalesa* nas folhas com esse tratamento, a luz transmitida foi manifestamente menor (menos 45,8%) do que nas folhas testemunha. Relativamente a este efeito, verificou-se ainda que esse decréscimo foi particularmente mais acentuado entre as videiras conduzidas em sebe baixa (quadro 4.4). Como se observa no quadro AIV.7.1, esta interacção (C*F), para além de muito significativa ($P < 0,01$), permitiu explicar 5,3% da variação total.

Quadro 4.4 - Efeito da cota do *Terreno*, da *Calda bordalesa* e da *Forma do copado* na PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) na razão *red/far-red* transmitida pelas folhas expostas da cv. Touriga Nacional, no período do pintor de 1996. Valores médios da mesma coluna/efeito com pelo menos uma letra comum não são significativamente diferentes ($P > 0,05$), segundo o teste de Duncan.

Origem de variação	Tratamento	n	PPFD	R/FR
Efeito do <i>Terreno</i>	cota inferior (I)	60	94,5 a	0,356 a
	cota superior (S)		124,5 b	0,397 b
Efeito da <i>Forma do copado</i>	forma alta (A)	60	106,7 a	0,364 a
	forma baixa (B)		112,0 a	0,389 b
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda (C)	60	88,8 a	0,360 a
	testemunha (N)		129,5 b	0,393 b
Interacção F*T	IxA	30	99,7 ab	0,352 a
	IXB		89,2 a	0,359 a
	SxA	30	113,7 b	0,375 a
	SxB		135,6 c	0,420 b
Interacção C*T	IXC	30	71,7 a	0,328 a
	IXN		117,2 a	0,384 b
	SxC	30	106,6 a	0,393 b
	SxN		141,8 a	0,401 b
Interacção C*F	BxC	30	85,2 a	0,360 a
	BxN		137,9 c	0,417 b
	AxC	30	92,3 a	0,360 a
	AxN		121,1 b	0,368 a

Quanto à análise de variância dos valores da razão R/FR sob as folhas (quadro AIV.7.1), os efeitos do *Terreno* e da *Calda bordalesa* foram também altamente significativos ($P < 0,001$) e explicaram 16,3% e 9,7%, respectivamente, da variação total desse parâmetro. Como se observa no quadro 4.4, as folhas das videiras da cota inferior do terreno, foram proporcionalmente menos permeáveis à radiação *red* do que à radiação *far-red*, do que resultou uma menor razão R/FR (menos 11,5%) sob essas folhas, relativamente às folhas das videiras da cota superior do terreno. Do mesmo modo, sob as folhas com calda bordalesa,

especialmente nas videiras da cota inferior do terreno (C*T), notou-se que a razão R/FR foi significativamente inferior à registada sob as folhas testemunha. Nestas determinações verificou-se ainda que, sob as folhas das videiras com forma alta, os valores médios da razão R/FR eram ligeiramente inferiores (0,364 vs 0,389, respectivamente, $P < 0,01$) aos da forma baixa. Estas diferenças foram particularmente mais notórias entre as videiras da cota superior do terreno (quadro 4.4).

Em 1997 procurou-se conhecer a percentagem de PPFD transmitida, reflectida e absorvida pelas folhas, com ou sem calda bordalesa, em condições de irradiância fotónica saturante. De acordo com os resultados apresentados no quadro 4.5, a presença dos resíduos de calda bordalesa sobre as folhas aumentou significativamente o seu poder reflector. Enquanto nas folhas testemunha se mediu em média $139,0 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de PPFD reflectida, naquelas folhas mediu-se $207,9 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, o que corresponde a um aumento de 50% de poder reflector. Em consequência, a PPFD absorvida pelas folhas com calda bordalesa reduziu-se significativamente ($1180 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vs $1241 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de PPFD absorvida pelas folhas testemunha), o mesmo sucedendo à PPFD transmitida por essas folhas ($53 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ vs $86 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de PPFD transmitida pelas folhas testemunha).

Quadro 4.5 - Valores médios de 44 folhas, afectados do erro padrão, da percentagem de PPFD reflectida, absorvida e transmitida em folhas com e sem calda bordalesa e respectiva comparação de médias, segundo o teste-t (é indicado o valor calculado de *t-student* e entre parêntesis o respectivo nível de significância).

		calda bordalesa	testemunha	teste-t
PPFD (%)	Reflectida	14,5±0,4	9,6±0,3	9,8 (***)
	Absorvida	81,9±0,4	84,6±0,3	5,4 (***)
	Transmitida	3,6±0,1	5,8±0,1	11,9 (***)

4.5. Trocas gasosas de folhas expostas

As trocas gasosas de CO_2 e vapor de água foram medidas periodicamente ao longo do período estival, coincidindo em geral com os estados fenológicos do pintor e da maturação nos três anos de ensaios. As medições foram feitas em folhas expostas a níveis de irradiância fotónica acima do ponto de saturação para a fotossíntese ($800 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, Lopes, 1994).

Os dias das determinações em cada ano estão assinalados nas figuras 4.14, 4.17 e 4.25, respectivamente. Com estas representações pretende-se, de uma forma muito abrangente, mostrar qual foi a importância relativa de cada origem de variação para a variação total (calculada de acordo com o modelo representado no quadro 3.2) da fotossíntese líquida e condutância estomática ao princípio da manhã, quando o Sol iluminava já directamente as folhas, e ao princípio da tarde, no período de maior calor, à medida que o período estival ia decorrendo. Posteriormente, sobre alguns desses dias far-se-à uma análise mais detalhada da actividade fisiológica das folhas ao longo do dia, relativamente àqueles e a outros

parâmetros obtidos em cada medição das trocas gasosas, incluindo os de natureza ambiental.

• Ensaio de 1995

De um modo geral, quando havia apenas dois factores em análise (*Terreno*, *Forma* e respectiva interacção), constatou-se, através da análise à figura 4.14, que durante o período estival a variação da fotossíntese líquida e condutância estomática foi melhor explicada pelos efeitos desses factores no período da manhã do que no período da tarde, embora mesmo nesse período a variância residual tenha sido também muito elevada (superior a 50%). Também se observa na figura 4.14 que o efeito do *Terreno* na variação de A e g_s foi mais notório nas determinações efectuadas no princípio do período estival. A partir de 3.8.95, com excepção da determinação efectuada em 18.8.95, cujas medições foram feitas em condições de luminosidade muito instável, grande parte da variação total explicada pelos referidos parâmetros fisiológicos foi atribuída ao efeito da *Forma da parede de vegetação*. Em 1.9.95, no período de medições das 9-10 horas, o efeito do *Terreno* ainda teve algum peso apreciável na variação total de A e g_s (16,9% e 12,8%, respectivamente), embora ligeiramente inferior ao calculado para o efeito da *Forma* (24,9% e 32,8%, respectivamente). Enquanto nesta origem de variação estas percentagens de variação total estiveram relacionadas com as mesmas diferenças qualitativas registadas anteriormente entre as videiras com forma baixa *versus* forma alta, as calculadas para o efeito do *Terreno* expressaram a maior capacidade fotossintética e condutância estomática das folhas das videiras da cota inferior do terreno em relação à cota superior.

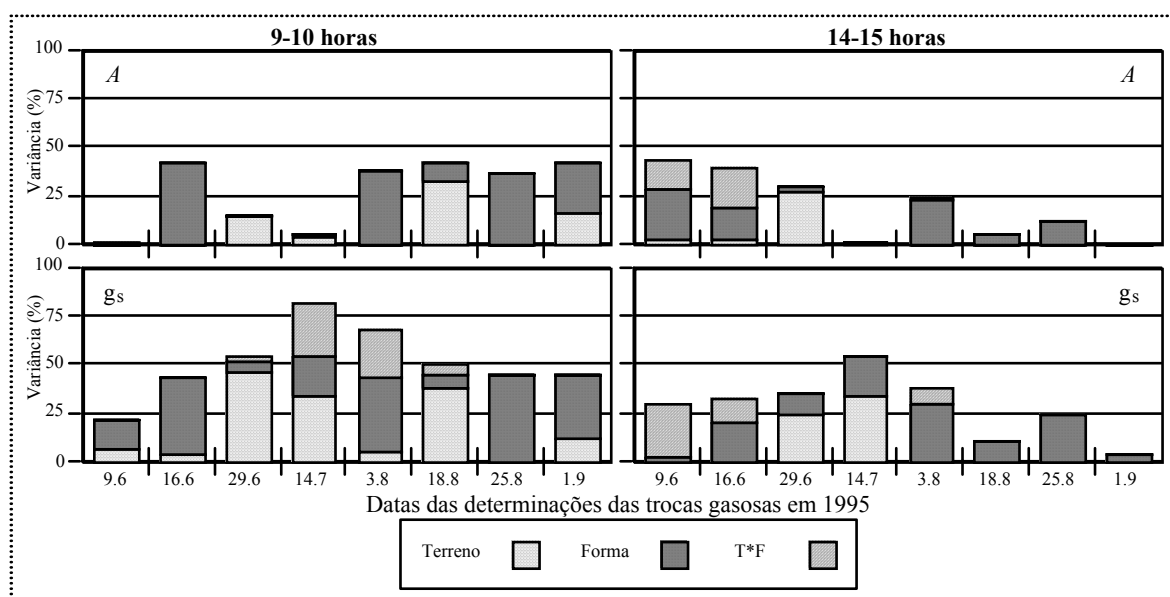


Figura 4.14 - Distribuição relativa das componentes de variância para as variáveis fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (g_s), em dois períodos distintos dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas, tendo como origens de variação o *Terreno* (T), *Forma* (F) e respectiva interacção.

Dentre as várias datas de medição das trocas gasosas em 1995 (figura 4.14) pretende-se discutir mais detalhadamente os resultados das medições feitas em 29 de Junho e 3 e 25 de Agosto, por considerarmos os resultados das medições destes dias, em qualquer dos períodos diurnos, bastante representativos do que foi globalmente registado neste primeiro ensaio. Nos quadros AIV.8.1 a AIV.8.9, em anexo, estão apresentadas as análises de variância dos parâmetros ambientais e fisiológicos registados em cada período de medição (9-10 horas; 14-15 horas; 17-18 horas) para cada um desses dias.

No que concerne às determinações efectuadas em 29 de Junho (quadros AIV.8.1 a AIV.8.3), praticamente ainda no princípio do período estival, o efeito do *Terreno* manifestou-se geralmente com significância e com um peso bastante elevado para a variação total, especialmente nas medições efectuadas ao princípio da manhã e da tarde. Duma forma geral, esse efeito traduziu-se por uma maior condutância estomática (g_s) nas folhas das videiras da cota superior do terreno (figura 4.15(V)). A taxa de transpiração (E) teve um comportamento relativamente parecido ao da g_s (figura 4.15(IV)), o mesmo acontecendo com a fotossíntese líquida (figura 4.15(VI)). Aliás, esta similaridade de comportamentos entre estes três parâmetros é salientada pelos coeficientes de correlação positivos ($r > 0,9$) e altamente significativos que se calcularam para as folhas de cada cota do terreno, principalmente nas medições efectuadas na parte da tarde. Em termos de eficiência intrínseca do uso em água (A/g_s), os valores calculados em 29.6.95 foram significativamente mais elevados nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (figura 4.15(IX)), tendo as diferenças entre as duas cotas permitido explicar 42,9%, 28,6% e 15,1% da variação total nos três períodos sucessivos de medição do dia 29.6.95 (quadros AIV.8.1 a AIV.8.3). Nesta data verificou-se ainda que a C_i foi ligeiramente mais elevada nas folhas que evidenciaram maior capacidade fotossintética e simultaneamente menores limitações estomáticas às trocas gasosas (figura 4.15).

Relativamente às medições efectuadas já em pleno período estival (3 e 25 de Agosto), com as videiras em situação de maior *stress* hídrico em relação à data anteriormente discutida (29.6.95), as respectivas análises de variância (quadros AIV.8.4 a AIV.8.9) permitiram salientar que o efeito do *Terreno* se manifestou em geral não significativo e com uma contribuição muito reduzida para a variação total, em qualquer um dos parâmetros fisiológicos analisados. No caso dos parâmetros ambientais (PPFD e T_a), o efeito do *Terreno* foi significativo e, em alguns dos períodos de medição desses dias, teve um peso assinalável para a respectiva variação total (quadros AIV.8.4 a AIV.8.9). Contudo, devido provavelmente às reduzidas diferenças médias nessas grandezas (diferenças inferiores a $100 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na PPFD e 2°C na T_a) e ao facto das medições terem sido todas feitas em folhas sob irradiância fotónica saturante, tais valores relativos não terão sido suficientes para influenciar

significativamente o comportamento fisiológico das videiras duma cota do terreno em relação à outra.

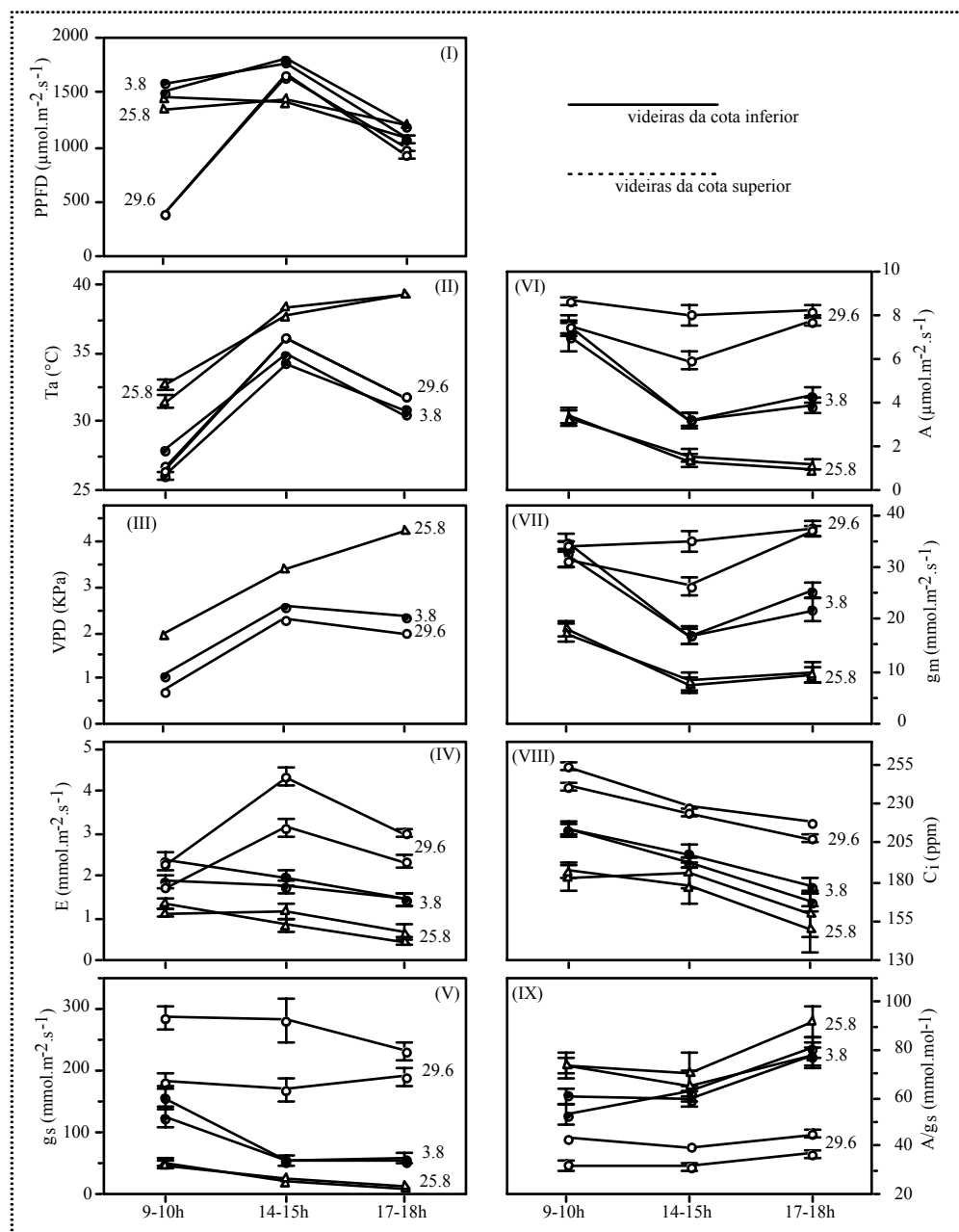


Figura 4.15 - Influência do *Terreno* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos distintos do dia, em 29.6.95, 3.8.95 e 25.8.95. Os valores médios estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo). O défice de pressão de vapor de água do ar (VPD), representado neste gráfico e nos seguintes, foi calculado a partir dos dados da temperatura e humidade relativa do ar registados por uma estação meteorológica instalada próximo da parcela.

Quanto à *Forma da parede de vegetação*, nas determinações efectuadas em 29 de Junho, esta origem de variação apenas se manifestou com significância elevada, e com um peso considerável para a variação total das grandezas fisiológicas, no terceiro período de medições do dia (17-18 horas) (quadros AIV.8.1 a AIV.8.3). Em termos médios, o que se constatou neste período foram valores de condutância estomática mais elevados ($P < 0,001$)

nas folhas das videiras com parede de vegetação baixa (figura 4.16(V)). Esta tendência já se tinha observado no período anterior (14-15 horas) e nas determinações efectuadas em 16 de Junho. Também no período das 17-18 horas a actividade fotossintética das folhas das videiras com sebe baixa foi significativamente superior ($P < 0,001$) (figura 4.16(VI)), permitindo a variação total, resultante destas diferenças, explicar 32,8% (quadro AIV.8.3). É de acrescentar que, já no período 14-15 horas, foi naquelas folhas que se registaram maiores taxas de assimilação líquida de CO_2 , embora as diferenças não tenham sido significativas e a contribuição para a variação total tenha sido praticamente nula (2,4%).

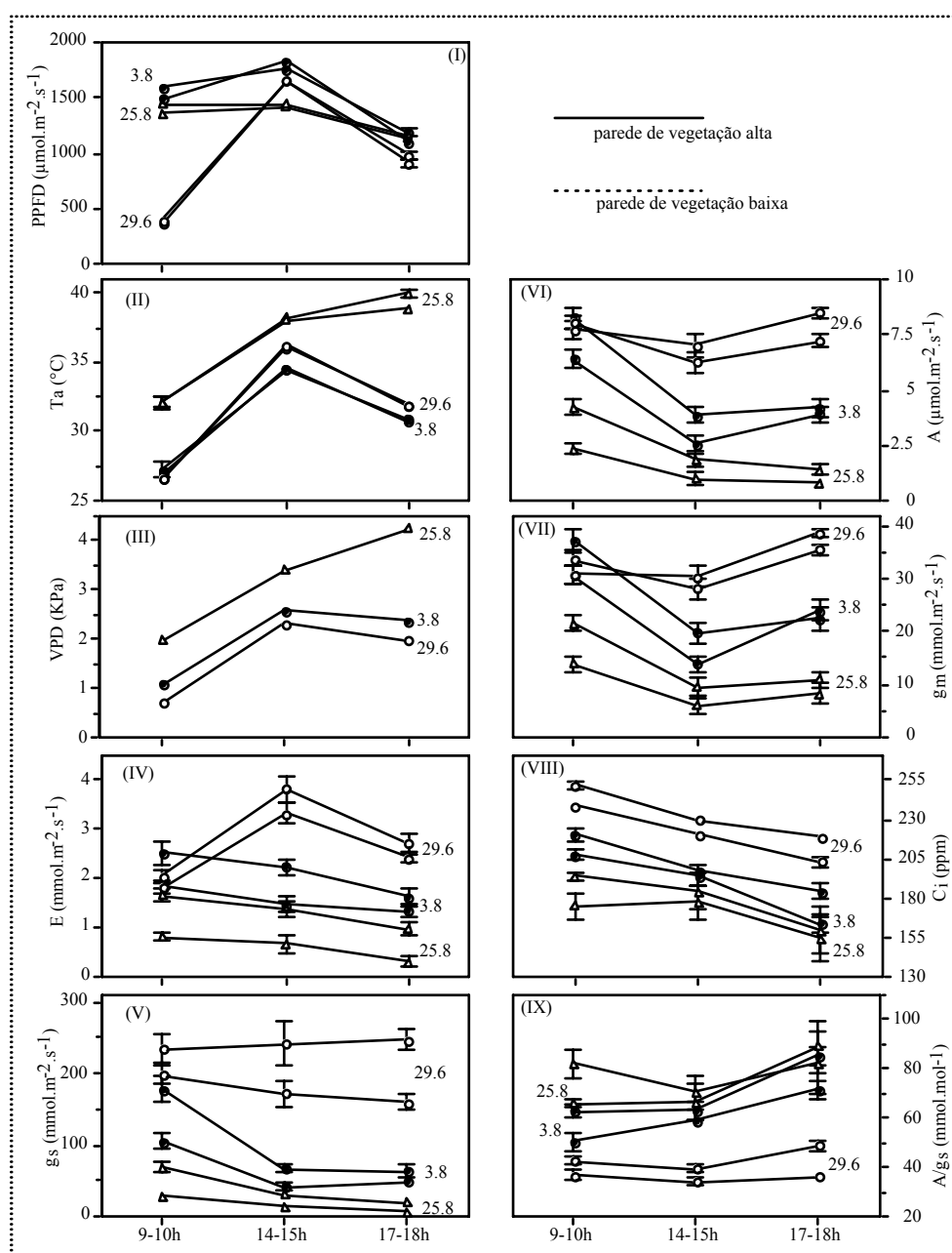


Figura 4.16 - Influência da *Forma da parede de vegetação* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos distintos do dia, em 29.6.95, 3.8.95 e 25.8.95. Os valores médios estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Quanto à A/g_s , em qualquer um dos períodos do dia 29 de Junho, calcularam-se valores significativamente mais elevados na modalidade “alta” do que na modalidade “baixa” (figura 4.16(IX)), particularmente nas medições do período 17-18 horas em que tais diferenças explicaram 41,9% da variação total desse parâmetro (quadro AIV.8.3). Já no que toca à C_i , os maiores valores foram registados nas folhas das videiras com copado baixo (figura 4.16(VIII)), onde a condutância estomática foi mais elevada.

Nas medições efectuadas em Agosto, constatámos a elevada contribuição do efeito da *Forma da parede de vegetação* para a variação total da maioria dos parâmetros fisiológicos analisados (quadro AIV.8.4 a AIV.8.9), traduzida em diferenças muito expressivas entre as duas formas da parede de vegetação. Da análise à figura 4.16, verifica-se que as folhas das videiras com forma baixa se caracterizaram por maiores condutâncias estomáticas e simultaneamente maiores taxas fotossintéticas, embora não proporcionalmente tão elevadas, já que a A/g_s foi em geral significativamente superior nas folhas das videiras com sebe alta do que com sebe baixa. Da análise aos quadros AIV.8.4 a AIV.8.9, relativas às determinações efectuadas em Agosto, constatou-se ainda que as percentagens de variação explicada pelo efeito da *Forma*, assim como o respectivo nível de significância, relativamente às variáveis g_s , g_m e A , foram substancialmente mais elevadas na medição do período da manhã do que nas medições da tarde, um período em que o défice de pressão de vapor de água no ar era muito mais elevado (figura 4.16(III)). Como se certifica pela observação da figura 4.16, tais valores expressam as maiores diferenças que se registaram no período 9-10 horas, relativamente aos períodos 14-15 horas e 17-18 horas, entre as folhas das videiras com sebe baixa *versus* sebe alta.

• Ensaio de 1996

As várias datas de medição das trocas gasosas efectuadas no ensaio de 1996 estão assinaladas na figura 4.17. Enquanto nas primeiras quatro datas de medição (até 17 de Julho inclusivé) as videiras do ensaio estavam apenas sob o efeito dos factores *Terreno* e *Forma da parede de vegetação*, nas seguintes já existia também, factorialmente, o efeito da *Calda bordalesa* (a sua aplicação fez-se a 19 de Julho).

Da análise à figura 4.17, deduz-se que, na generalidade dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas, os efeitos do *Terreno* e da *Forma do copado* tiveram uma contribuição bastante assinalável para a variação total da A e g_s . Em percentagens muito mais reduzidas, mas com importância significativa, destacou-se ainda o efeito da *Calda bordalesa* na variação total da A , especialmente no período de maior calor, e, tanto para a A como para a g_s , o efeito da interacção *Calda x Forma*. Comparando os dois períodos de medição (9-10h vs 14-15h), verifica-se que as origens de variação que incluem o factor *Calda*

parecem ter sido mais determinantes da variação desses parâmetros fisiológicos no período da tarde do que no período da manhã.

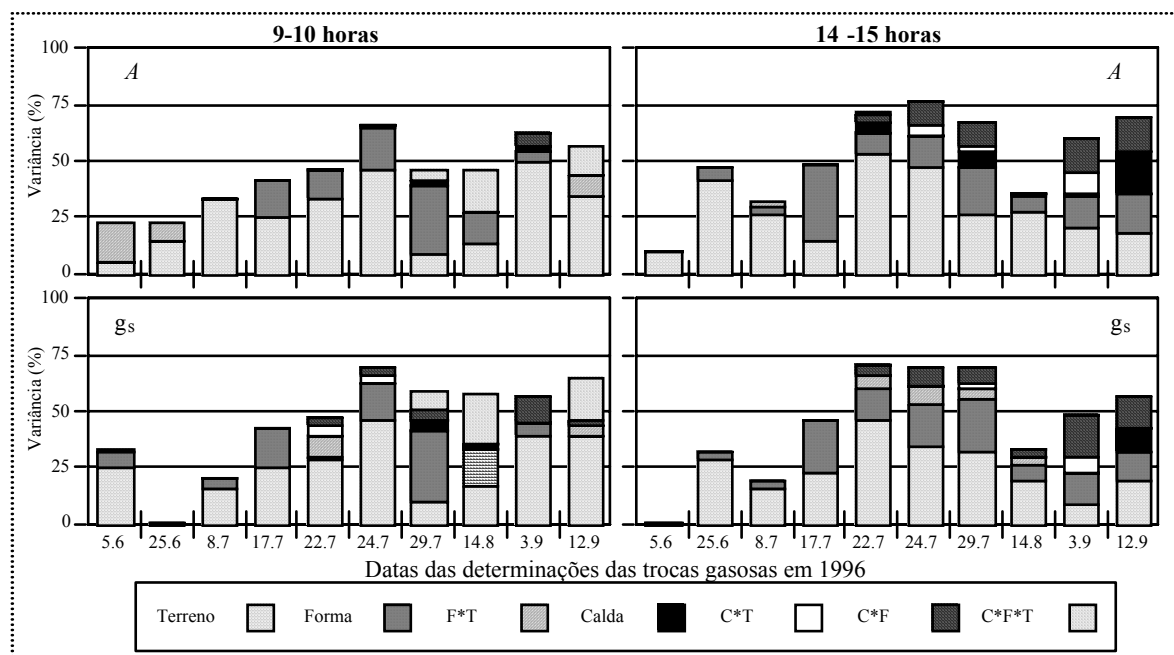


Figura 4.17 - Distribuição relativa das componentes de variância para as variáveis fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (g_s), em dois períodos distintos dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas, tendo como origens de variação o *terreno* (T), *forma* (F) e respectiva interação até 17.7.96 inclusivé, e *terreno* (T), *forma* (F), *calda bordalesa* (C) e respectivas interações a partir de 22.7.96.

Nos quadros AIV.9.1 a AIV.9.10, em anexo, estão apresentadas as análises de variância, para cada período de medição, dos parâmetros ambientais e fisiológicos registados em 8 e 29 Julho e 12 de Setembro de 1996. Os resultados obtidos em 8 de Julho reflectem o comportamento das videiras em situações de fracas limitações ao normal funcionamento das trocas gasosas das folhas das videiras do ensaio, relativamente a fases posteriores do ciclo vegetativo. Conforme se observa nos gráficos da figura 4.18, os valores médios da fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração não decresceram muito acentuadamente ao longo desse dia. No caso da transpiração, no período de determinações das 14-15 horas, as suas taxas até aumentaram, comparativamente às medições do período da manhã, seguindo muito de perto a evolução da radiação solar e temperatura do ar. Pelo contrário, os resultados obtidos em 29.7.96 e 12.9.96 (figuras 4.19 e 4.20) mostraram, particularmente nos períodos do dia em que o déficit de pressão de vapor de água do ar foi mais elevado, uma nítida depressão das taxas de assimilação líquida de CO_2 e um acréscimo substancial da eficiência intrínseca do uso de água. Num e noutro parâmetro, as limitações estomáticas exerceram uma influência decisiva. Esta constatação é baseada nos coeficientes de correlação altamente significativos que se calcularam entre a A e a g_s ($r \approx +0,95$) e entre a A/g_s e g_s ($r \approx -0,88$) nas medições efectuadas, nessas datas, no período do meio-dia solar.

Quanto à influência do *Terreno* sobre as trocas gasosas, as análises de variância das determinações efectuadas em 8.7.96 (quadros AIV.9.1/2/3) permitiram evidenciar que o peso desta origem de variação, na variação total da fotossíntese líquida e da condutância estomática, foi significativo e relativamente elevado. Na figura 4.18 vê-se que, ao longo dos três períodos do dia, foi nas folhas das videiras da cota inferior do terreno que se registaram os maiores valores médios de condutância estomática e actividade fotossintética. Todavia, em termos de A/g_s o comportamento das folhas duma cota em relação à outra não foi significativamente distinto (figura 4.18(VIII)). Idêntica conclusão foi retirada em relação à C_i , embora a tendência fosse no mesmo sentido do que se observou em relação à assimilação líquida de CO_2 (figura 4.18(VII)).

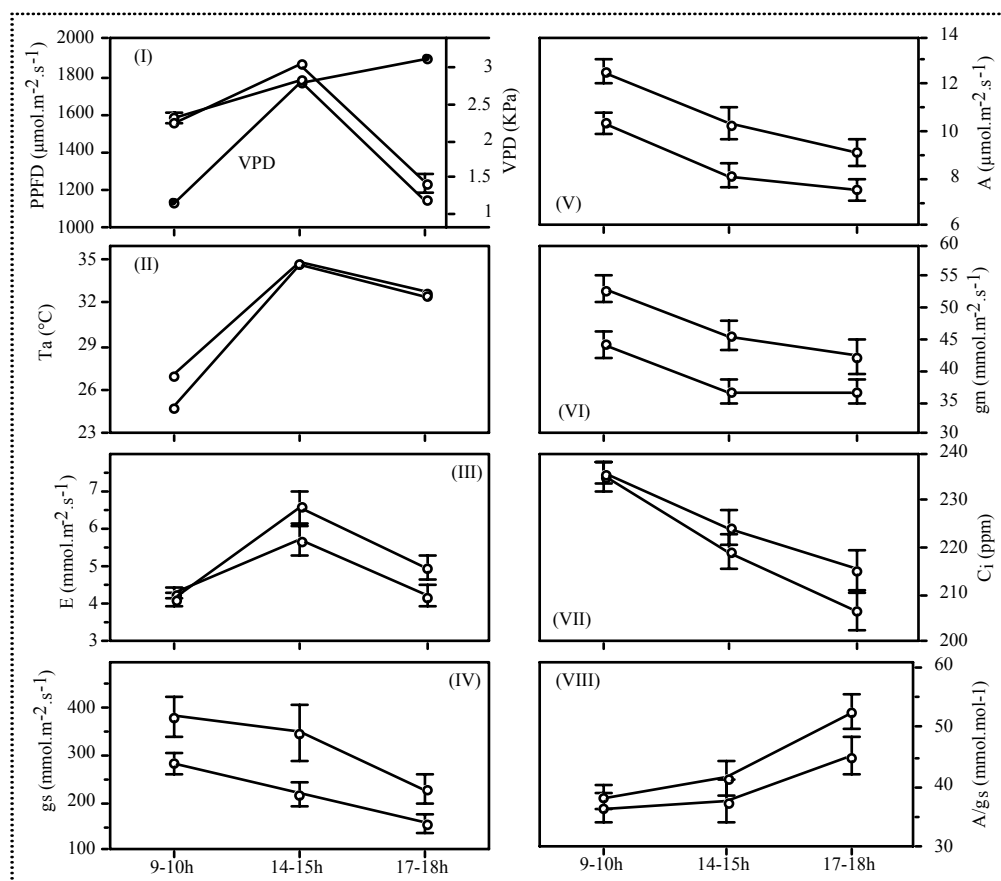


Figura 4.18 - Influência do *Terreno* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos do dia 8.7.96 (videiras da cota inferior e cota superior - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=16$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Relativamente aos resultados de 29.7.96, o efeito do *Terreno*, além de se ter manifestado com um elevado nível de significância, teve uma contribuição muito apreciável para a variação total das grandezas fisiológicas, especialmente no período de medições das 14-15 horas (quadros AIV.9.4 a AIV.9.6). Na figura 4.19 é possível observar que as principais diferenças entre as duas cotas do terreno foram devidas ao facto das médias de algumas dessas grandezas, como a A , g_s e E , terem sido significativamente mais elevadas nas folhas

das videiras da cota inferior do terreno, enquanto, no caso da A/g_s , se registou um comportamento contrário em qualquer um dos períodos analisados, isto é, os maiores valores médios foram estimados nas folhas das videiras da cota superior do terreno (figura 4.19(VIII)). Quanto à g_m e C_i , os maiores valores médios foram calculados nas folhas com maior actividade fotossintética, particularmente nas medições efectuadas ao meio-dia solar (figuras 4.19(VI e VII)).

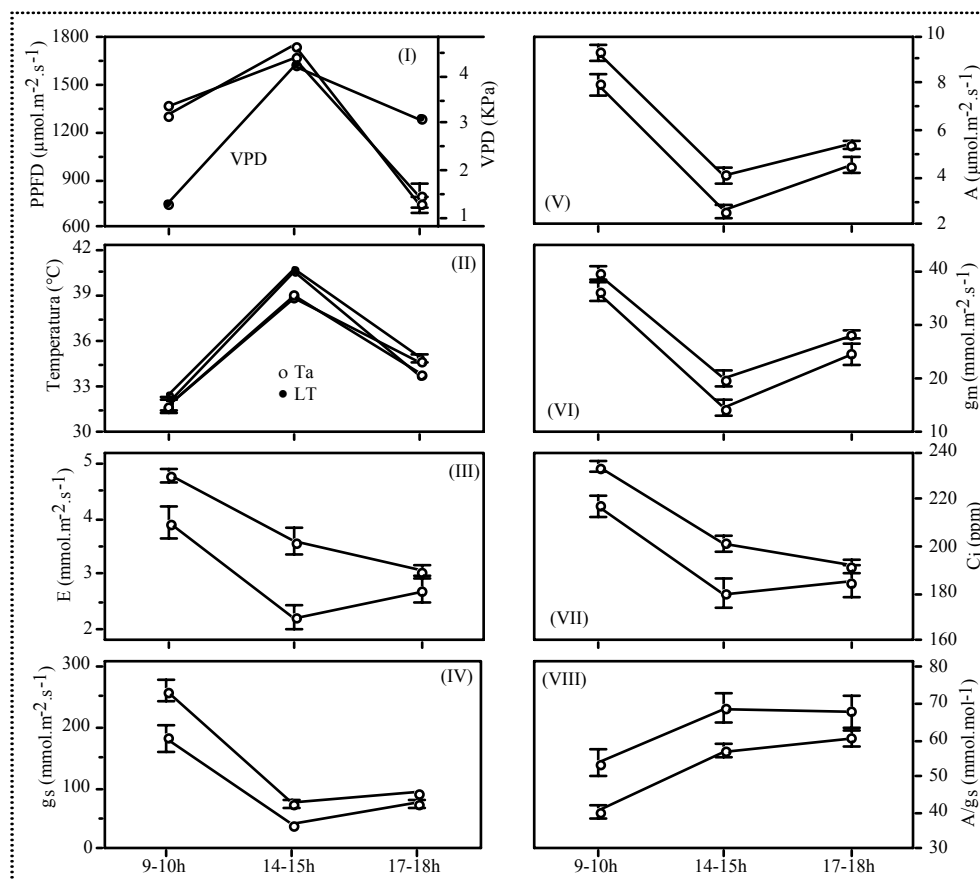


Figura 4.19 - Influência do *Terreno* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos do dia 29.7.96 (videiras da cota inferior e cota superior - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=37(9h)$; $n=24(14h)$; $n=24(18h)$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Na última data de medição de 1996 (12.9.96), correspondente ao final da maturação, foram efectuadas determinações das trocas gasosas em 4 períodos diferentes do dia. Nos quadros AIV.9.7 a AIV.9.10 estão apresentadas as análises de variância de cada parâmetro e por período de medição. De acordo com esses resultados, nota-se que o efeito do *Terreno* foi responsável por uma grande fracção da variação total da PPFD (42,7%, 32,6%, 56,4% e 66,4%) e temperatura do ar (58,1%, 44,5%, 14,0% e 86,6%) ocorrida nos 4 sucessivos períodos de medição do dia. No entanto, grande parte das diferenças significativas associadas a estas variações estiveram relacionadas mais com a metodologia das medições do que com as diferenças microclimáticas existentes entre as duas cotas do terreno. Normalmente, em cada

período do dia, as medições faziam-se primeiro nas videiras duma cota do terreno e depois nas da outra cota. Aqui, apesar do pequeno espaço de tempo em que decorriam as medições de cada período, já a intensidade luminosa era muito diferente em termos estatísticos e a câmara foliar estava inevitavelmente mais quente devido à incidência dos raios solares. Através da figura 4.20 é possível observar que, apesar das diferenças altamente significativas registadas entre as duas cotas do terreno, para esses parâmetros (PPFD e T_a) e em qualquer dos períodos de medição, foi nas duas determinações intermédias (fim da manhã e princípio da tarde) que as diferenças médias foram menores. Para além disso, independentemente da cota do terreno, foi nestes dois períodos que os níveis de luminosidade foram saturantes para a fotossíntese. Como se constata pelos resultados da análise de variância das grandezas fisiológicas nesses dois períodos (quadros AIV.9.8 e AIV.9.9), o efeito do *Terreno*, além de altamente significativo, manifestou-se com um peso relativamente elevado na variação total (34,3% e 18,8% na A ; 27,3% e 19,1% na g_s ; 35,3% e 21,8% na C_i ; 33,6% e 17,1% na A/g_s).

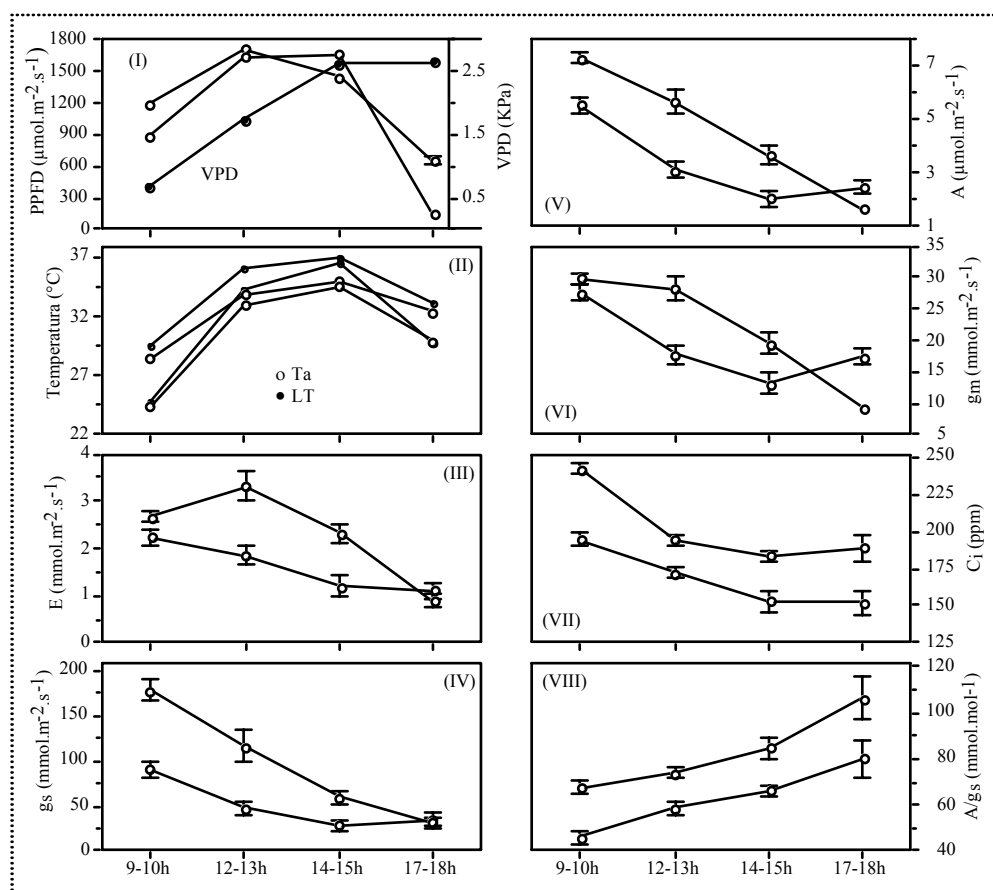


Figura 4.20 - Influência do *Terreno* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 12.9.96 (videiras da cota inferior e cota superior - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=30$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Da análise à figura 4.20, relativa aos valores médios quantificados em 12.9.96, é notória a maior capacidade fotossintética das folhas das videiras da cota inferior do terreno (mais 80% e 86% do valor médio calculado na cota superior do terreno, às 12 e 14 horas, respectivamente). Comparando os resultados obtidos em 29.7.96 no período das 14 horas (figura 4.19) com os de igual período em 12.9.96 (figura 4.20), certifica-se que as diferenças de taxas fotossintéticas entre as folhas das duas cotas se acentuaram com o adiantamento do período estival (enquanto naquela data as folhas da cota inferior fixaram mais 58,2% de CO_2 do que as da cota superior, nesta data tal acréscimo foi de 86%, como já referido anteriormente). De modo similar, os valores médios da condutância estomática e taxa de transpiração das folhas da cota inferior foram bastante mais elevados ($P < 0,001$), quase o dobro, do que os da cota superior do terreno. Quanto à A/g_s , também na figura 4.20 se observa o paralelismo que existiu entre as folhas das duas cotas do terreno, correspondendo os maiores valores às folhas das videiras da cota superior do terreno, como aliás já se tinha verificado na determinação de 29.7.96 (figura 4.19). Relativamente aos valores de C_i e g_m , nas determinações das 12 e 14 horas também os maiores valores médios foram calculados nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (figura 4.20).

No que se refere à *Forma da parede de vegetação*, nas determinações efectuadas em 8.7.96, o seu efeito não teve qualquer peso na variação dos parâmetros fisiológicos (quadros AIV.9.1 a AIV.9.3). Em contrapartida, em 29.7.96 as trocas gasosas das folhas das videiras com sebe baixa *versus* sebe alta foram distintas. Esta constatação é baseada nos valores relativamente elevados e significativos das relações de variância, bem como da contribuição assinalável que esta origem de variação principal teve para a variação total dos parâmetros analisados (quadros AIV.9.4 a AIV.9.6). De acordo com a figura 4.21, verifica-se que as folhas das videiras da modalidade “baixa” apresentaram taxas fotossintéticas mais elevadas, em qualquer um dos períodos de medição, embora no terceiro período de medições aquelas folhas estivessem expostas a melhores condições de luminosidade do que as folhas das videiras com parede de vegetação alta (947 vs 601 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente). De igual modo, também as folhas da modalidade “baixa” apresentaram ao longo do dia maiores valores de g_s , E e g_m do que na modalidade “alta”. Relativamente à C_i , as diferenças entre as duas modalidades passaram de altamente significativas, logo de manhã, para significativas e não significativas ao princípio da tarde e fim da tarde, respectivamente (quadros AIV.9.4 a AIV.9.6). Naqueles dois primeiros períodos, os maiores valores de C_i foram registados nas folhas das videiras com copado baixo (figura 4.21(VII)). Em contrapartida, nesses períodos do dia a A/g_s foi mais reduzida nessas folhas do que nas folhas das videiras com copado alto (figura 4.21(VIII)).

Nos quadros AIV.9.4 a AIV.9.6, relativos ainda às determinações efectuadas em 29.7.96, também se comprova que, enquanto nas medições das 9-10 horas e 14-15 horas o efeito da

Forma de copado sobre os parâmetros fisiológicos foi independente do efeito do *Terreno* (interacção F*T com valores percentuais reduzidos ou nulos nas variâncias esperadas), no terceiro período de medições as diferenças na A , g_s , E , e g_m foram significativamente mais acentuadas entre as videiras da cota superior (interacção F*T significativa e quantitativamente muito elevada), em grande parte, devido às condições de luminosidade já muito características dum fim de tarde e, em muitas das medições, abaixo do ponto de saturação para a fotossíntese.

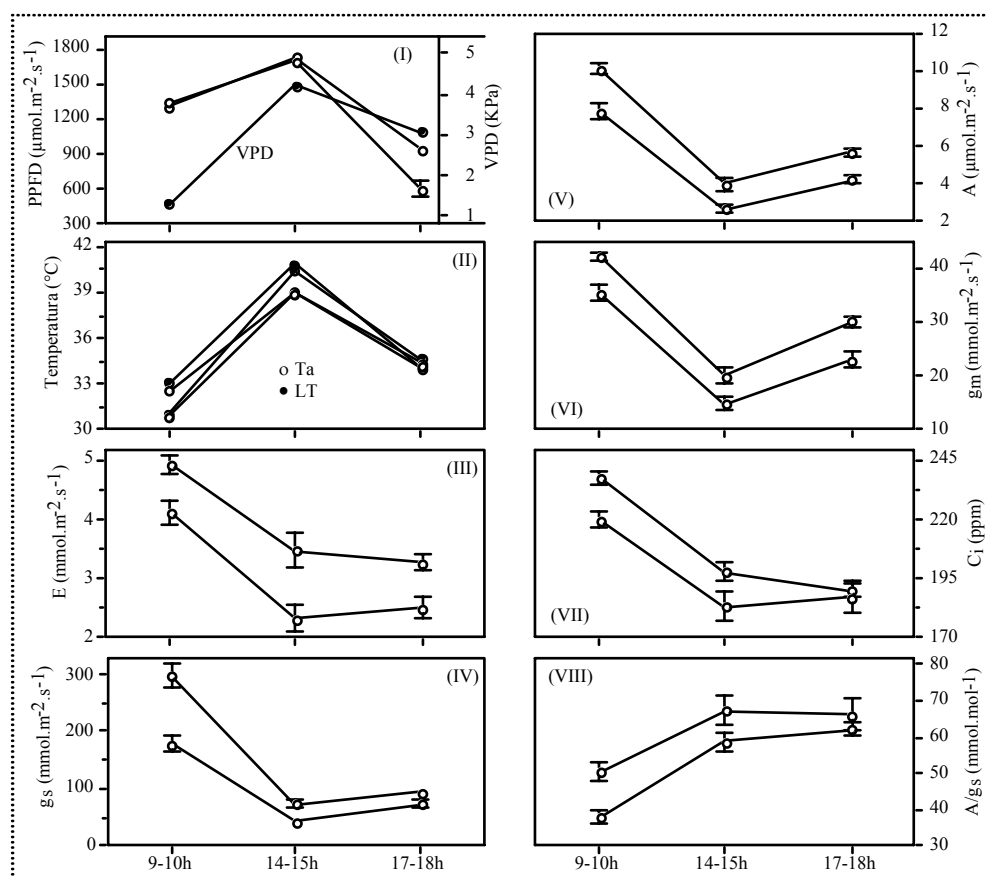


Figura 4.21 - Influência da *Forma da parede de vegetação* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em três períodos do dia 29.7.96 (copado com forma alta e forma baixa - linhas a cheio e a tracejada, respectivamente). Os valores médios ($n=37(9h)$; $n=24(14h)$; $n=24(18h)$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Relativamente aos resultados obtidos em 12.9.96, correspondente ao final da maturação, o efeito da *Forma do copado* não teve qualquer peso para a variação total das grandezas fisiológicas nas duas determinações efectuadas na parte da manhã (quadros AIV.9.7 e AIV.9.8). Convém, no entanto, assinalar que na primeira determinação (9-10 horas), o efeito da *Forma* sobre as grandezas fisiológicas diferiu duma cota para a outra do terreno (daí a interacção F*T ter sido significativa neste período), ficando-se a dever tal comportamento, eventualmente, mais às condições de luminosidade desse período (47,1% de variação explicada pela interacção F*T) do que ao efeito propriamente dito da *Forma do*

copado. Em contrapartida, nas determinações da parte da tarde, o efeito da *Forma* manifestou-se com um nível de significância elevado e com uma contribuição relativamente importante para a variação total dessas grandezas. No caso particular da determinação das 14-15 horas (figura 4.22), quando havia muito Sol e estava calor, nas folhas dos copados com forma baixa, a g_s , g_m , A e E foram significativamente mais elevadas do que nas folhas dos copados com forma alta, mas, em termos de A/g_s , contrariamente ao observado 29.7.96, não se obtiveram diferenças significativas entre as duas modalidades. Neste ponto é oportuno referir que, enquanto as medições da parte da manhã foram feitas em folhas da face NE do copado, na parte da tarde usaram-se folhas da face SW, que estavam inevitavelmente submetidas a condições ambientais mais adversas para o funcionamento do aparelho fotossintético.

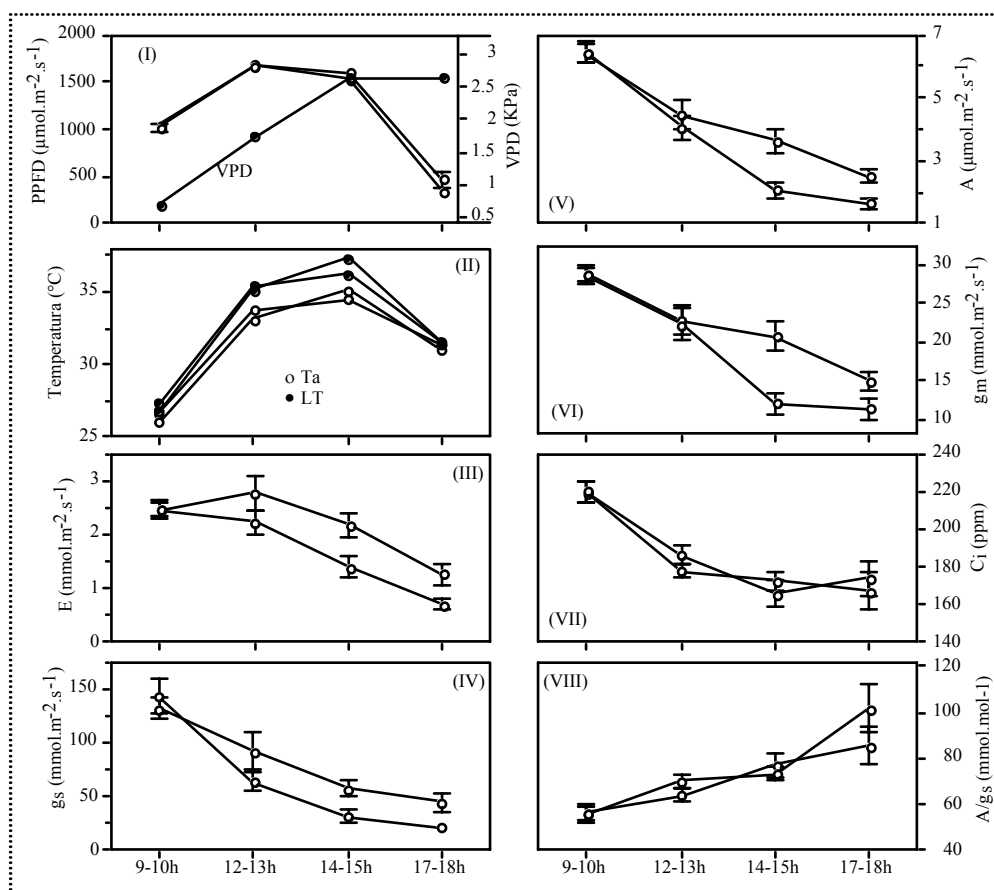


Figura 4.22 - Influência da *Forma da parede de vegetação* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 12.9.96 (copado com forma alta e forma baixa - linhas a cheio e a tracejada, respectivamente). Os valores médios ($n=30$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

No que se refere à influência da *Calda bordalesa* nas trocas gasosas das folhas, as análises de variância para as medições do dia 29.7.96 (quadros AIV.9.4 a AIV.9.6) permitiram constatar a reduzida contribuição desta origem de variação para a variação total dos diversos parâmetros, embora em alguns casos isso correspondesse a diferenças

significativas ($P < 0,05$). Por exemplo, no caso da taxa de transpiração, na medição das 9-10 horas, a contribuição do efeito da *Calda bordalesa* representou apenas 3% da variação total, mas a diferença entre folhas com calda (4,72 mmol.m⁻².s⁻¹, n=34) e folhas testemunha (4,31 mmol.m⁻².s⁻¹, n=40) foi significativa ($P < 0,05$). Analisando o efeito da *Calda bordalesa* em cada cota do terreno/forma do copado (interacção C*F*T) verifica-se que esta origem de variação explicou 18,2% da variação total e que aquelas diferenças se acentuaram nas videiras da cota superior do terreno e com forma baixa. Quanto aos restantes períodos de medição, o efeito da *Calda bordalesa* na *E* não foi significativo. No caso da *g_s*, também no primeiro período de medições, o efeito da *Calda bordalesa* explicou apenas 4,8% da variação total, embora as diferenças entre folhas com calda (260,6 mmol.m⁻².s⁻¹, n=34) e folhas testemunha (210,1 mmol.m⁻².s⁻¹, n=40) tivessem sido também significativas ($P = 0,022$). De igual modo à *E*, nos restantes períodos não se registaram diferenças significativas. Relativamente à taxa fotossintética, foi apenas na medição das 14-15 horas (29.7.96) que o efeito da *Calda bordalesa* foi mais notório (8,0% da variação total, quadro AIV.9.5). Com efeito, verificou-se que as folhas tratadas com calda bordalesa tiveram taxas de assimilação líquida de CO₂ mais elevadas do que as folhas testemunha (3,77 vs 2,90 μmol.m⁻².s⁻¹, $P = 0,012$, respectivamente). No entanto, também se observou que tais diferenças foram muito mais acentuadas entre as videiras com forma baixa do que nas videiras com forma alta, o que permitiu que esta interacção C*F, além de significativa, tivesse absorvido 10,5% da variação total. Quanto à *A/g_s*, do primeiro para o segundo período de medições de 29.7.96, os comportamentos das folhas com e sem calda bordalesa inverteram-se. Enquanto às 9-10 horas as folhas testemunha foram significativamente mais eficientes no uso de água do que as folhas tratadas com calda bordalesa (47,3 vs 41,4 mmol.mol⁻¹, respectivamente), o que representou 4,6% da variação total, no período das 14-15 horas foi nas folhas tratadas com calda bordalesa que se registaram os maiores valores médios (68,3 vs 57,3 mmol.mol⁻¹, respectivamente, $P < 0,05$), sendo que tais diferenças explicaram 14,4% da variação total.

Em 12.9.96 o efeito da *Calda bordalesa* sobre as trocas gasosas foi mais notório do que nas determinações de 29.7.96. Conforme se observa nos respectivos quadros de análise de variância (AIV.9.7 a AIV.9.10), nas determinações das 12, 14 e 17 horas a contribuição deste efeito para variação total das grandezas fisiológicas foi relativamente importante e significativa, enquanto na primeira determinação do dia (9-10h) isso não se constatou, provavelmente devido à conjugação das moderadas condições atmosféricas (PPFD ≈ 1000 μmol.m⁻².s⁻¹; temperatura do ar ≈ 17°C na estação meteorológica; VPD ≈ 0,7 KPa; figura 4.23) com o facto das folhas em que estas medições foram feitas estarem orientadas a NE e, por isso, pouco danificadas pelo clima estival, independentemente do tratamento com calda bordalesa.

Nas determinações seguintes (12, 14 e 17 horas (12.9.96)), especialmente nas intermédias em que o nível de radiação fotónica era saturante, de acordo com a figura 4.23, as folhas tratadas com calda bordalesa apresentaram um rendimento fotossintético mais elevado ($P < 0,001$) do que as folhas testemunha (+63,8% e +76,0% às 12 e 14 horas, respectivamente). Também nestes períodos os estomas das folhas com calda bordalesa estiveram relativamente mais abertos ($P < 0,01$) e a taxa de transpiração foi bastante superior ($P < 0,001$) nessas folhas do que nas folhas sem calda bordalesa. Os quadros de análise de variância relativos a estes períodos de medição e a estes parâmetros (quadros AIV.9.8 e AIV.9.9) permitiram ainda apurar que na medição das 12 horas o efeito da Calda bordalesa foi independente do *Terreno* (interacção C*T não significativa) e da *Forma do copado* (interacção C*F não significativa). Em contrapartida, na medição das 14 horas, esse efeito diferiu significativamente entre as duas formas do copado (interacção C*F), o que permitiu explicar 15,3% (*A*), 13,7% (g_s) e 12,9% (*E*) da variação total nos parâmetros indicados entre parêntesis. De acordo com os valores médios de *A*, g_s e *E* obtidos para esta interacção, aquelas diferenças entre folhas com calda e folhas testemunha foram muito mais acentuadas nas videiras com parede de vegetação baixa do que com parede de vegetação alta.

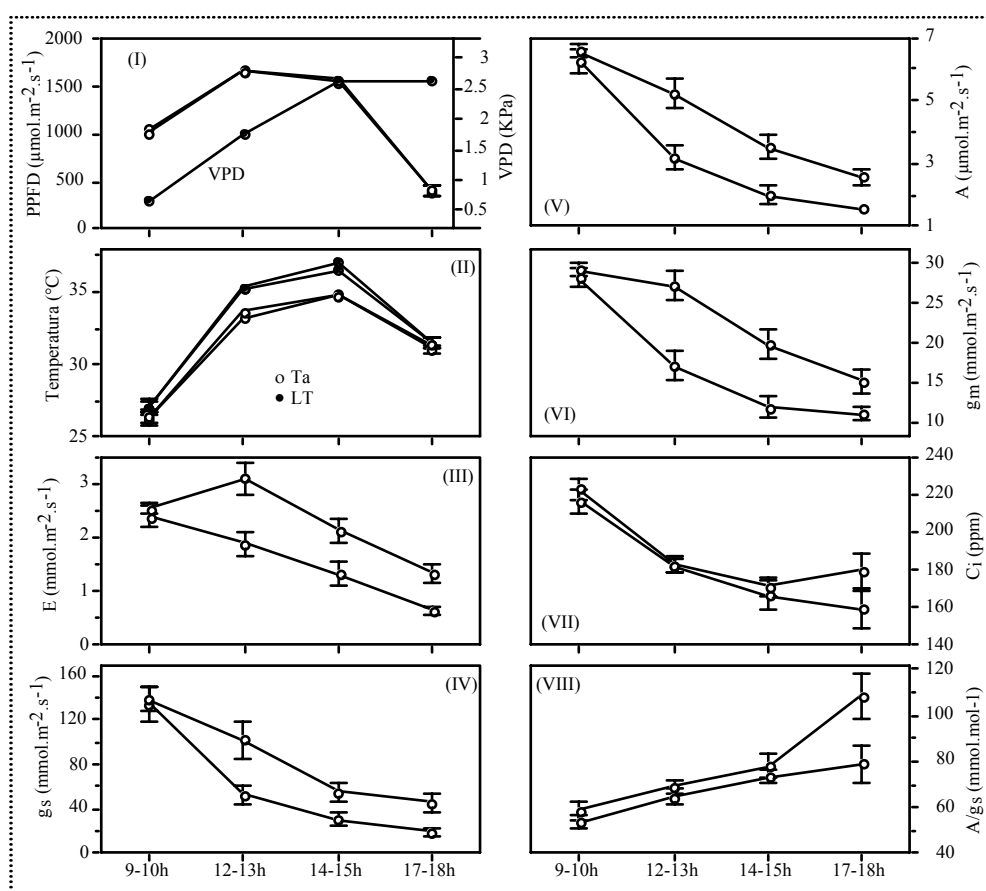


Figura 4.23 - Influência da *Calda bordalesa* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 12.9.96 (folhas calda bordalesa e folhas testemunha - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=30$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Quanto à concentração de CO_2 intercelular, em 12.9.96, o efeito da *Calda bordalesa* foi praticamente nulo e não significativo. Apenas na medição das 17 horas se registaram diferenças altamente significativas ($P < 0,001$) entre o C_i das folhas tratadas com calda bordalesa e o das folhas testemunha (figura 4.23(VII)), explicando essas diferenças 10% da variação total (quadro AIV.9.9). Presumivelmente, nas folhas testemunha existiu algum acréscimo adicional na libertação de CO_2 fotorrespiratório, em resultado da maior temperatura foliar, que fez com que a C_i calculada nessas folhas fosse similar à das folhas tratadas com calda bordalesa. No que respeita à A/g_s , com excepção também da última determinação, que deve ser vista com grandes reservas por causa da fraca luz incidente, o efeito da *Calda bordalesa* foi nulo, não se notando qualquer diferença significativa entre as duas modalidades.

Em 1996, para além das determinações até agora referidas, mediram-se as trocas gasosas em folhas expostas na face NE e SW do copado, em quatro períodos distintos de um dia típico de Verão, estando os respectivos resultados ilustrados na figura 4.24.

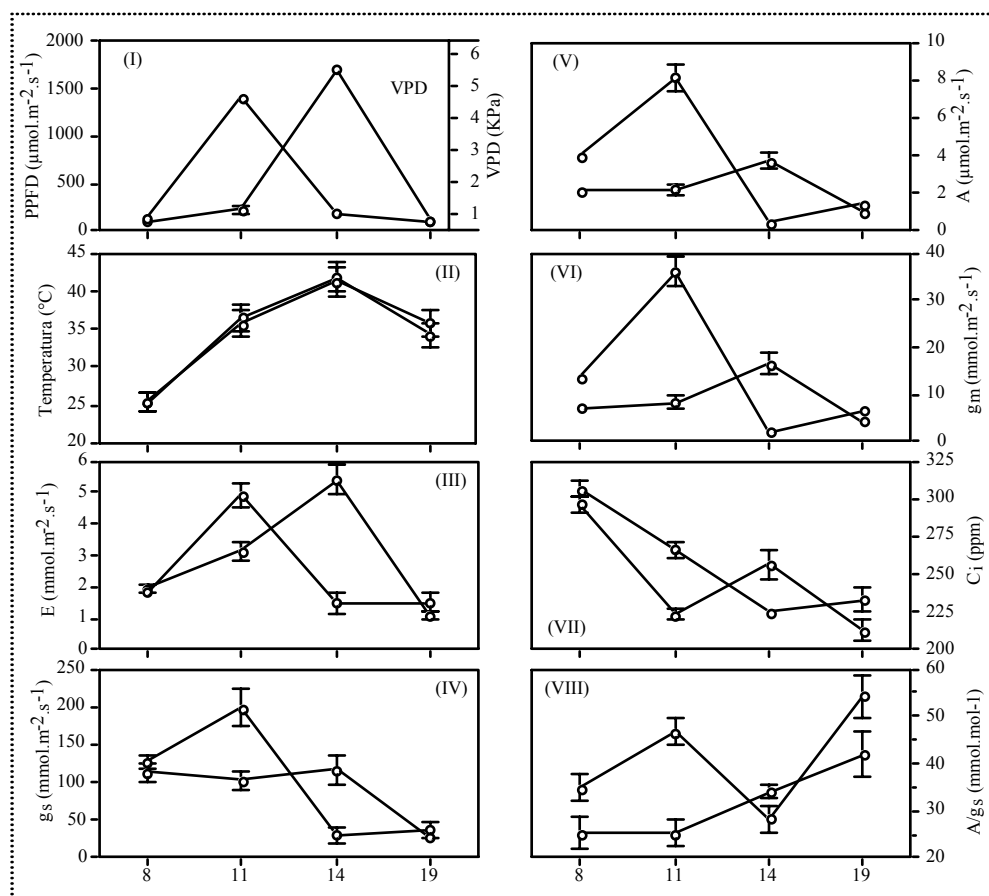


Figura 4.24 - Influência da *Orientação* das folhas nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 16.7.96 (folhas da face NE e SW do copado - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=20$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Na figura 4.24 é realçada, durante o período da manhã, a importância positiva das folhas da face NE do copado para a produtividade fotossintética. À tarde, as folhas da face SW do copado, apesar de beneficiarem também de condições de luminosidade saturante para a fotossíntese, tiveram taxas fotossintéticas que ficaram muito aquém do que se observou anteriormente nas folhas da face NE do copado ($3,71$ vs $8,13 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente). Essa forte depressão da A foi também extensiva às folhas que já só recebiam radiação difusa (folhas da face NE). Com efeito, às 11 horas, as folhas da face SW, estando expostas a cerca de $200 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de PPFD, ainda assimilaram $2,18 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, enquanto, às 14 horas, as folhas da face oposta, também à sombra (PPFD= $187 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), só assimilaram $0,47 \mu\text{molCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, devido não só ao encerramento dos estomas ($g_s=31,1 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), como também a fortes limitações a nível do próprio mesófilo clorofilino ($g_m=2,1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

• Ensaio de 1997

No ensaio de 1997, as determinações das trocas gasosas decorreram nos dias assinalados na figura 4.25, já depois da calda bordalesa ter sido aplicada (17.7.97). Apenas em 25 e 29 de Julho se fizeram medições em todas as modalidades, estando presentes na variação dos parâmetros analisados os efeitos do *Terreno*, *Forma*, *Calda bordalesa* e respectivas interacções. Em 13 de Agosto e 2 de Setembro mediram-se as trocas gasosas só nas videiras da cota inferior do terreno, mas com todos os outros tratamentos incluídos (efeito da *Forma*, efeito da *Calda* e respectiva interacção), enquanto em 21 de Agosto nos fixámos apenas nas videiras com forma baixa para explorar o efeito factorial do *Terreno* e da *Calda bordalesa*.

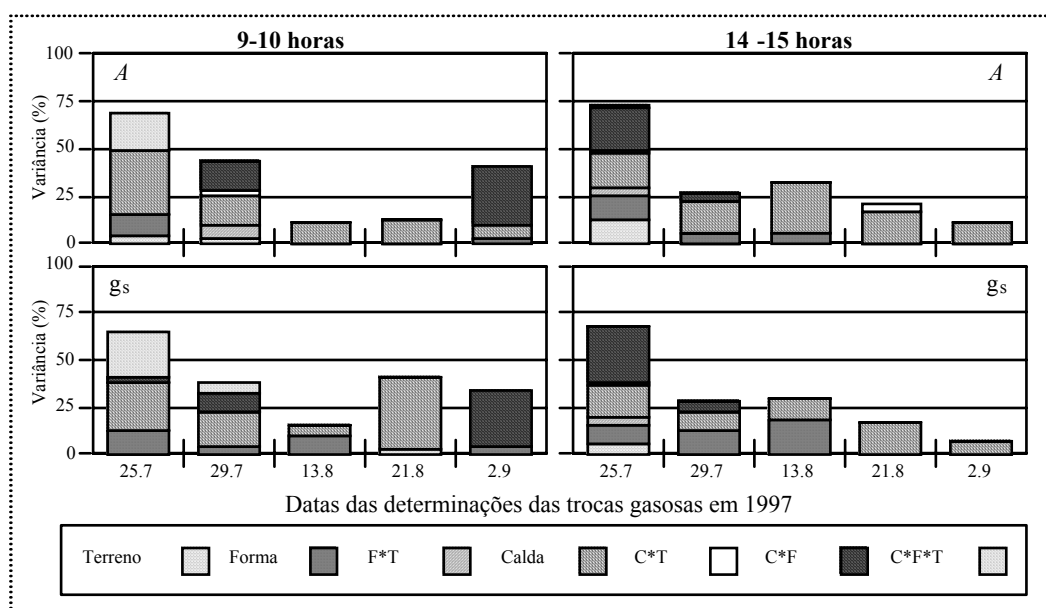


Figura 4.25 - Distribuição relativa das componentes de variância para as variáveis fotossíntese líquida (A) e condutância estomática (g_s), em dois períodos distintos dos dias em que se efectuaram determinações das trocas gasosas, tendo como origens de variação, em 25 e 29.7.97, o *terreno* (T), *forma* (F), *calda bordalesa* (C) e respectivas interacções, em 13.8.97 e 2.9.97, a *forma* (F), *calda bordalesa* (C) e respectiva interacção e, em 21.8.97, o *terreno* (T), *calda bordalesa* (C) e respectiva interacção.

Da análise à figura 4.25 sobressai, em geral, a reduzida ou nula contribuição do efeito do *Terreno* na variação total da taxa fotossintética e condutância estomática, quer na primeira medição da manhã quer na primeira medição da tarde, denunciando à partida uma quase similitude entre o estado fisiológico das folhas das duas cotas do terreno, ao contrário do que se havia constatado no ensaio de 1996. Dentre as datas de medição assinaladas nesta figura, pretende-se discutir mais detalhadamente os resultados das medições feitas em 25 de Julho, 21 de Agosto e 2 de Setembro. Nos quadros AIV.10.1 a AIV.10.12, em anexo, estão apresentadas as análises de variância das grandezas ambientais e fisiológicas registadas em cada período de medição desses dias.

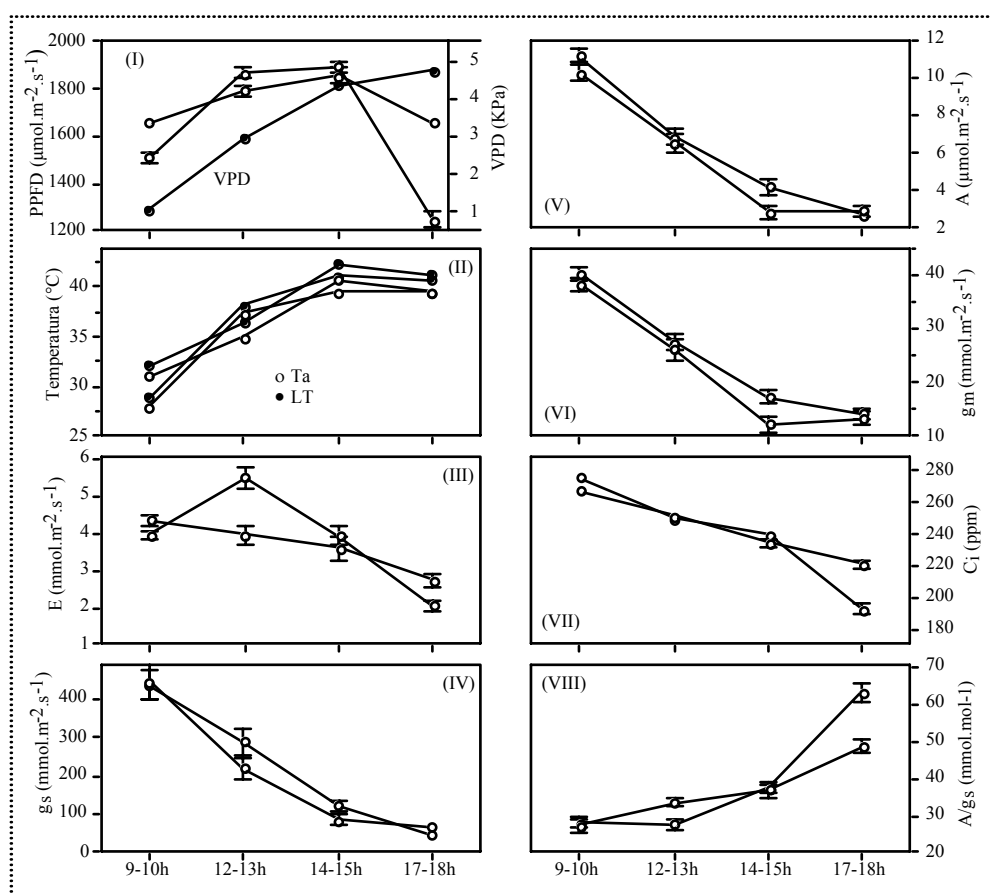


Figura 4.26 - Influência do *Terreno* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 25.7.97 (videiras da cota inferior e cota superior - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=24$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Quanto ao efeito do *Terreno*, avaliado em 25.7.97 e 21.8.97, verificou-se que não teve um peso tão elevado e persistente na variação total das grandezas fisiológicas como aconteceu em 1996. No caso da fotossíntese líquida, apenas em 25.7.97 e só em dois períodos de medição (9-10 horas e 14-15 horas) este efeito foi significativo e a contribuição para a variação total teve algum peso assinalável (4,8% e 12,9%, respectivamente, quadros AIV.10.1 e AIV.10.2). Na figura 4.26 é possível observar que os valores das taxas de assimilação

líquida de CO_2 nas folhas das videiras da cota superior do terreno são ligeiramente superiores aos das folhas das videiras da cota inferior. Quanto à condutância estomática, também só nas determinações efectuadas em 25.7.97 foi notório alguma influência significativa do *Terreno*, particularmente nas duas determinações intermédias (12 e 14 horas). Nesses dois períodos, nas folhas das videiras da cota superior do terreno registaram-se pequenos acréscimos significativos ($P < 0,05$) de g_s (figura 4.26). No que respeita à taxa de transpiração, quer nesses períodos (em 25.7.97) quer em 21.8.97, as folhas das videiras da cota superior perderam tendencialmente mais água do que as da cota inferior. Todavia, só no período 12-13 horas dessas datas as diferenças foram significativas ($P < 0,001$ e $P < 0,05$, respectivamente) e a contribuição para a variação total foi relativamente importante (27%, quadro AIV.10.2, e 11%, quadro AIV.10.6, respectivamente). Em relação à C_i , nas determinações intermédias (12 e 14 horas) efectuadas em 25.7.97, o efeito do *Terreno* não foi significativo e teve um peso irrelevante para a sua variação total (quadros AIV.10.2 e AIV.10.3). Pelo contrário, no período das 9-10 horas e 17-18 horas, em que as diferenças de PPFD incidente foram maiores entre as duas cotas do terreno, esse efeito foi altamente significativo e explicou 17,8% e 38% da variação total da C_i (quadros AIV.10.2 e AIV.10.3, respectivamente).

No que se refere ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, as análises de variância relativas às determinações das trocas gasosas efectuadas em 25.7.97 (quadros AIV.10.1 a AIV.10.4) mostraram que esta origem de variação se manifestou, em geral, com significância. Na figura 4.27 é possível observar que as principais diferenças entre as duas formas de copado foram devidas ao facto das médias de alguns parâmetros, como a A , g_s e g_m , terem sido significativamente mais elevadas nas folhas das videiras com sebe baixa do que com sebe alta. No caso da taxa de transpiração, aquelas folhas perderam mais água do que as folhas das videiras com forma alta, embora só no período 12-13 horas é que as diferenças foram significativas, mas com um peso na variação total muito reduzido (3,7%, quadro AIV.10.2). Quanto à A/g_s , o efeito da *Forma do copado* manifestou-se com elevado nível de significância nas determinações da parte da manhã e com um peso na variação total de cerca de 16%. Tal como nas determinações efectuadas em 1996, as folhas das videiras conduzidas em sebe alta apresentaram nesses períodos maiores valores médios (figura 4.27) do que na sebe baixa. No período da tarde, quando a abertura dos estomas era já muito reduzida ($g_s < 120 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), a eficiência intrínseca do uso de água por parte das folhas das duas formas de copado foi similar. Também nesta data, particularmente nas determinações da parte da manhã (9-10h e 12-13h), o efeito da *Forma da parede de vegetação* sobre a C_i , para além de altamente significativo, explicou 43,6% e 22,5% da variação total, respectivamente (quadros AIV.10.1 e AIV.10.2). Nesses períodos, os maiores valores médios

de C_i foram registados na mesma modalidade onde a g_s e a A eram significativamente mais elevadas (figura 4.27).

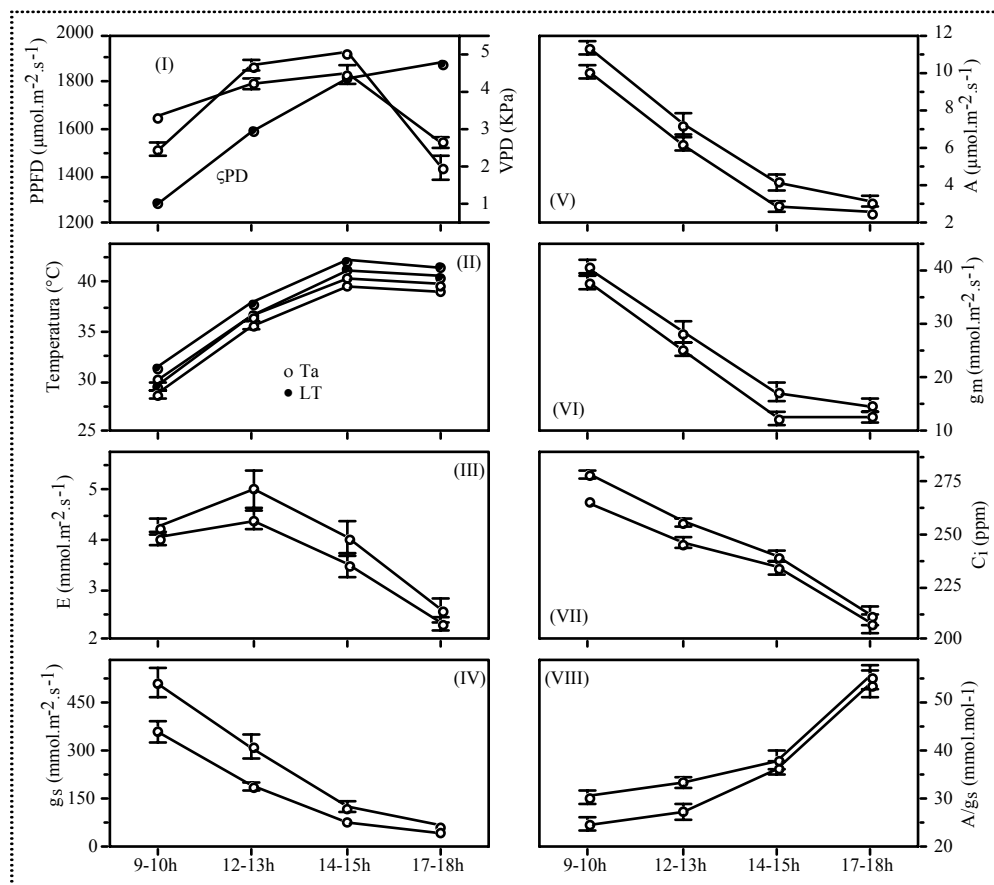


Figura 4.27 - Influência da *Forma da parede de vegetação* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 25.7.97 (copado com forma alta e forma baixa - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios (n=24) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Já em período de maturação adiantada (2.9.97) o efeito da *Forma da parede de vegetação* foi novamente avaliado, mas apenas entre as videiras da cota inferior do terreno. De acordo com os quadros de análise de variância relativos às determinações deste dia (quadros AIV.10.8 a AIV.10.12), constatámos que esse efeito, para além de não significativo, teve uma contribuição muito reduzida na variação total das grandezas fisiológicas. A figura 4.28 ilustra bem o comportamento similar que existiu entre as duas formas de copado. Apenas na C_i , particularmente nas determinações intermédias (12 e 14 horas), o efeito da *Forma* foi significativo e com um peso importante na variação total (16,2% e 30,9%, respectivamente). Como se observa na figura 4.28 (VII), os maiores valores médios de C_i registaram-se na modalidade “baixa”, onde as correlações positivas entre este parâmetro e a g_s foram mais elevadas e significativas, relativamente às folhas das videiras com copado “alto”.

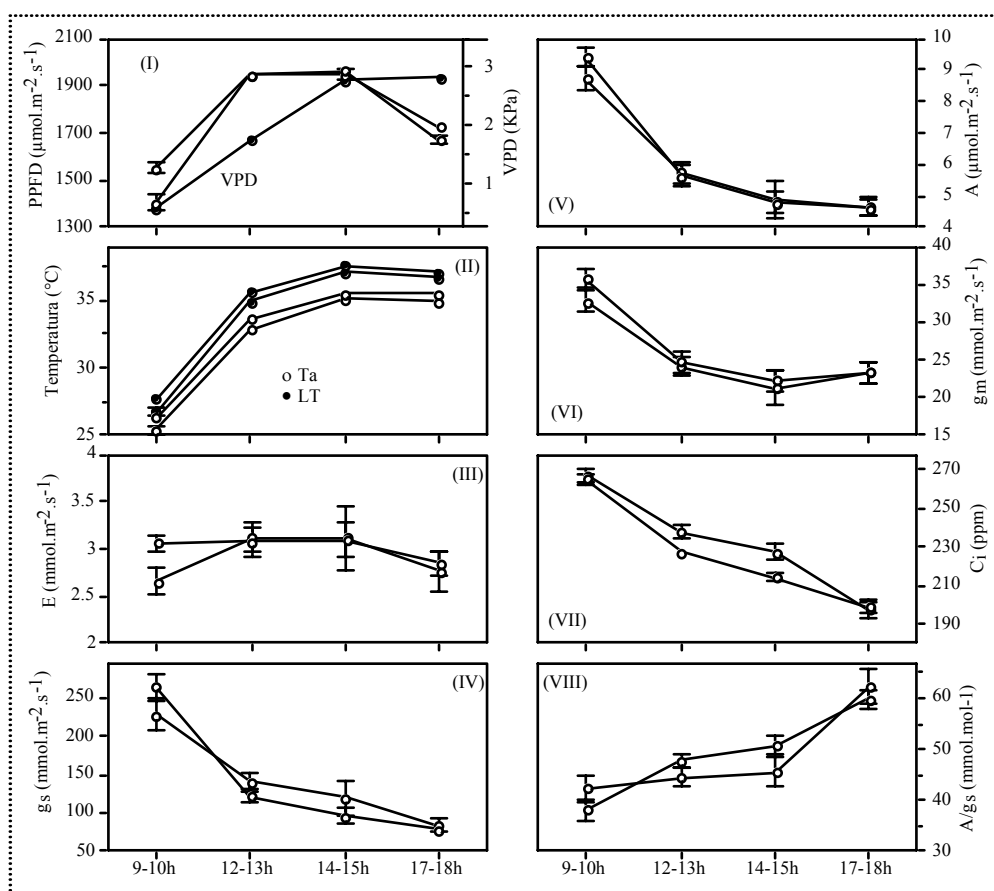


Figura 4.28 - Influência da *Forma da parede de vegetação* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 2.9.97 (copado com forma alta e forma baixa - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=24$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

No que respeita à *Calda bordalesa*, as análises de variância relativas às determinações de 25.7.97 (quadros AIV.10.1 a AIV.10.4) permitiram certificar que o seu efeito foi significativo e teve, em geral, um contributo muito apreciável para a variação total das grandezas fisiológicas. No caso da *A*, com excepção das medições feitas no período das 12-13 horas em que esse efeito não foi significativo ($F=3,46$, $P=0,0697$), o efeito da *Calda bordalesa* foi altamente significativo e a percentagem de variação total relativamente elevada (9h, 33,7%; 14h, 18,2%; 17h, 45,2%). Em termos médios, a calda bordalesa favoreceu uma maior assimilação líquida de CO_2 , relativamente às folhas testemunha (figura 4.29). Os quadros de análises de variância atrás referidos permitiram ainda constatar que a interacção C*F teve um peso assinalável para a variação total, principalmente nos três últimos períodos de medição (24,8%, 12-13h; 22,1%, 14-15h; e 10,0%, 17-18h). Tais valores reflectem uma alteração do efeito da *Calda bordalesa* em função da altura da parede de vegetação. De acordo com os valores médios apresentados no quadro 4.6, observa-se que, nesses períodos, as maiores diferenças significativas entre folhas tratadas com calda bordalesa (C) e folhas testemunha (N) foram registadas nas videiras com parede de vegetação baixa (B). Entre a

forma alta (A), apenas no período 17-18 horas as diferenças entre aquelas folhas foram significativas.

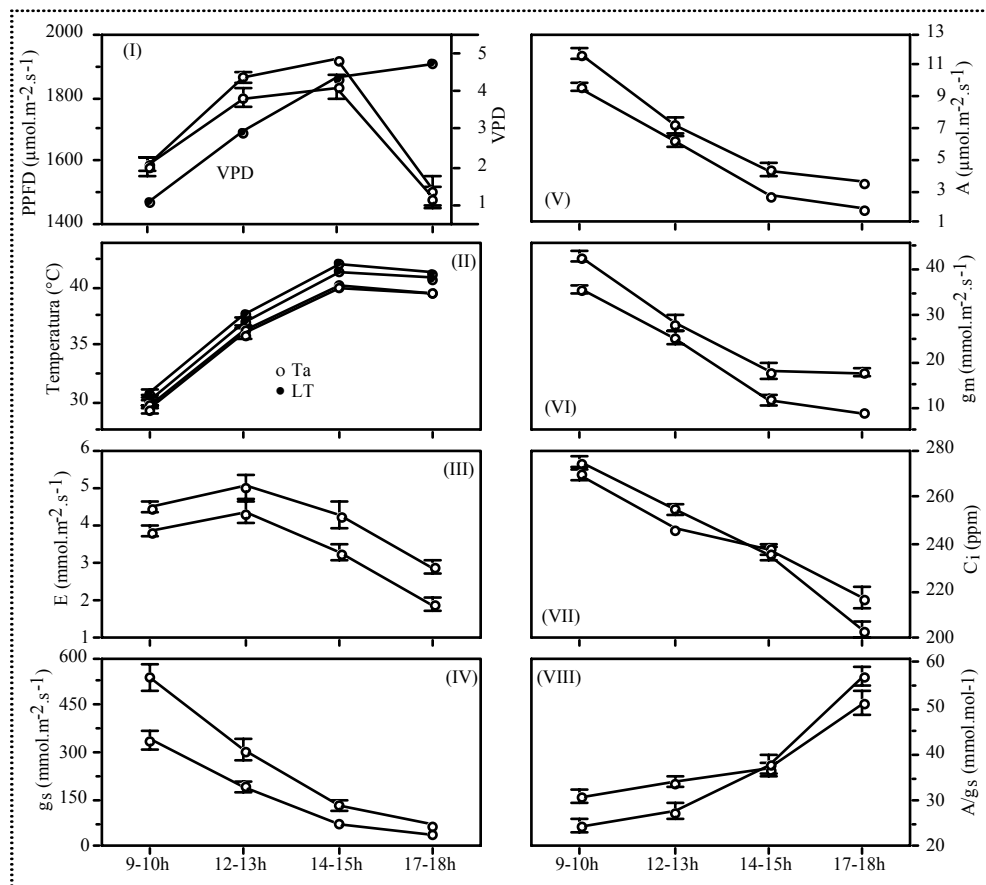


Figura 4.29 - Influência da *Calda bordalesa* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 25.7.97 (folhas calda bordalesa e folhas testemunha - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=24$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Quanto à condutância estomática, a análise de variância relativa aos resultados de 25.7.97 revelou sempre um efeito altamente significativo ($P<0,001$) da calda bordalesa, absorvendo esta origem de variação principal, nos quatro sucessivos períodos de medição, 24,4%, 14,4%, 15,7% e 18,5% da variação total, respectivamente (quadros AIV.10.1 a AIV.10.4). Na figura 4.29 pode-se ver que as folhas testemunha tiveram ao longo do dia os estomas ligeiramente mais fechados do que as folhas tratadas com calda bordalesa. Nos períodos de maior calor (12-13 horas e seguintes) concluímos, através da interacção C*F (quadro 4.6), que esse efeito foi especialmente mais acentuado entre as videiras com copado baixo, como aliás também já se havia constatado para a fixação líquida de CO_2 . À semelhança da g_s , também a taxa de transpiração foi significativamente mais elevada nas folhas tratadas com calda bordalesa do que nas folhas testemunha (figura 4.29). Entre formas de copado verificou-se que esse efeito (interacção C*F) induziu nas medições das 12-13 horas e seguintes uma variação de 13,5% ($P<0,01$), 39,2% ($P<0,001$) e 13,5% ($P<0,05$), respectivamente.

No quadro 4.6 é notório que as maiores diferenças se registaram nas folhas nas videiras conduzidas em sebe baixa.

Quadro 4.6 - Efeito da calda bordalesa associado a cada forma do copado (interacção C*F) na A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e A/g_s (mmol.mol^{-1}) em 25.7.97. Os valores médios ($n=12$) da mesma coluna/periódodo de medição com pelo menos uma letra comum não são significativamente diferentes ($P>0,05$), segundo o teste de Duncan.

Período de medição	Tratamento	A	g_s	E	A/g_s
9-10 h	BxC	12,6 a	648,8 a	4,6 a	20,7 a
	BxN	10,0 a	381,0 a	3,9 a	28,8 a
	AxC	10,9 a	425,9 a	4,3 a	28,2 a
	AxN	9,2 a	297,8 a	3,8 a	33,0 a
12-13 h	BxC	8,5 b	422,4 b	5,7 b	22,4 a
	BxN	5,9 a	197,4 a	4,2 a	33,1 b
	AxC	6,0 a	196,0 a	4,4 a	32,3 b
	AxN	6,4 a	189,1 a	4,4 a	34,9 b
14-15 h	BxC	5,6 b	184,2 b	5,3 b	33,0 a
	BxN	2,8 a	70,8 a	2,8 a	39,7 ab
	AxC	3,1 a	83,2 a	3,4 a	42,0 b
	AxN	2,7 a	79,8 a	3,7 a	34,2 a
17-18 h	BxC	4,2 c	88,9 b	3,2 c	53,8 ab
	BxN	1,8 a	40,1 a	1,8 a	53,6 ab
	AxC	3,0 b	53,0 a	2,5 b	59,9 b
	AxN	1,9 a	41,6 a	2,1 ab	48,6 a

Nos quadros de análise de variância relativos às determinações de 25.7.97 (quadros AIV.10.1 a AIV.10.4) pode-se ainda observar que as diferenças de temperatura do ar (dentro da câmara) associadas à medição das folhas “calda” *versus* folhas “testemunha” foram não significativas ($P>0,05$) e com peso nulo na variação total. Contudo, as diferenças de temperatura entre essas folhas, calculada por balanço energético a partir da temperatura do ar, PPFD e taxa de transpiração, foram muito ou altamente significativas nos quatro períodos de medição, se bem que os valores de percentagem explicada para a variação total nem sempre fossem muito elevados (9h, 2,6%; 12h, 5,3%; 14h, 19,2%; 17h, 8,5%). Em qualquer uma destas situações, as folhas tratadas com calda bordalesa estavam ligeiramente mais frescas do que as folhas testemunha (9h, $-0,7^{\circ}\text{C}$; 12h, $-0,8^{\circ}\text{C}$; 14h, $-0,8^{\circ}\text{C}$; 17h, $-0,5^{\circ}\text{C}$) (figura 4.29).

No que concerne à A/g_s , em 25.7.97, apenas nas medições da parte da manhã o efeito da *Calda bordalesa* foi significativo, tendo sido nesses períodos que se calcularam as maiores percentagens de variação (cerca de 20%, quadros AIV.10.1 e AIV.10.2). Conforme se observa na figura 4.29, esta variação foi devida aos maiores valores médios calculados para as folhas testemunha, relativamente às folhas tratadas com calda bordalesa. No período da tarde, especialmente na medição das 14-15 horas, o efeito da *Calda bordalesa* na A/g_s foi muito reduzido. Porém, neste período, este efeito variou substancialmente duma forma de copado para outra, representando esta interacção (C*F) 40,2% da variação total (quadro AIV.10.3). No quadro 4.6 é perceptível que na parede de vegetação alta os maiores valores médios foram obtidos nas folhas “calda”, contrariando a tendência observada na parte da manhã.

Por último, nas determinações efectuadas às 9-10 e 12-13 horas (em 25.7.97), os valores médios da C_i das folhas testemunha foram significativamente mais reduzidos do que nas folhas tratadas com calda bordalesa. Em contrapartida, à tarde (14-15 e 17-18 horas) inverteu-se essa tendência. Esta situação foi particularmente evidenciada ao fim da tarde, em que o acréscimo relativo da C_i nessas folhas ocorreu associado à maior depressão relativa da A (figura 4.29).

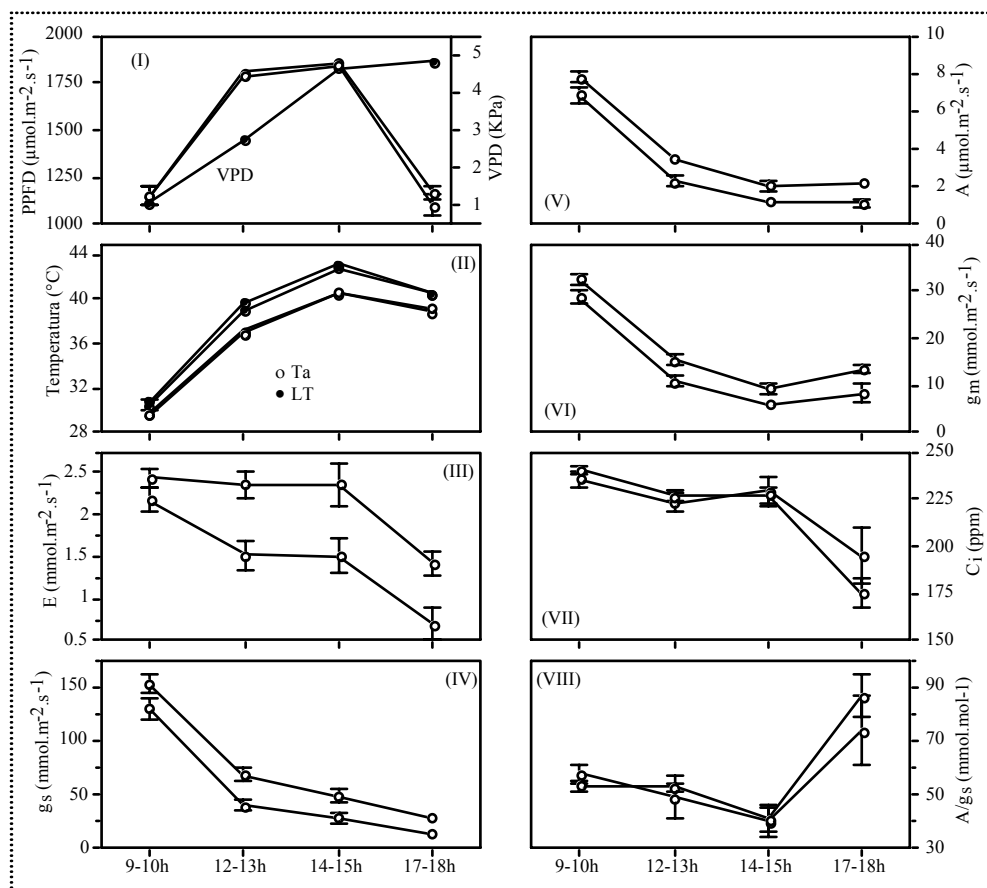


Figura 4.30 - Influência da *Calda bordalesa* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 21.8.97 (folhas calda bordalesa e folhas testemunha - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=24$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Os resultados obtidos em 21.8.97 e, mais tarde, em 2.9.97 mostraram que o efeito da *Calda bordalesa* sobre a fotossíntese líquida, para além de significativo, continuou a ter um peso considerável na variação total (quadros AIV.10.5 a AIV.10.12). Quer numa data quer na outra, as folhas tratadas com calda bordalesa apresentaram, ao longo do dia, taxas fotossintéticas significativamente mais elevadas (figuras 4.30(V) e 4.31(V)). Do mesmo modo, também a condutância estomática para o vapor de água e as taxas de transpiração foram normalmente mais elevadas nas folhas tratadas com calda bordalesa, se bem que em dois períodos (9-10h e 14-15h) da determinação de 2.9.97 as diferenças não fossem significativas (figuras 4.30 e 4.31). Em termos de A/g_s , o efeito *Calda bordalesa* não foi

significativo e a sua contribuição para a variação total foi praticamente nula (quadros AIV.10.5 a AIV.10.12). Relativamente à C_i , em nenhuma determinação das duas datas acima referidas se registaram diferenças significativas entre as duas modalidades em análise (quadros AIV.10.5 a AIV.10.12 e figuras 4.30(VII) e 4.31(VII)).

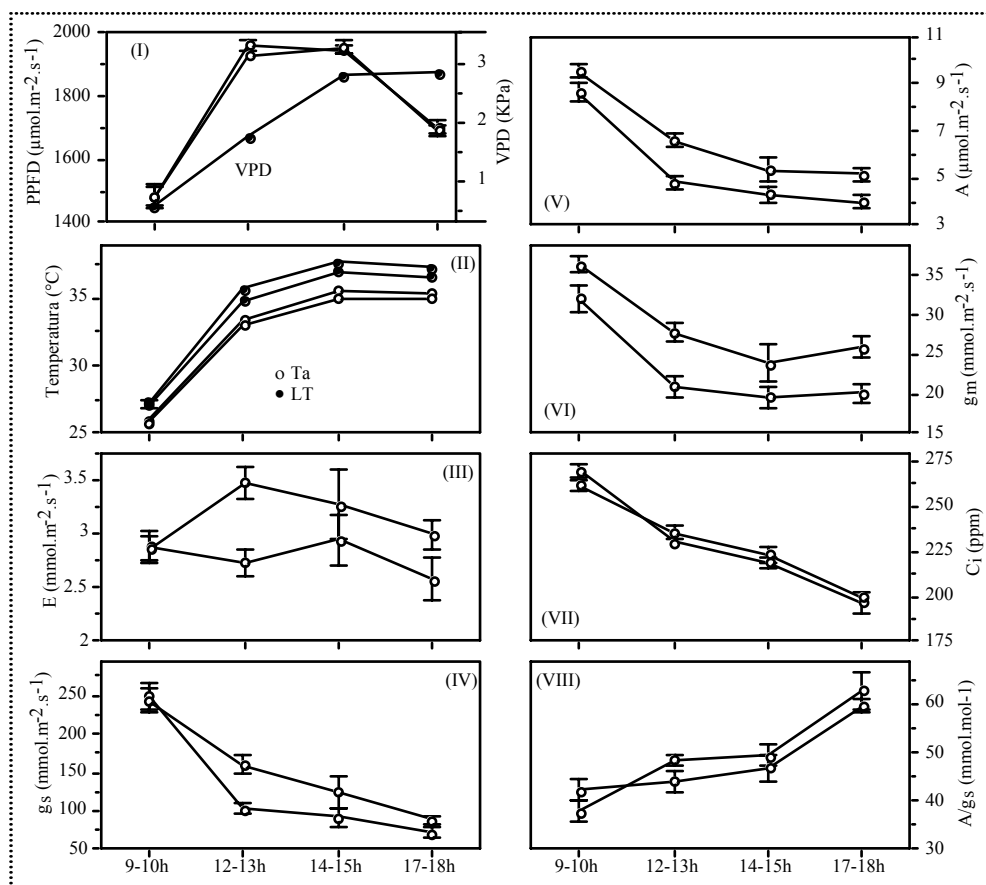


Figura 4.31 - Influência da *Calda bordalesa* nas trocas gasosas de folhas expostas da cv. Touriga Nacional em quatro períodos do dia 2.9.97 (folhas calda bordalesa e folhas testemunha - linhas a cheio e a tracejado, respectivamente). Os valores médios ($n=24$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

4.6. Fluorescência da clorofila *a* *in vivo*

Os parâmetros da fluorescência da clorofila *a* (F_v/F_m , F_o , F_m e F_v) apenas foram medidos no 2º e 3º ano de ensaio, ao longo do dia e em dias típicos de Verão, estando os respectivos resumos das análises de variância apresentados nos quadros AIV.11.1 a AIV.11.13 em anexo.

Relativamente ao ensaio de 1996, são apresentados os resultados de dois dias de medições (16.7.96 e 13.9.96), sendo no primeiro dia analisados os efeitos do *Terreno*, *Forma da parede de vegetação*, *Orientação* das folhas (folhas voltadas a NE ou SW, *i.e.*, folhas expostas ao Sol ou à sombra, consoante o período do dia em que se fizeram as medições) e respectivas interacções, enquanto no segundo dia se avaliou o efeito do *Terreno*, *Forma da*

parede de vegetação, *Calda bordalesa* e respectivas interações em folhas expostas ao Sol, excepto na primeira medição do dia, feita um pouco antes de nascer o Sol.

Nos resultados obtidos em 16.7.96 (resumos das análises de variância apresentados nos quadros AIV.11.1 a AIV.11.5), duma forma geral, a *Forma da parede de vegetação* foi uma origem de variação sem significância e quantitativamente nula para a variação total dos parâmetros analisados, enquanto, em relação ao efeito do *Terreno*, apenas se notaram diferenças significativas entre as folhas das duas cotas, quer na razão F_v/F_m quer na F_o , F_m e F_v , nas medições das 7 e 10 horas (quadros AIV.11.1 e AIV.11.2). No caso do primeiro parâmetro, que reflecte a eficiência fotoquímica máxima do PSII, as folhas da cota superior do terreno tinham maiores valores ($P < 0,01$, 7h; $P < 0,05$, 10h) do que as folhas da cota inferior. Igual tendência foi registada para a F_o e F_m , embora neste segundo parâmetro as diferenças tivessem sido bastante mais elevadas, como aliás é expresso pelas percentagens de variação explicada (47%, 7h; 38%, 10h).

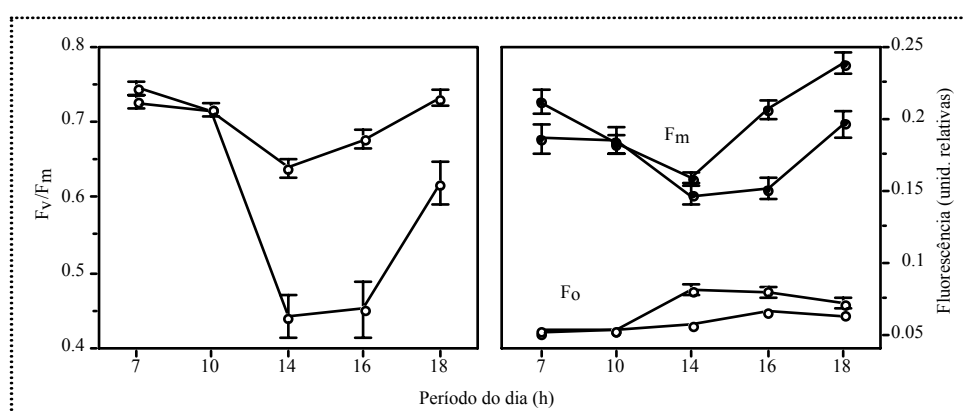


Figura 4.32 - Variação ao longo do dia (16.7.96) da eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m), fluorescência basal (F_o , símbolos abertos) e fluorescência máxima (F_m , símbolos fechados) em folhas orientadas a NE e a SW (linhas a cheio e a tracejado, respectivamente) de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional. Os valores médios ($n=20$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Nas medições feitas durante a tarde, a reduzida importância do efeito do *Terreno* e da *Forma do copado* na variação total das variáveis em análise contrastou com o elevado peso do efeito da *Orientação* das folhas (quadros AIV.11.3 a AIV.11.5). De acordo com a figura 4.32, as folhas voltadas a SW, expostas ao Sol, tinham razões F_v/F_m bastante mais baixas do que as folhas voltadas a NE, já à sombra, deixando transparecer uma certa associação negativa entre a eficiência fotoquímica e a PPFD incidente nas folhas, nesta parte do dia. Especialmente às 14 horas, essa maior depressão registada nas folhas-SW (cerca de 31%), resultou dum decréscimo em F_m e dum aumento muito acentuado em F_o . Na última medição (18 horas) a recuperação de F_v/F_m nas folhas voltadas a SW começou a tornar-se visível, muito por causa do decréscimo em F_o e, sobretudo, da subida significativa em F_m . É ainda

de salientar que, nesta última medição, a razão F_v/F_m das folhas da face NE do copado já não diferia significativamente ($P>0,05$) da registada ao princípio do dia (0,75 às 7h vs 0,73 às 18h).

Quanto aos resultados de 13.9.96 (medições feitas às 7, 14 e 18 horas), já com o ciclo vegetativo bastante adiantado, os respectivos resumos de análise de variância, apresentados nos quadros AIV.11.6 a AIV.11.8, mostram que o efeito da *Forma da parede de vegetação* continuou a manifestar-se pouco relevante para a variação total dos parâmetros de fluorescência analisados. Em contrapartida, o efeito do *Terreno* e, principalmente, o da *Calda bordalesa* tiveram um peso altamente significativo na variação total de F_o , F_m e F_v , em qualquer um dos períodos de medição (valores superiores a 20% de variação explicada), embora, em termos de razão F_v/F_m , esses efeitos, para além de se manifestarem não significativos, tiveram uma contribuição muito reduzida ou nula para a variação total. Da análise da figura 4.33, relativa à variação da razão F_v/F_m , F_o e F_m nas duas cotas do terreno e em três períodos distintos do dia, é perceptível que o rendimento quântico máximo do PSII não foi estatisticamente diferente entre essas duas modalidades. Não obstante a este comportamento, também se observa que F_o e F_m sofreram acréscimos altamente significativos nas folhas das videiras da cota superior do terreno.

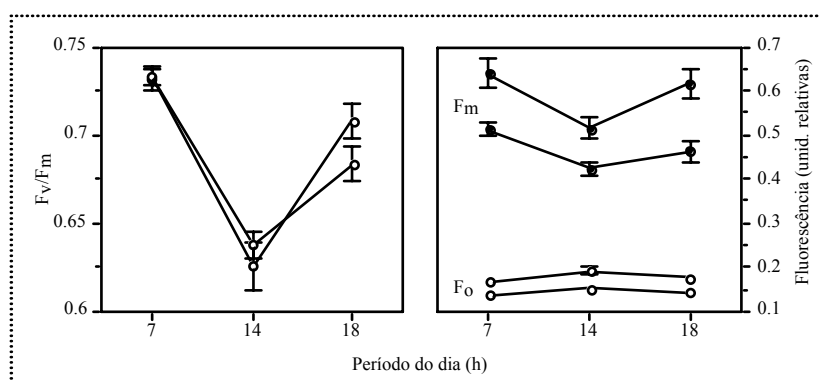


Figura 4.33 - Influência do *Terreno* na eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m), fluorescência basal (F_o , símbolos abertos) e fluorescência máxima (F_m , símbolos fechados) de folhas expostas da cv. Touriga Nacional (folhas da cota inferior, linhas a cheio; folhas da cota superior, linhas a tracejado), em 13.9.96. Os valores médios ($n=20$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

De igual modo, a figura 4.34 mostra a evolução dos parâmetros em análise, quanto ao efeito da *Calda bordalesa* em 13.9.96. Aí se observa que as folhas tratadas com calda bordalesa emitiram menos F_o e, sobretudo, menos F_m (logo menos F_v) do que as folhas testemunha. No entanto, como as variações de F_m e F_v foram sensivelmente proporcionais, não se registaram diferenças significativas na razão F_v/F_m entre estas duas modalidades, embora às 14 horas as diferenças entre as duas modalidades estivessem muito próximo do limite mínimo de significância ($P=0,08$).

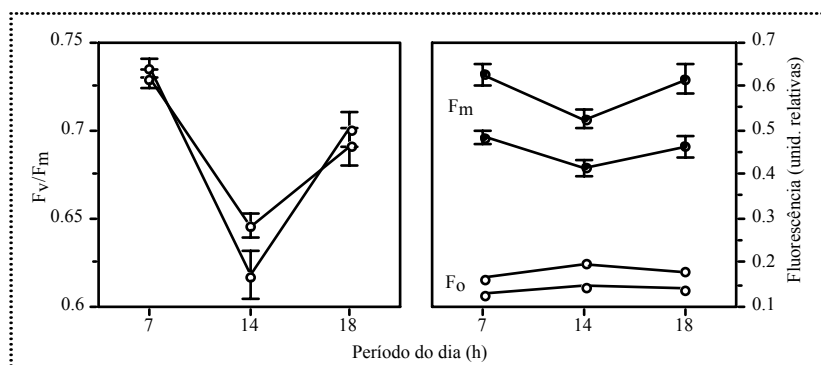


Figura 4.34 - Influência da *Calda bordalesa* na eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m), fluorescência basal (F_o , símbolos abertos) e fluorescência máxima (F_m , símbolos fechados) de folhas expostas da cv. Touriga Nacional (folhas com calda bordalesa, linhas a cheio; folhas testemunha, linhas a tracejado), em 13.9.96. Os valores médios ($n=20$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Nas figuras 4.33 e 4.34, para além dos efeitos já referidos, também se observa que às 14 horas houve uma acentuada depressão na eficiência fotoquímica máxima do PSII ($\approx 0,63$), resultante duma ligeira subida em F_o e simultaneamente duma descida considerável em F_m . Como consequência, neste período também a fluorescência variável da clorofila *a* decresceu, sugerindo este comportamento a intensificação de outras vias de deexcitação energética das clorofilas do PSII.

No ensaio de 1997, em 30 de Julho, avaliou-se o efeito do *Terreno*, *Forma da parede de vegetação*, *Calda bordalesa* e respectivas interações em folhas expostas ao sol, excepto no primeiro período de medições, e em diferentes períodos do dia (7, 9, 12, 15 e 18 horas). Os respectivos resumos de análise de variância da razão F_v/F_m , F_o , F_m e F_v estão apresentados nos quadros AIV.11.9 a AIV.11.13.

Relativamente ao efeito do *Terreno*, apenas no primeiro período de medições (7 horas) se registaram diferenças significativas na razão entre as duas cotas (0,78 na cota inferior vs 0,77 na cota superior, $P<0,001$, $\text{Var}(\%)=19,0$), mas porventura sem nenhum significado biológico. Em relação aos parâmetros F_o e F_m , só nas medições efectuadas às 7, 9 e 18 horas as diferenças entre as folhas das duas cotas foram significativas (valores mais baixos nas folhas da cota inferior do que na cota superior do terreno), embora com um peso para a variação total não muito elevado (4,3 a 15,6%) (valores médios não apresentados em figura).

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, também as diferenças registadas entre as duas modalidades, quer nesta data (30.7.97) quer noutras determinações (dados não apresentados), não foram muito consistentes. A razão F_v/F_m apenas foi distinta entre essas folhas às 7 e 12 horas ($P<0,01$ e $P<0,05$, respectivamente), apresentando as folhas da forma alta maiores razões do que as da forma baixa (0,78 vs 0,77 e 0,66 vs 0,62, respectivamente). Contudo, estas diferenças não explicaram mais de 10% da variação total deste parâmetro, conforme se observa nos quadros AIV.11.9 e AIV.11.11, respectivamente. No tocante à F_m , o

efeito da *Forma* pouco ou nada contribuiu para a sua variação total mas, em relação à F_o , as folhas dos copados com forma baixa apresentaram valores ligeiramente superiores aos da forma alta. Nas medições das 12, 15 e 18 horas (quadros AIV.11.11 a AIV.11.13) as diferenças foram mesmo significativas ($P < 0,001$, $P < 0,05$ e $P < 0,001$, respectivamente). Todavia, estas diferenças em F_o não tiveram consequências significativas na quantidade de fluorescência variável em qualquer um dos períodos de medição (valores médios não apresentados em figura).

No que concerne ao efeito da *Calda bordalesa* (em 30.7.97), a sua contribuição para a variação total dos parâmetros F_o e F_m foi bastante elevada, ultrapassando em alguns períodos de medição mais de metade dessa variação (quadros AIV.11.9 a AIV.11.13). Como se observa na figura 4.35, e à semelhança dos resultados obtidos em 1996, esses elevados valores percentuais estiveram relacionados com os menores níveis de fluorescência basal e fluorescência máxima emitidas pelas folhas tratadas com calda bordalesa (C), relativamente às folhas testemunha (N). Para além disso, tanto nestas determinações como nas medições efectuadas em 13.9.96, estes menores valores estiveram associados a valores de $t_{1/2}$ bastante mais elevados do que nas folhas testemunha (por exemplo, na medição das 15 horas da data em análise registou-se um $t_{1/2}$ de 54,3 ms na modalidade C contra 19,1 ms na modalidade N, explicando estas diferenças 34% da variação total deste parâmetro). Na figura 4.35 também se observa que, enquanto os níveis em F_o se mantiveram mais ou menos constantes ao longo do dia, salvo uma ligeira subida às 12 e 15 horas nas folhas testemunha, a emissão de F_m foi diminuindo quase linearmente em ambas as modalidades, embora nas folhas testemunha o declive deste decréscimo seja notoriamente mais acentuado. Por isso, as diferenças de F_m entre as duas modalidades, embora sempre altamente significativas, foram decrescendo desde a primeira até à última medição ($0,267^{(7h)} > 0,232^{(9h)} > 0,155^{(12h)} > 0,102^{(15h)} > 0,117^{(18h)}$). A F_v também foi diminuindo ao longo do dia nas duas modalidades, em consequência da diminuição da F_m . Contudo, nas folhas testemunha, às 12 e 15 horas, esse decréscimo foi reforçado pelo aumento em F_o . Por isso, nestes períodos a razão F_v/F_m foi significativamente menor nestas folhas do que nas folhas tratadas com calda bordalesa. Estas diferenças absorveram 17,6% e 15,5% da variação total, respectivamente, enquanto nos restantes períodos de medição a contribuição para a variação total foi muito reduzida e não significativa (7h-2,6%; 9h-2,5%; 18h-0,0%).

Os resultados até agora apresentados sobre o efeito da *Calda bordalesa* (13.9.96 e 30.7.97) referem-se, na modalidade “calda bordalesa”, a medições feitas em folhas que mantinham mais ou menos intacto o resíduo esbranquiçado formado sobre a página adaxial, sendo, por isso, provável que as diferenças em F_o e F_m entre estas folhas e as folhas testemunha estejam a ser sobrestimadas. Até que ponto esse resíduo não fará com que a

energia de excitação que atinge os cloroplastos seja bastante menor e, consequentemente, também a fluorescência emitida pelas clorofilas, sobretudo a F_m , seja mais baixa?

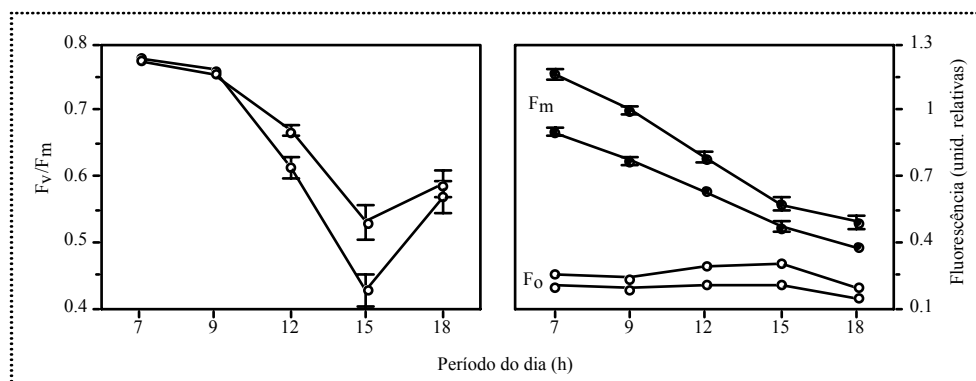


Figura 4.35 - Influência da *Calda bordalesa* na eficiência fotoquímica máxima do PSII (F_v/F_m), fluorescência basal (F_o , símbolos abertos) e fluorescência máxima (F_m , símbolos fechados) de folhas expostas da cv. Touriga Nacional (folhas com calda bordalesa, linhas a cheio; folhas testemunha, linhas a tracejado), em 30.7.97. Os valores médios ($n=20$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Procurando esclarecer a dúvida descrita no parágrafo anterior, procedeu-se à execução do seguinte protocolo: em folhas tratadas com calda bordalesa mediu-se a fluorescência numa zona do limbo foliar que mantinha o resíduo intacto (C) e noutra em que o resíduo foi previamente removido com algodão seco (Crem.); em folhas testemunha (N) mediram-se os mesmos parâmetros de fluorescência. As medições deste protocolo decorreram num dia tipicamente de Verão, em meados do mês de Agosto/97, em folhas expostas ao sol, excepto as que foram medidas às 7 horas. Os valores médios dos parâmetros medidos estão apresentados no quadro 4.7.

A análise aos resultados do quadro 4.7 confirmou, de forma bastante esclarecida, que a presença dos resíduos de calda bordalesa sobre as folhas levava à redução dos níveis de fluorescência emitida. Essa constatação foi particularmente evidenciada pelos níveis de F_o , F_m e F_v registados na modalidade C, relativamente à modalidade Crem.. Nesta comparação verificámos que a F_o era atenuada em média cerca de 23%, enquanto a F_m e a F_v decresciam 28% e 31%, respectivamente. Todavia, conforme expressam os valores das razões F_v/F_m , este distinto comportamento, que é introduzido pela presença das partículas de calda bordalesa, não parece afectar significativamente a eficiência fotoquímica máxima do PSII. Apenas nas 2 primeiras medições (7 e 9h) a modalidade C apresentou uma ligeira depressão nesses valores (4,7%, 7h; 3,3%, 9h), mas significativa, relativamente à modalidade Crem.. Nos restantes períodos de medição, embora as diferenças não tenham sido significativas, na modalidade Crem. registaram-se tendencialmente maiores razões F_v/F_m do que na modalidade C.

Quadro 4.7 - Variação diurna da eficiência fotoquímica máxima (F_v/F_m), da fluorescência basal (F_o), da fluorescência máxima (F_m), da fluorescência variável (F_v) e do tempo médio entre F_o e F_m ($t_{1/2}$) em folhas tratadas com calda bordalesa, mantendo intacto o resíduo depositado sobre a página adaxial (C) ou removendo-o previamente (Crem.), e em folhas testemunha (N). Os valores representam a média \pm erro padrão de 10 repetições (excepto $n=20$, às 18 horas). Em cada parâmetro, valores no mesmo período de medição com pelo menos uma letra comum não são significativamente diferentes ($P>0,05$), segundo o teste de Duncan.

	F_v/F_m	$t_{1/2}$ (ms)	F_o (unid.rel.)	F_m (unid.rel.)	F_v (unid.rel.)
7 horas					
C	0,730 \pm 0,005 a	85,16 \pm 6,78 b	0,185 \pm 0,008 a	0,682 \pm 0,039 a	0,503 \pm 0,031 a
Crem.	0,766 \pm 0,003 b	56,16 \pm 3,84 a	0,242 \pm 0,006 b	1,033 \pm 0,013 c	0,792 \pm 0,009 c
N	0,758 \pm 0,003 b	71,17 \pm 5,77 ab	0,229 \pm 0,005 b	0,950 \pm 0,019 b	0,721 \pm 0,014 b
9 horas					
C	0,710 \pm 0,007 a	78,22 \pm 5,07 b	0,182 \pm 0,008 a	0,633 \pm 0,041 a	0,453 \pm 0,033 a
Crem.	0,734 \pm 0,004 b	54,70 \pm 5,05 a	0,239 \pm 0,003 c	0,900 \pm 0,016 b	0,664 \pm 0,013 b
N	0,748 \pm 0,003 b	67,08 \pm 5,24 ab	0,222 \pm 0,004 b	0,881 \pm 0,015 b	0,659 \pm 0,013 b
11 horas					
C	0,659 \pm 0,012 a	80,89 \pm 3,88 b	0,192 \pm 0,007 a	0,572 \pm 0,036 a	0,380 \pm 0,030 a
Crem.	0,674 \pm 0,010 a	57,30 \pm 4,05 a	0,250 \pm 0,007 b	0,771 \pm 0,023 b	0,521 \pm 0,020 b
N	0,660 \pm 0,022 a	67,05 \pm 7,62 ab	0,249 \pm 0,008 b	0,751 \pm 0,038 b	0,500 \pm 0,038 b
12 horas					
C	0,657 \pm 0,010 a	79,77 \pm 4,48 b	0,205 \pm 0,005 a	0,600 \pm 0,028 a	0,398 \pm 0,023 a
Crem.	0,678 \pm 0,007 a	70,17 \pm 2,48 ab	0,250 \pm 0,007 b	0,777 \pm 0,017 b	0,527 \pm 0,016 b
N	0,643 \pm 0,024 a	61,81 \pm 6,37 a	0,256 \pm 0,009 b	0,730 \pm 0,034 b	0,474 \pm 0,036 ab
14 horas					
C	0,524 \pm 0,034 b	49,91 \pm 12,0 b	0,204 \pm 0,017 a	0,445 \pm 0,038 a	0,240 \pm 0,029 a
Crem.	0,592 \pm 0,024 b	59,89 \pm 6,20 b	0,273 \pm 0,012 b	0,676 \pm 0,023 b	0,403 \pm 0,027 b
N	0,394 \pm 0,019 a	10,52 \pm 6,50 a	0,298 \pm 0,007 b	0,497 \pm 0,022 a	0,198 \pm 0,018 a
16 horas					
C	0,539 \pm 0,026 b	66,26 \pm 9,90 b	0,206 \pm 0,010 a	0,455 \pm 0,019 a	0,248 \pm 0,020 a
Crem.	0,560 \pm 0,028 b	63,71 \pm 7,44 b	0,244 \pm 0,011 b	0,562 \pm 0,023 b	0,318 \pm 0,027 a
N	0,443 \pm 0,039 a	28,29 \pm 9,33 a	0,277 \pm 0,012 c	0,516 \pm 0,036 ab	0,240 \pm 0,038 a
18 horas					
C	0,625 \pm 0,011 ab	76,42 \pm 3,96 b	0,173 \pm 0,005 a	0,476 \pm 0,023 a	0,301 \pm 0,019 a
Crem.	0,666 \pm 0,009 b	67,39 \pm 1,71 ab	0,233 \pm 0,005 b	0,701 \pm 0,017 c	0,469 \pm 0,016 b
N	0,590 \pm 0,029 a	59,91 \pm 6,13 a	0,231 \pm 0,007 b	0,595 \pm 0,030 b	0,364 \pm 0,030 a

Na análise aos resultados do quadro 4.7 foi ainda realçado o comportamento distinto das duas modalidades C e Crem., relativamente ao parâmetro $t_{1/2}$. Enquanto nos primeiros três períodos de medição (7, 9 e 11 horas) os valores médios de $t_{1/2}$ foram significativamente superiores na modalidade C, nos períodos seguintes não se registaram diferenças significativas entre as duas modalidades. Aquelas diferenças poderão estar relacionadas com maiores dificuldades na excitação rápida das clorofilas e, conseqüentemente, na redução total dos aceitadores de electrões do PSII. Quanto à comparação entre as folhas tratadas com calda bordalesa (C e Crem.) e as folhas testemunha (N), em termos de razão F_v/F_m , constatámos que no período da manhã não se registaram diferenças significativas entre elas (Crem. vs N), enquanto no período da tarde, especialmente às 14 e 16 horas, as folhas testemunha sofreram uma forte depressão (33,4 e 20,9%, respectivamente), resultante

dos correspondentes maiores valores em F_o e menores valores em F_m e F_v . Nestes períodos verificámos também que nas folhas testemunha o $t_{1/2}$ foi muito mais baixo do que nas folhas tratadas com calda bordalesa, ou seja, nestas folhas, independentemente da calda ter sido removida ou não, o tempo necessário para se atingir a F_m foi mais prolongado.

Como já demonstrado em resultados anteriores, às 18 horas todas as modalidades mostraram sinais de recuperação da eficiência fotoquímica máxima, embora ainda a modalidade N apresentasse um ligeiro atraso em relação à modalidade Crem., devido aos valores de F_m serem ainda significativamente mais baixos nessas folhas (neste período, os valores de F_o já eram iguais).

4.7. Relações hídricas das folhas

4.7.1. Potencial hídrico

O potencial hídrico foliar (Ψ_f) foi determinado nos três anos de ensaio ao longo do período estival e em todas as modalidades. Os resultados de cada período de medição, em cada dia, foram submetidos à análise de variância, encontrando-se os respectivos resumos nos quadros AIV.12.1/23, em anexo. Nestes resultados pretendeu-se dar especial relevância aos valores do Ψ_f de base e mínimo (medidos antes de nascer o sol e ao meio-dia solar, respectivamente) como sinais, por um lado, da variação das disponibilidades hídricas do solo na rizosfera e da capacidade das videiras para restabelecerem o seu estado hídrico durante a noite e, por outro lado, da capacidade das videiras para impedirem o decréscimo acentuado do estado energético da água das folhas durante os períodos de maior défice de pressão de vapor de água no ar, respectivamente. Em alguns dias de determinações, como aconteceu em 1997, as medições efectuadas restringiram-se praticamente a estes dois períodos cruciais.

No que concerne ao efeito do *Terreno*, constatámos que a variabilidade resultante das diferenças de Ψ_f entre as videiras das duas cotas do terreno, para além de significativa, contribuiu, na generalidade das determinações efectuadas durante os três anos de ensaio, com um peso bastante considerável para a variação total (quadros AIV.12.1/23). No entanto, como se deduz pela observação da figura 4.36, o comportamento relativo das videiras das duas cotas do terreno foi distinto de ano para ano. Enquanto em 1995 e 1997 as videiras da cota superior do terreno evidenciaram sistematicamente, ao longo do período estival, maiores Ψ_f do que as videiras da cota inferior, em 1996 a situação inverteu-se e as diferenças até foram mais acentuadas, como aliás está expresso nos valores mais elevados de percentagem de variação total explicada pela origem de variação em análise.

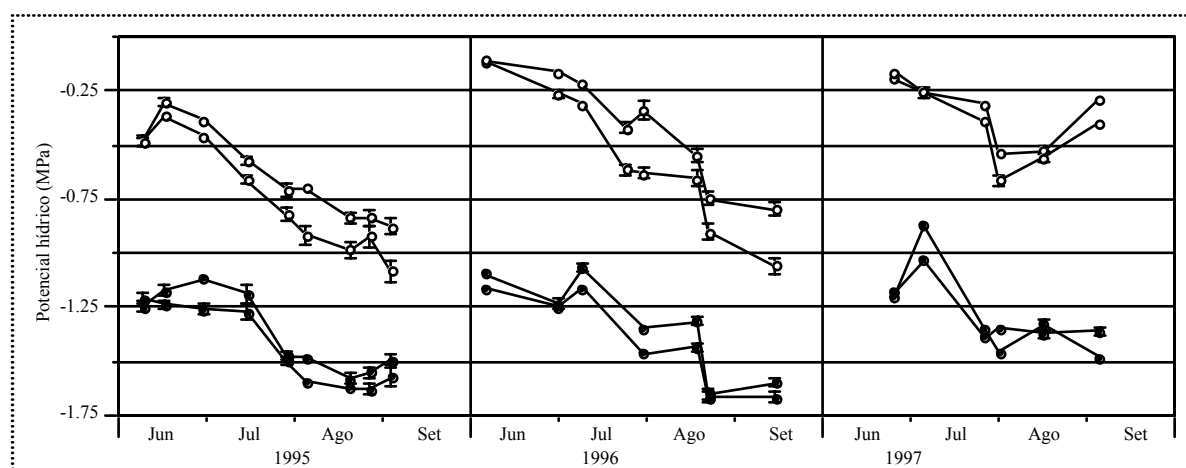


Figura 4.36 - Efeito do *Terreno* na evolução do Ψ_f de base (símbolos abertos) e mínimo (símbolos fechados) na cv. Touriga Nacional ao longo do período estival, em 1995, 1996 e 1997 (folhas das videiras da cota inferior, linhas a cheio; folhas das videiras da cota superior, linhas a tracejado). Os valores médios ($n=8-16$ em 1995; $n=24$ em 1996; $n=24-32$ em 1997) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, os resultados de 1995 e 1996 permitiram concluir que, no decurso dos respectivos períodos estivais, as videiras conduzidas em sebe baixa apresentavam Ψ_f de base ligeiramente mais favoráveis ($P<0,05$) do que as videiras conduzidas em sebe alta (figura 4.37 e quadros A.IV.12.1/17). Em contrapartida, em 1997, exceptuando a determinação de 25 de Julho, em que essa tendência foi significativa, o efeito da *Forma do copado*, para além de não significativo, nada contribuiu para a variação total do Ψ_f de base (quadros A.IV.12.18/23). Durante o dia, em particular ao meio-dia solar, veio-se a constatar que a maior parte das diferenças, então observadas nos Ψ_f de base entre as duas formas de copado, deixaram de existir, anulando, na maior parte das determinações, a contribuição para a variação total (quadros A.IV. 12.1/17, figura 4.37).

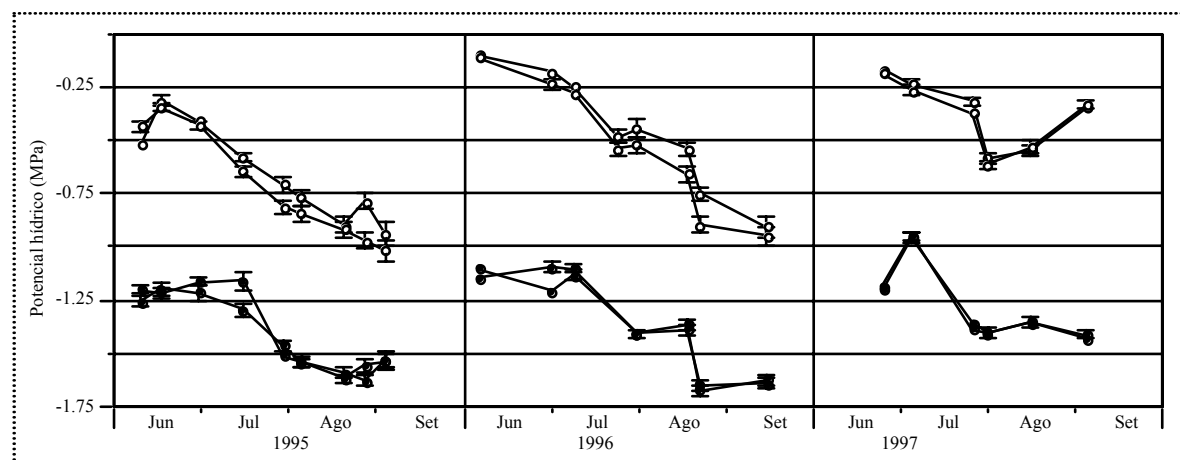


Figura 4.37 - Efeito da *Forma da parede de vegetação* na evolução do Ψ_f de base (símbolos abertos) e mínimo (símbolos fechados) na cv. Touriga Nacional ao longo do período estival, em 1995, 1996 e 1997 (folhas das videiras com sebe alta, linhas a cheio; folhas das videiras com sebe baixa, linhas a tracejado). Os valores médios ($n=8-16$ em 1995; $n=24$ em 1996; $n=24-32$ em 1997) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Relativamente ao efeito da *Calda bordalesa* no Ψ_f , em geral (ensaios de 1996 e 1997), este não foi significativo e a contribuição para a variação total foi nula (quadros AIV.12.13/17 e AIV.12.20/23). Apenas em duas ocasiões foram notadas diferenças nos valores do Ψ_f de base, uma relativa à medição de 16.8.96, em que as folhas tratadas com calda bordalesa tinham potenciais menos negativos do que as folhas testemunha (-0,56 vs -0,64 MPa, $n=24$, $P=0,052$, $\text{Var}(\%)=7,8$), e a outra relativa à medição de 2.9.97 em que o comportamento foi contrário ao observado em 16.8.96 (-0,31 vs -0,37 MPa, $n=32$, $P=0,006$, $\text{Var}(\%)=7,7$).

• evolução diurna

No ponto 4.5, onde se apresentaram os resultados das trocas gasosas das folhas, foram apreciadas as evoluções diurnas de algumas determinações que se consideraram representativas do período estival. Neste ponto pretende-se complementar essa informação, analisando a evolução diurna do Ψ_f nas mesmas datas então referidas (29/6, 3/8 e 25/8 em 1995; 8/7, 29/7 e 12/9 em 1996; 25/7, 21/8 e 2/9 em 1997). Nos quadros AIV.12.3/6/8/12/14/17/20/22/23, em anexo, estão apresentados os respectivos resumos das análises de variância dos valores de Ψ_f registados em cada período de medição (base, 10, 14 e 17 horas). Por sua vez, nas figuras 4.38 e 4.39 estão ilustradas as evoluções diárias dos valores médios do Ψ_f das videiras das duas cotas do terreno e das duas formas de parede de vegetação, respectivamente.

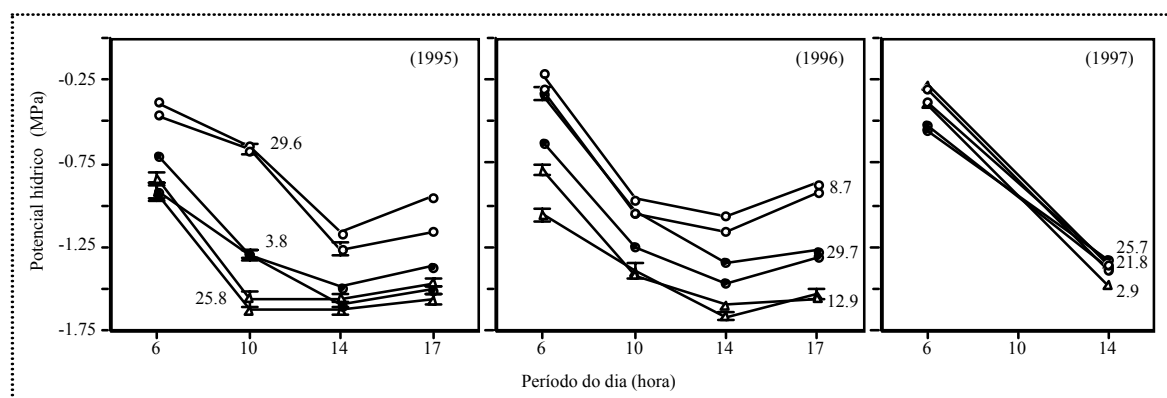


Figura 4.38 - Efeito do *Terreno* na evolução diurna do potencial hídrico foliar na cv. Touriga Nacional (folhas das videiras da cota inferior, linhas a cheio; folhas das videiras da cota superior, linhas a tracejado) em **1995** (29/6, 3/8 e 25/8), **1996** (8/7, 29/7 e 12/9) e **1997** (25/7, 21/8 e 2/9). Os valores médios ($n=12-16$ em 1995; $n=16-24$ em 1996; $n=32$ em 1997) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Relativamente ao ensaio de 1995 e 1996, constatámos que, independentemente das modalidades ensaiadas, o Ψ_f tende a decrescer rapidamente após o nascer do Sol, atingindo-se os valores mínimos às 14 horas (figuras 4.38 e 4.39), ou eventualmente mais cedo, como aconteceu em 25.8.95 (10h), devido à maior severidade das condições edafoclimáticas. Para além disso, também se observa que, estando ainda no início do período estival (29.6.95 e 8.7.96), na última determinação de cada dia (17h) ainda é visível uma ligeira recuperação do

estado hídrico das folhas, relativamente à medição das 14 horas, mas, com o adiantamento da estação, os valores do Ψ_f permanecem praticamente inalteráveis entre esses dois períodos do dia. Apesar destes pequenos detalhes, nessas figuras é realçada a regularidade da forma das curvas de evolução diurna do Ψ_f que aliás não difere muito do que foi demonstrado noutros trabalhos efectuados em condições mediterrânicas (Lopes, 1994; Afonso, 1996; Clímaco, 1997). A maior depressão do Ψ_f registada às 14 horas nem sempre teve consequências notórias ao nível das trocas gasosas. De facto, quer em 29.6.95 quer em 8.7.96, a descida do Ψ_f até valores de aproximadamente -1,2 ou -1,1 MPa, respectivamente (figura 4.38), não afectaram significativamente a condutância estomática (figuras 4.15 e 4.18). Pelo contrário, nas restantes determinações, em que o Ψ_f decresceu até valores menores que -1,4 MPa, a abertura dos estomas foi mais reduzida, como se observa por exemplo nas figuras 4.15 (3 e 25.8.95), 4.19 (29.7.96) e 4.20 (12.9.96).

Quanto ao efeito do *Terreno* e à relação entre o Ψ_f e as trocas gasosas das folhas, notou-se, no ensaio de 1995, que em 29.6.95 as diferenças de Ψ_f entre as videiras das duas cotas do terreno corresponderam a diferenças significativas e no mesmo sentido das diferenças registadas ao nível das taxas de fotossíntese líquida e transpiração, ou seja, os valores menos negativos destes parâmetros foram registados nas videiras da cota superior do terreno (figura 4.38). Em contrapartida, em Agosto (dias 3 e 25), embora se continuasse a observar sensivelmente o mesmo comportamento relativo na evolução do Ψ_f , o efeito do *Terreno* sobre as trocas gasosas manifestou-se, em geral, não significativo (*vide* quadros AIV.8.4 a AIV.8.9 e figura 4.15). Relativamente ao ensaio de 1996, como já se referiu anteriormente, foi nas videiras da cota inferior do terreno que se mediram os valores do Ψ_f mais favoráveis (figura 4.38), notando-se esta vantagem de forma mais vincada nas determinações efectuadas de manhã cedo (quadros AIV.12.12/14/17). Do mesmo modo, foi também nessas videiras que a actividade fotossintética foi mais elevada, embora a eficiência intrínseca do uso de água tenha sido bastante prejudicada (figuras 4.18, 4.19 e 4.20).

No que respeita ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, a evolução diurna do Ψ_f nas datas indicadas na figura 4.39 foi muito similar em ambas as formas do copado, exceptuando alguns períodos (29.6.95, 10 e 14h; 25.8.95, base; 29.7.96, base, 10 e 17h; 25.7.97, base) em que as folhas das videiras conduzidas em sebe baixa apresentaram potenciais hídricos menos negativos ($P < 0,05$) do que as videiras conduzidas em sebe alta. Quanto às trocas gasosas, nos dias a que estas evoluções se referem, as diferenças de condutância estomática, transpiração e fotossíntese aparente, entre as duas formas de copado, foram mais notórias, sendo em geral sempre mais elevadas nas videiras conduzidas em sebe baixa (figuras 4.16, 4.21, 4.22, 4.27 e 4.28).

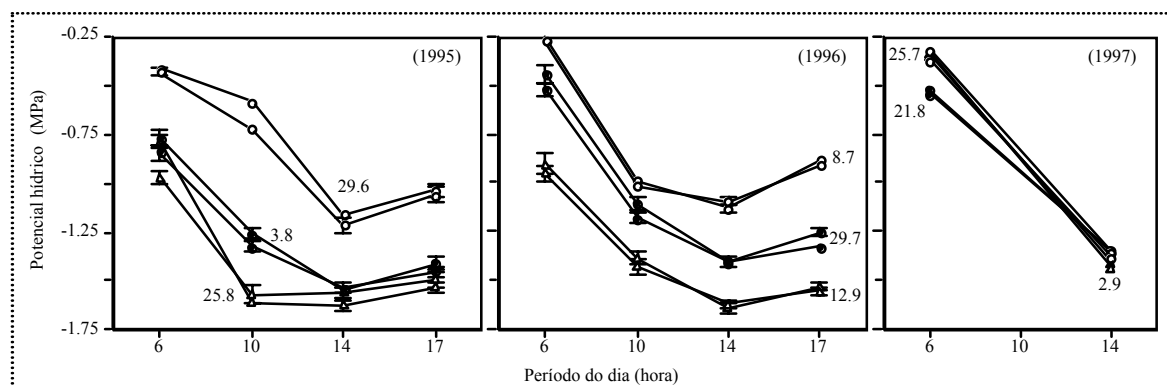


Figura 4.39 - Efeito da *Forma da parede de vegetação* na evolução diurna do potencial hídrico foliar na cv. Touriga Nacional (folhas das videiras com sebe alta, linhas a cheio; folhas das videiras com sebe baixa, linhas a traçado) em **1995** (29/6, 3/8 e 25/8), **1996** (8/7, 29/7 e 12/9) e **1997** (25/7, 21/8 e 2/9). Os valores médios ($n=12-16$ em 1995; $n=16-24$ em 1996; $n=32$ em 1997) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Relativamente ao efeito da *Calda bordalesa*, quer nos dias aqui referidos para apreciar a evolução diurna quer noutros referenciados nos quadros AIV.12, não ficou provado que a aplicação deste fungicida tivesse alguma capacidade para influenciar o estado hídrico das folhas, embora, a nível das trocas gasosas e nos dias em análise, se tenha constatado um acréscimo de transpiração dessas folhas, relativamente às folhas testemunha (figuras 4.23, 4.29, 4.30 e 4.31).

4.7.2. Relações pressão-volume

A avaliação das relações pressão-volume das folhas foi efectuada nos três anos de ensaio. Em 1995 fizeram-se três colheitas, sendo uma no início do pintor (12 de Julho) e as outras duas durante a maturação (1 e 25 de Agosto). No ensaio seguinte fizeram-se também o mesmo número de colheitas (11.7.96, 29.7.96 e 5.9.96), mas o ciclo vegetativo estava mais atrasado do que em 1995 (na 1ª data ainda não havia sinais visíveis de pintor, na 2ª estava-se ainda no pintor e na última data decorria ainda a maturação das uvas). Em 1997 só se efectuou uma colheita, a 21 de Agosto, quando a maturação já se tinha iniciado.

Dadas as limitações deste método, quanto ao número máximo de folhas medidas em cada determinação ($n=12$), em 1995 foi possível medir folhas de todas as modalidades (IA, IB, SA, SB), mas em 1996, a partir da 2ª colheita, inclusivé, e em 1997 deu-se prioridade à avaliação do efeito da *Calda bordalesa* e *Terreno*, colhendo-se folhas apenas nas videiras conduzidas em sebe baixa.

As análises de variância dos diferentes parâmetros deduzidos a partir da curva pressão-volume de cada folha, em particular do potencial osmótico à máxima turgescência (π_{100}), mostraram que o efeito das origens de variação aqui analisadas não foram significativos (dados não apresentados). Para isso, entre outros factores não controlados, terá pesado o reduzido número de folhas por modalidade ($n=3$), o facto das folhas terem sido colhidas sempre na face NE do bardo, onde a adversidade do clima estival era

relativamente menos intensa do que na face oposta e eventualmente a idade adulta das folhas (de acordo com Düring (1984), o ajustamento osmótico ocorre mais facilmente em folhas jovens).

Contudo, de forma a não desaproveitar toda a informação recolhida no âmbito deste ponto, independentemente das modalidades ensaiadas, procedeu-se à comparação das folhas entre datas de cada ensaio, como forma de contribuir para a caracterização do comportamento geral das videiras nos anos em que decorreram os ensaios. No quadro 4.8 estão sumariados alguns dos principais parâmetros que foram deduzidos a partir da curva pressão-volume de cada folha e da razão peso túrgido/peso seco (TW/DW). Nesse quadro constata-se que em 1995, desde a determinação de 12 de Julho até à de 22 de Agosto, o potencial osmótico à plena turgescência (π_{100}) e à turgescência nula (π_0) decresceram 0,38 MPa e 0,35 MPa, respectivamente ($P < 0,05$). Em contrapartida, nas determinações efectuadas em 1996, esses parâmetros não sofreram alterações significativas entre as três datas e os valores calculados foram muito semelhantes aos obtidos em 1995 nas colheitas do mês de Agosto (quadro 4.8). Em 1997, na única determinação efectuada já em pleno período estival, o potencial osmótico, quer à plena turgescência quer à turgescência nula, foi muito mais elevado do que o observado nos ensaios anteriores em igual período do ciclo vegetativo. Para além disso, tanto em 1995 como em 1996, registou-se uma tendência decrescente na razão TW/DW (cerca de 10% entre a primeira e a última determinação de cada ano), provavelmente devido às modificações estruturais ou à acumulação de polímeros insolúveis, como o amido (Rodrigues *et al.*, 1993). Estas alterações reflectem uma diminuição da capacitância foliar (Schultz, 1996b) e, por si só, podem implicar o aumento passivo de concentração de solutos nas células (Patakas e Noitsakis, 1999). Embora a redução do π_{100} não tivesse sido constatada em 1996, verificámos que a fracção de água no simplasma (SWF) aumentou significativamente, à semelhança do que se observou em 1995 (70% em 1995 e 40% em 1996), sendo também este aspecto um sinal do aumento de substâncias osmoticamente activas no vacúolo das células (Patakas e Noitsakis, 1999) associada à retranslocação da água das paredes celulares para o citoplasma (Schultz, 1996b). Nestes resultados certifica-se ainda que, quando nas folhas já ocorreu um abaixamento significativo do π_{100} , como se observou na última determinação de 1995 (22 de Agosto) e nas três determinações de 1996, a fracção de água perdida, até ao ponto em que o potencial de turgescência se anula (100-RWC₀), aumenta ligeiramente. Através deste processo de aclimação, os estomas podem permanecer mais tempo abertos, o que favorece uma maior capacidade fotossintética e, sobretudo, minimiza os efeitos nefastos da temperatura foliar elevada sobre o aparelho fotossintético (Downton, 1983; Rodrigues *et al.*, 1993; Schultz, 1996b). Em 1995 e 1996, o módulo de elasticidade volumétrica (ϵ_{\max}) teve também tendência para aumentar com o decorrer do Verão, indiciando que as paredes celulares se foram

tornando mais rígidas, devido provavelmente à maior idade das folhas (Patakas *et al.*, 1997b) e/ou à maior adversidade das condições edafoclimáticas (Rodrigues *et al.*, 1993).

Quadro 4.8 - Caracterização das relações pressão-volume das folhas da cv. Touriga Nacional através dos seguintes parâmetros: razão peso túrgido/peso seco (TW/DW), potencial osmótico à máxima turgescência (π_{100}), potencial osmótico à turgescência nula (π_0), conteúdo relativo de água à turgescência nula (RWC₀), fracção de água no apoplasto (AWF) e módulo de elasticidade volumétrica próximo da turgescência máxima (ϵ_{\max}). Os valores representam a média \pm erro padrão de 12 repetições. Em cada ano, valores com pelo menos uma letra comum não são significativamente diferentes ($P>0,05$), segundo o teste de Duncan.

	TW/DW	π_{100} (MPa)	π_0 (MPa)	RWC ₀ (%)	AWF (%)	ϵ_{\max} (MPa)
1995						
12 Jul.	3,35 \pm 0,06 b	-1,11 \pm 0,04 c	-1,44 \pm 0,05 b	89,8 \pm 0,8 b	55,3 \pm 3,6 c	5,3 \pm 0,6 a
1 Ago.	3,62 \pm 0,04 c	-1,32 \pm 0,05 b	-1,56 \pm 0,05 b	91,2 \pm 0,7 b	39,8 \pm 7,0 b	10,9 \pm 1,1 b
22 Ago.	3,08 \pm 0,05 a	-1,49 \pm 0,04 a	-1,79 \pm 0,03 a	86,9 \pm 0,5 a	24,1 \pm 4,0 a	10,5 \pm 0,8 b
1996						
11 Jul.	3,46 \pm 0,06 b	-1,38 \pm 0,04 a	-1,70 \pm 0,05 a	86,5 \pm 0,8 a	71,5 \pm 3,5 b	4,5 \pm 0,5 a
29 Jul.	3,23 \pm 0,06 a	-1,41 \pm 0,03 a	-1,78 \pm 0,09 a	86,6 \pm 1,4 a	68,3 \pm 2,8 b	6,5 \pm 1,0 a
5 Set.	3,06 \pm 0,05 a	-1,33 \pm 0,05 a	-1,78 \pm 0,08 a	87,1 \pm 0,7 a	51,1 \pm 2,4 a	8,8 \pm 0,5 b
1997						
21 Ago.	3,18 \pm 0,05	-1,18 \pm 0,03	-1,44 \pm 0,04	89,8 \pm 0,6	57,9 \pm 2,2	6,7 \pm 0,4

Por último, a relação entre o potencial de turgescência e o potencial hídrico foliar (figura 4.40), avaliada a partir dos dados da curva pressão-volume, mostra que as folhas no Verão de 1995 e 1996, durante a sua desidratação progressiva, apresentavam maior capacidade do que as folhas medidas em 1997 para manter os seus potenciais de turgescência positivos. Enquanto naqueles anos a turgescência nula só se alcançava quando o potencial hídrico chegava aos -2,0 MPa, em 1997 esse estado já era mais ou menos notório quando o potencial hídrico das folhas chegava aos -1,5 MPa.

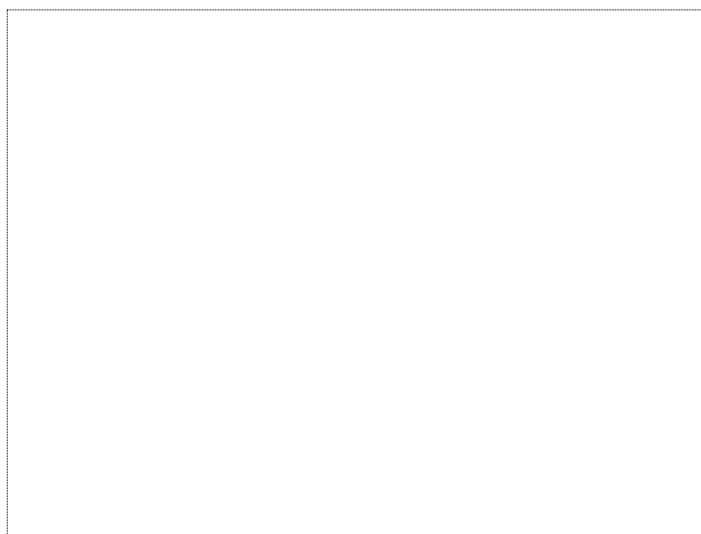


Figura 4.40 - Variação do potencial de turgescência foliar em função do respectivo potencial hídrico, na cv. Touriga Nacional em 1995 (22/8), 1996 (29/7) e 1997 (21/8). As curvas para cada uma destas datas foram obtidas por regressão polinomial de 2º grau, estando as respectivas equações e coeficiente de determinação apresentadas na própria figura.

4.7.3. Estimativa do potencial osmótico através do método crioscópico

A medição do potencial osmótico foliar através do método crioscópico apenas foi efectuada em 1997, usando as mesmas folhas que serviram para a medição do potencial hídrico de base nos dias 25 e 30 de Julho e 21 de Agosto. Nos quadros AIV.12.20/21/22, em anexo, estão as análises de variância referentes a essas determinações e no ponto 4.7.1 já foram analisados detalhadamente esses resultados. No quadro AIV.13.1, em anexo, onde são apresentadas as análises de variância dos valores do potencial osmótico, vê-se que nas primeiras duas datas o efeito do *Terreno* se manifestou com significância ($P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente) e com um peso considerável na variação total do potencial osmótico (11,9% e 15,8%, respectivamente). Tal como sucedeu com os valores do potencial hídrico de base, também nestas determinações os valores mais negativos de potencial osmótico foram observados nas videiras da cota inferior do terreno (figura 4.41(I)).

Quanto ao efeito da *Calda bordalesa*, apesar de não termos registado diferenças significativas no potencial hídrico de base, como aliás é notório na figura 4.41(II), nas três determinações aqui apresentadas, as folhas com calda bordalesa apresentaram valores de potencial osmótico menos negativos do que as folhas testemunha. Em 25 de Julho estas diferenças foram quase significativas ($P = 0,055$) e nas determinações seguintes (30.7 e 21.8.97) foram significativas e altamente significativas, tendo o efeito desta origem de variação (*Calda bordalesa*) absorvido 8,6% e 18,7% da variação total, respectivamente (quadro AIV.13.1). Na última determinação (21.8.97) verificou-se ainda que aquelas diferenças foram sobretudo mais acentuadas entre as videiras da cota superior do terreno (interacção T*C: $P < 0,05$; Var(%)=15,1).

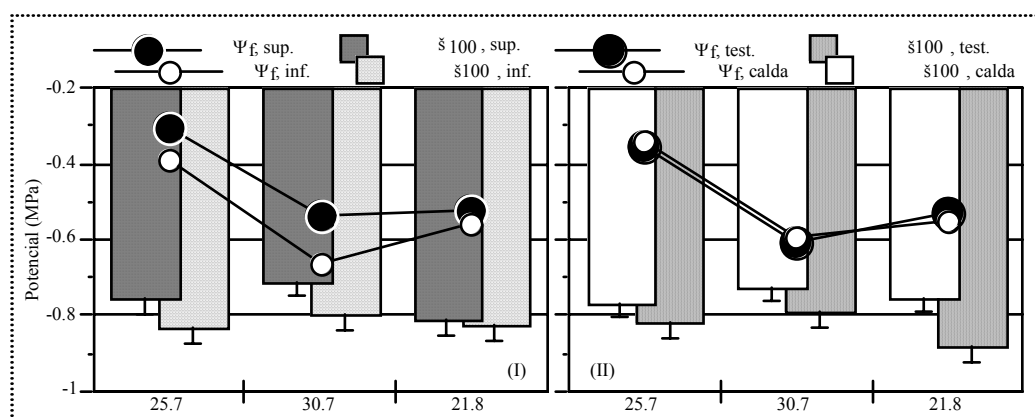


Figura 4.41 - Efeito do *Terreno* (I) e da *Calda bordalesa* (II) no potencial hídrico de base (Ψ_f) e respectivo potencial osmótico (π_{100}) em folhas da cv. Touriga Nacional e em três datas do ensaio de 1997 (25/7, 30/7 e 21/8). Os valores médios ($n=32$) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo).

Na figura 4.41 pode-se ainda observar que os valores de potencial osmótico, obtidos através do método crioscópico, são bastante mais elevados do que os estimados pelo método da curva pressão-volume. Em parte, estas diferenças são justificadas pelo facto de naquela metodologia estarmos a medir o potencial osmótico do soluto do simplasma diluído pela água do apoplasta, enquanto no método da curva pressão-volume apenas é deduzido o potencial osmótico do espaço simplástico.

4.8. Parâmetros morfológicos das folhas

As práticas culturais da vinha, ao condicionarem o vigor das cepas e a distribuição espacial da superfície foliar, provocam modificações microclimáticas importantes capazes de alterar também algumas características morfológicas das folhas. A este nível, efectuaram-se determinações da massa foliar por área (LMA), que está positivamente correlacionada com a espessura da folha e/ou densidade do tecido foliar (Osório, 1994), da espessura do parênquima em paliçada e lacunoso e da densidade estomática.

• Massa foliar por área

Nos ensaios de 1996 e 1997 foram efectuadas duas determinações da massa foliar por área (LMA), sendo uma no princípio do pintor (11.7.96 e 23.7.97) e a outra já no decurso da maturação (22.8.96 e 19.8.97). Na determinação feita a 11.7.96 foram registadas como origem de variação o *Terreno*, a *Forma da parede de vegetação*, a *Orientação* das folhas no copado e as respectivas interacções, enquanto nas restantes, para além destas, existia também o efeito da *Calda bordalesa*. Nos quadros AIV.14.1/2, em anexo, estão apresentadas, para cada uma dessas determinações, as respectivas análises de variância.

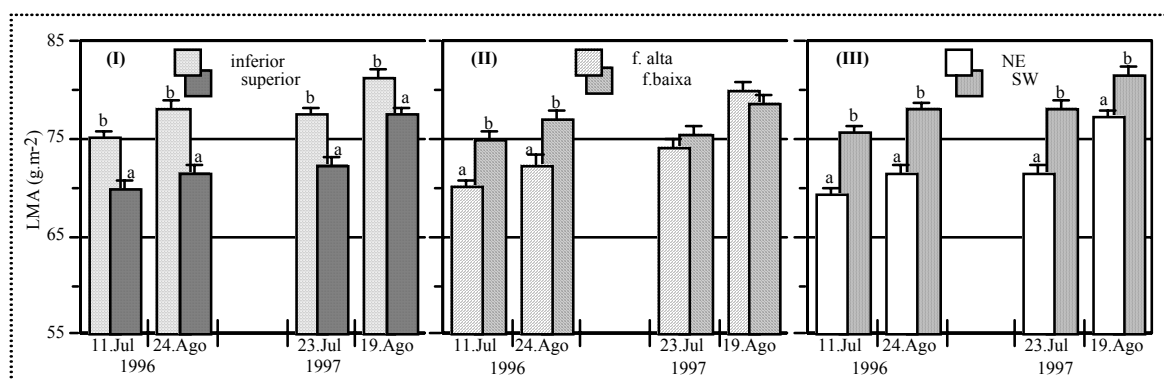


Figura 4.42 - Efeito do *Terreno* (I), da *Forma da parede de vegetação* (II) e da *Orientação* das folhas no copado (III) na massa foliar por área (LMA) na cv. Touriga Nacional. Os valores médios (n=64 em 1996 e n=48 em 1997) estão afectados do erro padrão (por vezes eclipsado pelo símbolo). Em cada data, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

Quer no ensaio de 1996 quer no de 1997, constatámos que o efeito do *Terreno*, para além de altamente significativo, foi responsável por uma considerável percentagem de variação, relativamente à variação total da LMA (quadros AIV.14.1/2). Na figura 4.42(I) verifica-se que esses valores são explicados sistematicamente pela maior LMA das folhas das videiras da cota inferior (cerca de mais 7% do que nas videiras da cota superior do terreno).

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, apenas no ensaio de 1996 a contribuição desta origem de variação foi significativa ($P < 0,001$) e permitiu explicar 19,1% e 13,3% da variação total na 1ª e 2ª determinação, respectivamente (quadro AIV.14.1). Como se observa na figura 4.42(II), as folhas das videiras com sebe baixa apresentaram valores de LMA muito mais elevados do que na sebe alta. Em contrapartida, no ensaio de 1997 as diferenças entre estas duas modalidades nunca chegaram a ser significativas ($P > 0,05$) e a contribuição deste efeito para a variação total foi praticamente irrelevante.

Relativamente ao efeito da *Calda bordalesa*, em 1997 não se registaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as duas modalidades mas no ensaio anterior (1996), na determinação efectuada a 24 de Agosto, esse efeito foi altamente significativo, embora o peso para a variação total não tivesse sido muito elevado (4,0%, quadro AIV.14.1). Nesta data, a LMA foi menor nas folhas tratadas com calda bordalesa ($73,5 \pm 0,9 \text{ g.m}^{-2}$) do que nas folhas testemunha ($76,1 \pm 0,8 \text{ g.m}^{-2}$). Nesta 2ª determinação do ensaio de 1996, o cálculo da LMA foi excepcionalmente feito a partir da expressão “ $\text{LMA} = (\text{DW}/\text{FW}).(\text{FW}/\text{A}_f)$ ”, tendo sido então possível constatar que as diferenças que se calcularam entre a LMA das folhas testemunha e das folhas tratadas com calda bordalesa estiveram muito mais relacionadas com as diferenças notadas ao nível do 1º termo (DW/FW) do que ao nível do 2º termo (FW/A_f). Enquanto neste caso o efeito da *Calda bordalesa* não foi significativo ($\text{Var}(\%) = 0,0$), naquele 1º termo esse efeito foi altamente significativo e a contribuição para a variação total bastante mais elevada (10,6%) do que o obtido para a variação total da LMA (4,0%). Desta forma, parece poder concluir-se que a maior LMA calculada nas folhas testemunha esteve mais associada à maior densidade de tecido foliar ($0,33 \pm 0,002 \text{ g.g}^{-1}$ vs $0,32 \pm 0,002 \text{ g.g}^{-1}$, $P < 0,001$) do que a diferenças significativas na espessura das folhas ($229 \pm 2 \text{ g.m}^{-2}$ vs $226 \pm 3 \text{ g.m}^{-2}$, $P > 0,05$).

No que concerne ao efeito da *Orientação* das folhas, em qualquer uma das 4 determinações efectuadas, as folhas posicionadas na face SW do copado apresentaram manifestamente maiores valores de LMA do que as folhas da face oposta (figura 4.42(III)). Estas diferenças permitiram absorver, nas quatro determinações efectuadas nos dois ensaios, respectivamente, 32,7%, 25,1%, 41,7% e 21,9% da variação total (quadros AIV.14.1/2), ultrapassando em todas as datas os valores percentuais absorvidos pelas outras origens de variação. Na determinação efectuada a 24.8.96 verificámos ainda que os maiores valores de LMA ($P < 0,001$) nas folhas orientadas a SW estiveram relacionadas com uma maior densidade

de tecido foliar [maior razão DW/FW nas folhas voltadas a SW ($0,33\text{g.g}^{-1}$) do que nas folhas voltadas a NE ($0,32\text{g.g}^{-1}$)] e maior espessura foliar [maior razão FW/A_f nas folhas voltadas a SW (235g.m^{-2}) do que nas folhas voltadas a NE (220g.m^{-2})].

Para além destes aspectos que se acabaram de analisar, merece ainda particular destaque o aumento significativo que se observou na LMA entre as duas determinações efectuadas em cada ensaio. Esta constatação está ilustrada nos três gráficos da figura 4.42 e constitui um sinal de que a densidade foliar e/ou a espessura da folha têm tendência a aumentar com o decurso do período estival.

• Espessura do mesófilo clorofilino

Em cada ensaio, durante o período da maturação das uvas, foram colhidas 5 folhas adultas por modalidade para se proceder à medição da espessura do mesófilo clorofilino e proporção de parênquima em paliçada para parênquima lacunoso em três zonas distintas de cada folha, conforme descrito no ponto 3.2.7.

Em qualquer um dos ensaios concluiu-se que a localização da zona de recolha de tecido para medição da espessura era irrelevante, não se tendo registado diferenças significativas entre elas ($P>0,05$), quer em termos de espessura do mesófilo quer da razão paliçada/lacunoso. Por isso, na avaliação dos efeitos dos factores estudados em cada ensaio, consideraram-se esses registos como repetições da mesma folha.

Quanto aos efeitos do *Terreno*, da *Forma da parede de vegetação* (avaliados nos três ensaios) e da *Calda bordalesa* (avaliado em 1996 e 1997), manifestaram-se irregularmente, quase sempre não significativos e com um peso para a variação total, tanto da espessura do mesófilo como da razão paliçada/lacunoso, extremamente reduzido. Para estes resultados não será alheio o facto das folhas terem sido sempre colhidas na face NE dos bardos onde as condições ambientais adversas provocam menos danos às folhas do que na face oposta. Desta forma, também a influência dos factores ensaiados terá sido menos importante nessas folhas.

Em face do exposto, achou-se pertinente pelo menos apresentar os resultados obtidos em termos de valores médios por cada ensaio, independentemente das modalidades a que pertenciam as folhas. Esses resultados estão apresentados no quadro 4.9. Aí se constata que o mesófilo clorofilino foi ligeiramente mais espesso em 1997 do que nos ensaios anteriores, muito por causa do maior espessamento do parênquima lacunoso. Devido a este comportamento, em 1997 o valor médio da razão paliçada/lacunoso foi significativamente mais baixo do que nos outros ensaios, constituindo este aspecto provavelmente um sinal de que quando o clima estival é mais moderado o parênquima lacunoso tem tendência a ser mais espesso do que em condições de maior severidade.

Quadro 4.9 - Espessura média do mesófilo clorofilino (MC), do parênquima em paliçada (Pal) e lacunoso (Lac), razão Pal/Lac e densidade estomática (página abaxial) de folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional nos ensaios de 1995, 1996 e 1997. Os valores médios estão afectados do erro padrão (espessura: n=96 em 1995 e n=144 em 1996 e 1997; estomas: n=72 nos 3 ensaios). Após a análise de variância, a comparação das médias foi feita pelo teste de Duncan. Valores da mesma coluna com pelo menos uma letra comum não são significativamente diferentes ($P>0,05$).

	MC (μm)	Pal (μm)	Lac (μm)	Pal/Lac	Estomas ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$)
18.8.95	147,5 \pm 1,0 a	57,8 \pm 0,3 a	89,7 \pm 0,8 a	0,645 \pm 0,006 b	149,1 \pm 2,0 b
16.8.96	148,2 \pm 0,8 a	58,9 \pm 0,2 b	89,2 \pm 0,7 a	0,670 \pm 0,005 c	156,7 \pm 4,7 b
19.8.97	150,9 \pm 1,1 b	58,0 \pm 0,3 a	92,9 \pm 1,0 b	0,628 \pm 0,007 a	127,7 \pm 1,6 a
Análise de variância (valor de F e significância)					
Ano	3,05*	5,14**	5,23**	12,69***	25,17***

• Densidade estomática

Nas mesmas folhas em que se procedeu à medição da espessura do mesófilo, contaram-se também o número de estomas por unidade de área foliar. À semelhança dos parâmetros anteriores, também neste parâmetro o efeito dos factores ensaiados, nomeadamente o *Terreno*, a *Forma do copado* e a *Calda bordalesa*, manifestou-se sem significância ($P>0,05$). Por isso, no quadro 4.9 são apenas apresentados os valores médios obtidos em cada ensaio. Em 1997 registaram-se cerca de menos 17% do número de estomas estimados nos dois ensaios anteriores. Esta redução poderá ter estado associada à maior disponibilidade de água na Primavera-Verão nesse ano. Em condições de maior secura a densidade estomática tem tendência a aumentar, sendo mesmo esta característica muitas vezes referenciada como um indicador xeromórfico (Bolhar-Nordenkamp, 1985). Por outro lado, também neste último ensaio as folhas poderiam estar ainda num estado de maturidade menos avançado do que as folhas recolhidas nos ensaios anteriores. Esta hipótese é fundamentada num trabalho de Düring (1980), no qual se concluiu que as folhas jovens de algumas cultivares de *Vitis vinifera* (Riesling, Silvaner, Optima, Forta) tinham muito menos estomas do que as folhas já completamente adultas.

4.9. Metabolitos das folhas

• Pigmentos clorofilinos e carotenóides totais

O quadro AIV.15.1 apresenta, resumidamente, as análises de variância dos teores médios em clorofila *a* (*Cl_a*), clorofila *b* (*Cl_b*) e clorofila total (*Cl_{tot}*), razão clorofila *a/b* (*Cl_{a/b}*), carotenóides totais¹ (*Car*) e razão clorofila total/carotenóides totais (*Cl_{tot}/Car*) quantificados em 1995 no período da maturação (25.8.95). A partir destes resultados verifica-

¹ “*Car*” = Carotenóides totais quantificados através da equação de Costes (1965). No caso da quantificação destes pigmentos ter sido feita através do método de Lichtenthaler (1987), como aconteceu em 1997, é usada a abreviatura “*Car^{470s}*”.

se que o efeito do *Terreno*, para além de altamente significativo, teve um peso muito importante na variação total da *Cla*, *Clb*, *Cltot*, *Car* e *Cltot/Car* (44,4%, 44,7%, 46,0%, 31,4% e 37,1%, respectivamente). De acordo com o quadro 4.10, esses valores são explicados pelos maiores teores médios doseados nas folhas das videiras da cota inferior do terreno. No caso da *Cla*, *Clb* e *Cltot*, esse acréscimo representou cerca de mais 51% do que se quantificou nas folhas das videiras da cota superior do terreno, enquanto para os *Car* o aumento foi de 24,5%. Quanto à razão *Cla/b*, não se registaram diferenças significativas entre as folhas das duas cotas mas, no que toca à razão *Cltot/Car*, os maiores valores calculados na modalidade “cota inferior” (mais 24,8%), compa-rativamente à “cota superior”, explicaram 37,1% da sua variação total (quadro AIV.15.1).

No que respeita ao efeito da *Forma da parede de vegetação* (em 25.8.95, quadro AIV.15.1), em todos os parâmetros analisados se registaram diferenças com nível de significância muito elevado entre as duas modalidades e a contribuição desta origem de variação para a variação total foi também bastante grande, embora não tão elevada como no caso do efeito do *Terreno*. Em todas as variáveis as folhas das videiras com copado baixo tinham teores em *Cla*, *Clb*, *Cltot* e *Car* mais elevados do que na forma alta (mais 36,9%, 31,5%, 35,4% e 18,8%, respectivamente). Em termos de *Cla/b* e *Cltot/Car* também nas folhas daquelas cepas se registaram os maiores valores (2,62 vs 2,42 e 9,06 vs 7,27, respectivamente).

Quadro 4.10 - Efeito do *Terreno* e da *Forma do copado* no teor médio em clorofila *a*, *b* e total (*Cla*, *Clb* e *Cltot*), carotenóides totais (*Car*), razão clorofila *a/b* (*Cla/b*) e razão clorofila total/carotenóides (*Cltot/Car*) de folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional no ensaio de 1995 (25 Ago.).

Origem de variação	Tratamento	<i>Cla</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Clb</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Cla/b</i>	<i>Cltot</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Car</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Cltot/Car</i>
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	3,189	1,266	2,560	4,453	0,495	9,060
	superior	2,108	0,836	2,484	2,944	0,398	7,261
	Sig.	***	***	ns	***	***	***
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	2,237	0,909	2,421	3,145	0,408	7,487
	baixa	3,063	1,195	2,621	4,258	0,485	8,842
	Sig.	***	***	**	***	***	***

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

Nesta determinação do primeiro ensaio constatou-se ainda que algumas diferenças de comportamento entre as folhas das videiras com forma baixa *versus* forma alta foram mais expressivas entre as videiras da cota superior do terreno. Isso foi particularmente notório no caso do teor em *Cla*, *Cltot* e *Car* e na razão *Cla/b*, o que contribuiu para que nessas variáveis a interacção F*T, para além de significativa, explicasse uma parte importante da variação total (8,3%, 5,5%, 12,3% e 24,2%, respectivamente).

Quanto ao ensaio de 1996, procederam-se a duas determinações, também no decurso da maturação: na primeira, em que os discos foliares foram colhidos em meados de Agosto (14 Ago.), estavam incluídas como origens de variação o *Terreno*, a *Forma da parede de vegetação*, a *Calda bordalesa* e as respectivas interacções; na segunda, já efectuada em Setembro (5 Set.), para além destas origens, existia também a *Orientação* das folhas e as

respectivas interações. Nos quadros AIV.15.2/3 estão apresentados os resumos das análises de variância dos valores quantificados nessas datas para cada parâmetro. Aí se mostra que o efeito do *Terreno* se manifestou sempre com significância ($P < 0,05$) em qualquer teor de pigmento clorofilino ou razão *Cla/b* e *Cltot/Car*. Por exemplo, no caso da clorofila *total*, em qualquer uma das datas, este efeito foi altamente significativo e absorveu mais de 20% da variação total. Como se observa no quadro 4.11, onde estão apresentados os respectivos teores médios, as folhas das videiras da cota inferior do terreno tinham mais clorofila *total* do que as folhas da cota superior (cerca de mais 20% nas duas determinações). Outro aspecto que sobressai nesta análise é que as diferenças entre as folhas das videiras das duas cotas do terreno foram maiores em termos de teor em *Cla* do que *Clb*, como aliás é evidenciado pelos valores percentuais de variância esperada (24,0% vs 12,3% em 14.8.96 e 28,5% vs 21,1% em 5.9.96), o que parece constituir um sinal de que aquele pigmento, nas videiras da cota superior do terreno, é muito mais afectado do que a *Clb*. Por isso, nesta posição da parcela a razão *Cla/b* foi significativamente mais baixa do que na cota inferior do terreno.

Quadro 4.11 - Efeito do *Terreno*, da *Calda bordalesa* e da *Orientação* das folhas (apenas em 5.9.96) no teor médio em clorofila *a*, *b* e *total* (*Cla*, *Clb* e *Cltot*), carotenóides totais (*Car*), razão clorofila *a/b* (*Cla/b*) e razão clorofila total/carotenóides (*Cltot/Car*) de folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional no ensaio de 1996 (14 Agosto e 5 Setembro).

Origem de variação	Tratamento	<i>Cla</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Clb</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Cla/b</i>	<i>Cltot</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Car</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Cltot/Car</i>
14 Agosto 1996 (n=20)							
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	3,471	1,294	2,703	4,764	0,564	8,483
	superior	2,865	1,120	2,568	3,984	0,502	7,962
	<i>Sig.</i>	***	**	*	***	**	*
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	3,414	1,316	2,605	4,728	0,542	8,721
	testemunha	2,922	1,098	2,666	4,019	0,524	7,724
	<i>Sig.</i>	***	***	ns	***	ns	***
5 Setembro 1996 (n=38)							
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	3,162	1,170	2,709	4,332	0,492	8,811
	superior	2,623	0,999	2,632	3,620	0,430	8,416
	<i>Sig.</i>	***	***	*	***	***	*
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	3,037	1,139	2,672	4,176	0,479	8,701
	testemunha	2,772	1,038	2,672	3,809	0,446	8,543
	<i>Sig.</i>	**	**	ns	**	*	ns
Efeito da <i>Orientação</i>	NE	3,152	1,167	2,704	4,318	0,476	9,063
	SW	2,661	1,011	2,641	3,670	0,449	8,191
	<i>Sig.</i>	***	***	*	***	*	***

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

No que respeita ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, ao contrário do que havíamos constatado no ano anterior (quadro 4.10), em 1996 não se obtiveram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os teores em clorofila *a*, *b* e *total* das folhas das duas formas do copado e a contribuição deste efeito para a variação total desses parâmetros foi nula (quadros AIV.15.2/3). Quanto ao efeito da *Calda bordalesa*, quer em 14.8.96 quer em 5.9.96,

verificou-se que, além de significativo, foi responsável por uma considerável percentagem da variação total da *Cla* (15,5% e 6,0%), da *Clb* (19,8% e 6,4%) e da *Cltot* (16,9% e 6,2%) nas duas determinações, respectivamente (quadros AIV.15.2/3). No entanto, é notório que, com o adiantamento do ciclo vegetativo, a importância desta origem de variação para a variação total desses parâmetros diminuiu. No quadro 4.11 vê-se que esses valores percentuais estiveram relacionados com teores mais elevados nas folhas tratadas com calda bordalesa do que nas folhas testemunha. Ainda em relação a estes parâmetros, de acordo com os resultados da interacção F*C, verificou-se que, na determinação efectuada a 14.8.96, as maiores diferenças, registadas entre estas duas modalidades, foram observadas entre as videiras conduzidas em sebe baixa. Na sebe alta, essas diferenças, apesar de significativas ($P < 0,05$), não foram tão grandes. Em relação ao teor em *Car*, nas folhas testemunha registaram-se menores valores do que nas folhas tratadas com calda bordalesa, embora só na determinação feita a 5.9.96 as diferenças tenham sido significativas ($P < 0,05$). Quanto à razão *Cla/b*, verificámos que os menores teores em *Cla* e *Clb* quantificados nas folhas testemunha, relativamente às folhas tratadas com calda bordalesa, foram mais ou menos proporcionais, daí não termos obtido diferenças significativas entre estas duas modalidades nas duas determinações efectuadas no ensaio de 1996.

No que concerne ao efeito da *Orientação* das folhas no copado (folhas expostas a NE vs SW), particularmente analisado em 5.9.96, comprovou-se que as folhas que estavam na face NE do copado apresentavam teores em pigmentos clorofilinos substancialmente superiores ao das folhas que estavam na face oposta (quadro 4.11). Esses acréscimos foram na ordem dos 18,4% para a *Cla*, 15,5% na *Clb*, 17,6% na *Cltot* e 6,0% nos *Car*. Por outro lado, as diferenças entre estas folhas, em termos de razão *Cla/b*, apesar de serem significativas ($P < 0,05$), foram pouco notórias (menos de 2,4%), o mesmo já não se podendo dizer em relação à razão *Cltot/Car*, em que as diferenças entre as folhas NE vs SW foram altamente significativas ($P < 0,001$) e permitiram explicar 33,1% da variação total (quadro AIV.15.3). Significa este comportamento que nas folhas da face SW, onde as condições estivais são muito mais adversas do que na face oposta, as clorofilas são muito mais danificadas do que os carotenóides. Com efeito, estes pigmentos, embora também tenham decrescido na face SW, relativamente à face NE, não decresceram tão acentuadamente como no caso do teor em clorofilas.

Relativamente ao ano de 1997, são apresentados os resultados de uma colheita de amostras foliares efectuada em meados de Agosto (19.8.97), quando decorria a maturação das uvas. Nesta determinação estudaram-se os mesmos efeitos e respectivas interacções que na 2ª determinação do ensaio de 1996 (5 Set.). No quadro AIV.15.4 estão os resumos das análises de variância dos teores quantificados para cada parâmetro, incluindo, para além dos parâmetros até aqui referenciados, também o teor em carotenóides totais doseados

directamente nos extractos acetónicos à absorvância de 470 nm e calculados por aplicação da equação indicada por Lichtenthaler (1987) (*vide* ponto 3.2.8). Como se observa no quadro 4.12, os teores quantificados através deste segundo método (Car^{470}) são cerca do dobro dos obtidos no primeiro método (Car). Provavelmente, neste método, em que os carotenóides foram solubilizados em éter de petróleo após saponificação dos extractos acetónicos, não se estará a dosear a totalidade dos pigmentos presentes nos discos foliares. Esta hipótese é fundamentada no facto de, por um lado, entre os carotenóides totais, os carotenos serem muito mais solúveis em solventes apolares (éter de petróleo, hexano) do que as xantofilas e, por outro lado, algumas xantofilas serem também susceptíveis de sofrer saponificação pelo KOH (Gross, 1991).

À semelhança do que se havia constatado nos ensaios anteriores, também no ensaio de 1997 os teores médios em clorofila *a*, *b* e *total* e em carotenóides totais foram mais elevados nas folhas das videiras da cota inferior do que da cota superior do terreno ($P < 0,001$) e estas diferenças foram responsáveis, respectivamente, por 39,8%, 32,3%, 38,3%, 63,0% (Car) e 50,0% (Car^{470}) da variação total desses pigmentos (quadro AIV.15.4). Como a variação de *Cla* e *Clb* foi mais ou menos proporcional entre as duas cotas do *Terreno*, a razão *Cla/b* não foi muito distinta entre cotas, mas ainda assim foi significativa ($P < 0,05$) (quadro 4.12). No que respeita à razão *Cltot/Car*, quando os *Car* foram doseados como nos ensaios anteriores (Abs442nm), verificou-se que os valores calculados foram mais elevados ($P < 0,001$) nas folhas das videiras da cota superior do terreno, embora tais diferenças entre cotas só tenham explicado 2,5% da variação total deste parâmetro (quadro AIV.15.4). Em contrapartida, quando a razão foi calculada usando os valores dos carotenóides totais doseados a partir da equação de Lichtenthaler (1987), o efeito do *Terreno* não foi significativo (quadro 4.12).

Quadro 4.12 - Efeito do *Terreno*, da *Forma do copado*, da *Calda bordalesa* e da *Orientação* das folhas no teor médio ($n=40$) em clorofila *a*, *b* e *total* (*Cla*, *Clb* e *Cltot*), carotenóides totais (*Car* e Car^{470}), razão clorofila *a/b* (*Cla/b*) e razão clorofila total/carotenóides (*Cltot/Car* e *Cltot/Car*⁴⁷⁰) de folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional no ensaio de 1997 (19 Ago.).

Origem de variação	Tratamento	<i>Cla</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Clb</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Cla/b</i>	<i>Cltot</i> (mg.dm ⁻²)	<i>Car</i> (mg.dm ⁻²)	Car^{470} (mg.dm ⁻²)	<i>Cltot/Car</i>	<i>Cltot/Car</i> ⁴⁷⁰
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	3,418	1,157	2,961	4,575	0,536	0,928	8,564	4,932
	superior	2,758	0,949	2,910	3,707	0,416	0,764	8,973	4,849
	Sig.	***	***	*	***	***	***	***	ns
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	3,121	1,079	2,894	4,199	0,477	0,845	8,850	4,951
	baixa	3,056	1,027	2,977	4,082	0,475	0,847	8,687	4,830
	Sig.	ns	*	***	ns	ns	ns	ns	*
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	3,261	1,124	2,901	4,385	0,480	0,874	9,195	5,024
	testemunha	2,915	0,982	2,970	3,897	0,471	0,819	8,342	4,758
	Sig.	***	***	**	***	ns	**	***	***
Efeito da <i>Orientação</i>	NE	3,266	1,106	2,960	4,371	0,459	0,837	9,601	5,221
	SW	2,911	1,001	2,910	3,911	0,492	0,855	7,936	4,560
	Sig.	***	***	*	***	**	ns	***	***

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de Fisher.

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, entre todos os pigmentos doseados, só o teor em *Clb* foi ligeiramente mais elevado ($P < 0,05$, $\text{Var}\% = 1,6$) nas folhas das videiras com sebe alta ($1,08 \text{ mg.dm}^{-2}$) do que com sebe baixa ($1,03 \text{ mg.dm}^{-2}$). Em termos de razão *Cla/b*, nas videiras conduzidas em sebe baixa registaram-se maiores valores médios (quadro 4.12) e estas diferenças explicaram 10,8% da sua variação total (quadro AIV.15.4). Também a razão $\text{Cl}_{\text{tot}}/\text{Car}^{470}$ foi significativamente diferente entre as duas formas de copado, observando-se os maiores valores na sebe alta, embora a contribuição desta origem de variação para a variação total tivesse sido perfeitamente desprezável (1,3%, quadro AIV.15.4).

No que respeita ao efeito da *Calda bordalesa*, neste ensaio de 1997, os teores em clorofila *a*, *b* e *total* foram superiores em cerca de 12 a 15% nas folhas tratadas com calda bordalesa, relativamente às folhas testemunha (quadro 4.12), e a contribuição relativa destas diferenças para a variação total desses parâmetros foi considerável (10,7%, 14,9% e 11,9%, respectivamente, quadro AIV.15.4). Quanto ao teor em carotenóides totais, enquanto na sua quantificação através da equação de Costes (1965) não se detectaram diferenças significativas entre as duas modalidades, através do método alternativo verificou-se que nas folhas tratadas com calda bordalesa esses teores foram superiores ao das folhas testemunha em cerca de 7% ($P < 0,01$), permitindo que tais diferenças explicassem aproximadamente 5% da variação total (quadro AIV.15.4). Relativamente à razão $\text{Cl}_{\text{tot}}/\text{Car}$, independentemente do método usado para dosear os *Car*, constatou-se que as razões eram muito mais elevadas nas folhas tratadas com calda bordalesa (quadro 4.12).

Finalmente, no que concerne ao efeito da *Orientação* das folhas no copado, os valores mais elevados em pigmentos clorofilinos foram observados nas folhas da face NE do bardo. As diferenças entre estas folhas e as folhas da face oposta foram altamente significativas, tendo este efeito sido responsável por cerca de 10% da variação total (11,3% na *Cla*, 7,8% na *Clb* e 10,5% na Cl_{tot} , quadro AIV.15.4). Quanto à razão *Cla/b*, também se registaram diferenças significativas entre as folhas NE (2,96) e as folhas SW (2,91), mas a contribuição desta origem de variação para a variação total foi mais reduzida (3,3%, quadro AIV.15.4).

Ao contrário destes parâmetros, os teores em carotenóides totais foram ligeiramente superiores nas folhas voltadas a SW, embora só na estimativa através da equação de Costes (1965) as diferenças tenham sido significativas ($P < 0,01$), mas todavia pouco importantes para a variação total (4,3%). Já no respeitante à razão $\text{Cl}_{\text{tot}}/\text{Car}$, independentemente do método usado para quantificar os *Car*, o efeito da *Orientação*, para além de altamente significativo ($P < 0,001$), foi responsável por uma boa parte da variação total (44,5% e 48,3%, quadro AIV.15.4). De acordo com os valores médios apresentados no quadro 4.12, certifica-se que

nas folhas voltadas a NE a proporção de *Cltot* para *Car* foi bastante mais elevada do que nas folhas voltadas a SW (cerca de 15 a 20%), muito por causa do decréscimo significativo de clorofila total registado nestas folhas.

Na determinação, referente ao ensaio de 1997, procedeu-se, paralelamente, à expressão do teor em clorofilas e carotenóides totais por unidade de peso seco foliar, visto que nesta mesma altura (23.7.97) tínhamos calculado diferenças importantes em termos de peso seco por unidade de superfície foliar (ponto 4.8, LMA), sobretudo entre as folhas das duas cotas do terreno (inferior *vs* superior) e entre as folhas das duas faces do copado (NE *vs* SW). De acordo com os valores médios apresentados no quadro 4.13 verifica-se que, no caso do efeito do *Terreno*, as diferenças no teor em clorofilas e carotenóides totais entre as folhas das duas cotas, apesar de continuarem a ser altamente significativas ($P < 0,001$), deixaram de ser tão acentuadas (por exemplo, para a *Cltot*, a própria contribuição deste efeito para a variação total passou de 39,8% para 15,8% ao expressarmos o seu teor em função do peso seco) como quando essas variáveis foram expressas em termos unidade de área foliar (quadro 4.12). Provavelmente, as folhas das videiras da cota inferior, para além da sua maior densidade e/ou espessura (figura 4.41(I)), teriam os seus tecidos, no momento da colheita, ligeiramente mais enrugados do que as folhas da cota superior.

Quadro 4.13 - Efeito do *Terreno* e da *Orientação* das folhas no teor médio ($n=40$; $\text{mg.g}^{-1}\text{DW}$) em clorofila *a*, *b* e total (*Cla*, *Clb* e *Cltot*), carotenóides totais (*Car* e *Car*⁴⁷⁰), de folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional no ensaio de 1997 (19 Ago.).

Origem de variação	Tratamento	<i>Cla</i>	<i>Clb</i>	<i>Cltot</i>	<i>Car</i>	<i>Car</i> ⁴⁷⁰
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	4,423	1,498	5,920	0,692	1,198
	superior	3,847	1,323	5,168	0,575	1,060
	<i>Sig.</i>	***	***	***	***	***
Efeito da <i>Orientação</i>	NE	4,561	1,544	6,104	0,640	1,168
	SW	3,709	1,276	4,985	0,628	1,090
	<i>Sig.</i>	***	***	***	ns	***

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

Relativamente ao efeito da *Orientação* das folhas, verificámos que as diferenças entre as folhas das duas faces do copado, em termos de clorofila *a*, *b* e total por unidade de peso foliar seco, se acentuaram. Com efeito, enquanto na expressão “ mg.dm^{-2} ” as folhas NE tinham aproximadamente mais 12% de pigmentos clorofilinos do que as folhas SW (quadro 4.12), na expressão “ mg.g^{-1} ” esses acréscimos rondaram os 23% (quadro 4.13). Por outro lado, no caso dos carotenóides totais, tínhamos observado acréscimos ligeiramente superiores nas folhas SW (quadro 4.12), mas ao expressarmos esses teores em função do

peso foliar seco, os maiores teores foram quantificados nas folhas da face NE do copado (quadro 4.13), sobretudo quando nos referimos aos *Car*⁴⁷⁰. Estes resultados parecem estar relacionados com um maior investimento em material estrutural por parte das folhas SW, nomeadamente no espessamento das paredes celulares. Em contrapartida, nestas folhas a destruição dos pigmentos por acção do *stress* luminoso e térmico é bastante mais significativa do que nas folhas NE do copado.

• Açúcares solúveis e amido

O quadro AIV.16.1 apresenta, resumidamente, as análises de variância dos teores médios em sacarose, açúcares solúveis (glucose + frutose + sacarose) e amido (expresso em unidades equivalentes de glucose), quantificados em dois períodos distintos do dia e na fase da maturação das uvas do ensaio de 1996 (16 Ago.), considerando-se como origens de variação o *Terreno*, a *Forma da parede de vegetação*, a *Calda bordalesa* e respectivas interações. Para estas determinações, todos os discos foliares foram colhidos na face NE do copado.

Da análise ao quadro AIV.16.1 constata-se o reduzido efeito do *Terreno* no teor em açúcares solúveis, quer de manhã cedo quer às 16 horas, mas, em contrapartida, nota-se que teve um peso importante na variação da concentração de sacarose e amido. No caso da sacarose, os maiores teores médios foram quantificados nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (quadro 4.14) e as diferenças, em relação à cota superior, permitiram explicar 31,1% e 62,7% da variação total, de manhã cedo e à tarde, respectivamente (quadro AIV.16.1). Relativamente ao amido, logo de manhã cedo não se notaram diferenças significativas entre as folhas das duas cotas do terreno, mas à tarde isso já se verificou, tendo-se quantificado os maiores teores nas folhas da cota inferior do terreno (quadro 4.14). Esta diferença entre cotas do terreno explicou 44,6% da variação total (quadro AIV.16.1).

Quadro 4.14 - Efeito do *Terreno*, da *Forma do copado* e da *Calda bordalesa* no teor médio (n=16) em sacarose (Sac.), açúcares solúveis (Solúv.) e amido (Equ.Hex.) em folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional, antes do nascer o Sol (6 horas) e a meio da tarde (16 horas), no ensaio de 1996 (16 Ago.).

Origem de variação	Tratamento	“antes de nascer o Sol”			“meio da tarde”		
		Sac. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Solúv. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Equ.Hex. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Sac. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Solúv. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Equ.Hex. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	0,300	0,786	0,071	0,631	1,544	0,933
	superior	0,209	0,765	0,069	0,428	1,461	0,511
	Sig.	***	ns	ns	***	ns	***
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	0,243	0,805	0,075	0,490	1,523	0,612
	baixa	0,267	0,746	0,065	0,569	1,481	0,832
	Sig.	ns	ns	ns	**	ns	*
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	0,283	0,823	0,065	0,537	1,506	0,765
	test.	0,227	0,728	0,075	0,522	1,498	0,679
	Sig.	**	ns*	ns	ns	ns	ns

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de Fisher.

Quanto ao efeito da *Forma do copado*, só nos discos foliares colhidos na parte da tarde se registaram algumas diferenças significativas entre as duas formas de copado, nomeadamente de sacarose ($P < 0,01$) e do amido ($P < 0,05$), quantificando-se os maiores teores nas folhas das videiras com sebe baixa (quadro 4.14). Estas diferenças foram responsáveis por 8,4% e 10,0% da variação total desses metabolitos, respectivamente (quadro AIV.16.1).

Por último, no ensaio de 1996 o efeito da *Calda bordalesa* manifestou-se em geral não significativo e com uma contribuição nula para a variação total dos açúcares solúveis e insolúveis. A única exceção foi observada nos teores em sacarose das folhas colhidas antes do nascer do Sol, em que, nas folhas tratadas com calda bordalesa, os teores desse açúcar foram cerca de 25% mais elevados do que nas folhas testemunha (quadro 4.14). Em termos de contribuição para a variação total, estas diferenças representaram 10,8% (quadro AIV.16.1).

Relativamente à análise geral dos resultados obtidos nesta determinação do ensaio de 1996, é de assinalar uma duplicação nos teores em açúcares solúveis desde manhã cedo para a tarde, enquanto os teores em amido, no mesmo intervalo de tempo, sofreram um acréscimo de aproximadamente 9 vezes. Desta forma, a razão entre açúcares solúveis e amido passou de 11,1 para 2,1 entre esses dois períodos, devido ao aumento mais do que proporcional em amido do que em açúcares solúveis.

No que concerne ao ensaio de 1997, também são apresentados neste trabalho apenas os resultados obtidos num dia de determinações, em pleno período estival (19.8.97). Para além das origens de variação que foram estudadas no ensaio anterior, incluíram-se também o efeito da *Orientação* das folhas e respectivas interações, uma vez que os discos foram colhidos nas duas faces laterais dos copados. Os respectivos resumos de análise de variância para cada um dos teores quantificados, quer de manhã cedo quer à tarde, estão expostos no quadro AIV.16.2, em anexo. De acordo com este quadro, nota-se que o efeito do *Terreno* teve um peso para a variação total dos metabolitos analisados muito menos preponderante do que no ensaio anterior. No caso dos açúcares solúveis não se calcularam diferenças significativas entre as folhas das videiras das duas cotas do terreno, embora, especialmente nas folhas colhidas de manhã cedo, na modalidade “cota superior do terreno” esses teores fossem tendencialmente mais elevados do que na modalidade “cota inferior do terreno”. Em parte, contribuíram para essa tendência positiva a maior concentração de sacarose (quadro 4.15). Nas folhas colhidas à tarde, apenas o teor em amido foi significativamente diferente entre cotas do terreno (os maiores valores médios foram obtidos nas folhas das videiras da cota superior do terreno), contribuindo estas diferenças com aproximadamente 8% para a variação total (quadro AIV.16.2).

No que respeita ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, em geral, não se manifestou significativo para qualquer dos metabolitos doseados. Somente nas folhas

colhidas de manhã cedo os teores em sacarose foram maiores nas folhas das videiras com sebe alta do que com sebe baixa ($P<0,01$)(quadro 4.15), mas estas diferenças não representaram mais do que 4,6% da variação total (quadro AIV.16.2). Quanto ao amido, também nestas folhas, colhidas antes do nascer do Sol, se veio a constatar que, apesar do efeito da *Forma* não ter sido significativo (quadro 4.15), a interacção F*T, para além de muito significativa, explicou 18,1% da variação total. De acordo com os resultados obtidos, este valor é justificado pelo facto dos teores em amido terem sido significativamente superiores na forma alta, nas videiras da cota inferior do terreno, enquanto na outra cota verificou-se o contrário e de forma muito mais marcada (valores médios não apresentados).

Quadro 4.15 - Efeito do *Terreno*, da *Forma do copado*, da *Calda bordalesa* e da *Orientação* das folhas no copado no teor médio ($n=32$) em sacarose (Sac.), açúcares solúveis (Solúv.) e amido (Equ.Hex.) em folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional, antes do nascer o Sol (6 horas) e a meio da tarde (16 horas), no ensaio de 1997 (19 Ago.).

Origem de variação	Tratamento	“antes de nascer o Sol”			“meio da tarde”		
		Sac. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Solúv. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Equ.Hex. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Sac. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Solúv. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)	Equ.Hex. ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$)
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	0,307	0,932	0,032	0,566	1,157	0,118
	superior	0,352	1,011	0,034	0,566	1,190	0,184
	Sig.	**	ns*	ns	ns	ns	*
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	0,349	0,937	0,034	0,581	1,170	0,131
	baixa	0,310	1,006	0,032	0,552	1,178	0,170
	Sig.	**	ns*	ns	ns	ns	ns
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	0,305	0,942	0,034	0,574	1,197	0,174
	test.	0,355	1,001	0,031	0,558	1,151	0,128
	Sig.	***	ns	ns	ns	ns	ns*

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

Quanto ao efeito da *Calda bordalesa*, os teores em sacarose das folhas colhidas de manhã cedo foram significativamente inferiores ($P<0,001$) nas folhas tratadas com calda bordalesa, contribuindo estas diferenças com 8,1% para a respectiva variação total (quadro AIV.16.2). Nos restantes metabolitos a contribuição deste efeito para a variação total foi perfeitamente desprezável (quadro AIV.16.2).

No que concerne ao efeito da *Orientação* das folhas no copado, ao contrário dos outros efeitos, foi possível constatar diferenças importantes entre as folhas das duas faces do copado. Relativamente aos açúcares solúveis, as maiores concentrações quantificaram-se sempre nas folhas da face NE do bardo (figura 4.43). As diferenças entre estas folhas e as folhas da face SW foram muito mais elevadas na determinação da tarde, o que permitiu explicar 32,2% da variação total nesse período, contra apenas 11,6% calculado na determinação da manhã (quadro AIV.16.2). Quanto aos teores em sacarose, o efeito da *Orientação* das folhas, para além de se manifestar altamente significativo ($P<0,001$) nos dois períodos do dia (6 e 16 horas), foi responsável por 42,8% e 25,3% da variação total, respectivamente. Porém, enquanto na 1ª determinação (6h) as folhas da face SW apresentavam maiores teores em sacarose do que as folhas da face NE, na 2ª determinação

observou-se o contrário. Mesmo assim, nessa 1ª determinação, os teores em glucose e frutose, quantificados nas folhas da face NE, relativamente às folhas da face SW, foram proporcionalmente mais elevados do que a redução no teor em sacarose (figura 4.43(I)). Na 2ª determinação (16h), qualquer um destes açúcares foi significativamente mais abundante nas folhas da face NE do que nas folhas da face oposta (figura 4.43(II)). Por último, o efeito da *Orientação* das folhas sobre os teores em amido foi especialmente mais assinalável na determinação da tarde. Neste período, a contribuição deste efeito para a variação total deste metabolito foi de 31,6%, enquanto na parte da manhã só tínhamos calculado 10,6% para o mesmo efeito (quadro AIV.16.2). Em termos de teor médio, logo de manhã as folhas da face NE tinham cerca de 60% mais amido do que as folhas da face SW, enquanto à tarde esse acréscimo foi de 134% (figura 4.43).

Relativamente à análise geral dos resultados obtidos neste ensaio de 1997 (quadro 4.15), à semelhança do que havíamos verificado no ensaio anterior (quadro 4.14), também se assinala um acréscimo significativo dos teores em açúcares solúveis e insolúveis entre os dois períodos diurnos de determinação, todavia, de forma mais acentuada para o amido do que para os açúcares solúveis, muito embora, esse acréscimo entre os dois períodos não tenha sido tão elevado como se observou em 1996. Por isso, neste último ensaio as razões solúveis/insolúveis foram bastante mais elevadas do que no ano anterior (6h, 34,9; 16h, 12,3).

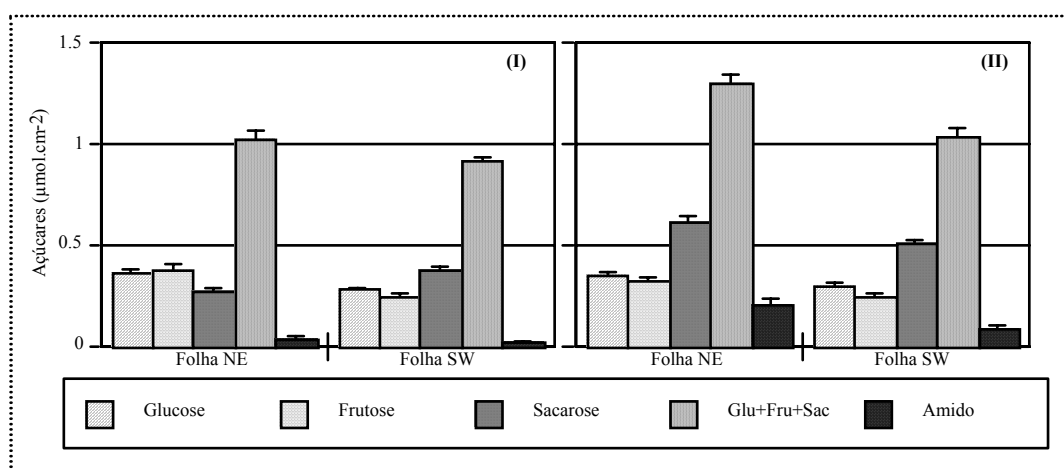


Figura 4.43 - Efeito da *Orientação* das folhas nos teores em glucose, frutose, sacarose, açúcares solúveis (glu.+fru.+sac.) e amido (Equ.Hex.) em folhas adultas de *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional, antes do nascer o Sol (I) e a meio da tarde (II), no ensaio de 1997, em pleno período estival (19 Agosto). Os valores correspondem a médias de 32 repetições e estão afectados do erro padrão.

• Prolina

Nos quadros AIV17.1/2/3 são apresentados, resumidamente, as análises de variância dos teores em prolina, quantificados em diferentes datas do período estival, nos três ensaios levados a cabo neste trabalho.

Relativamente ao ensaio que decorreu em 1995, foram estudados os dados de três datas (28 Jul., 18 Ago. e 1 Set.), tendo como origem de variação o *Terreno*, a *Forma da parede de vegetação* e a respectiva interacção. O quadro da análise de variância, relativo à primeira data, evidenciou uma forte contribuição (41,3%) do efeito do *Terreno* para a variação total do teor em prolina nas folhas (quadro AIV.17.1). Como se observa na figura 4.44, as folhas das videiras da cota inferior do terreno tinham teores substancialmente mais elevados (cerca de mais 65%, $P < 0,01$) do que na cota superior do terreno. Em contrapartida, nas outras duas determinações (18 Ago. e 1 Set.) veio-se a constatar a ausência de qualquer peso do efeito do *Terreno* para a variação total deste metabolito (quadro AIV.17.1).

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, o seu peso para a variação total foi, sobretudo, mais apreciável nas duas últimas determinações. Enquanto em 28 de Julho/95 esse peso representou 23,1% da variação total, em 18 de Agosto e 1 de Setembro obtiveram-se valores de 80,4% e 87,1%, respectivamente (quadro AIV.17.1). Em todas estas determinações, os maiores teores em prolina foram doseados nas folhas das videiras com copado baixo (figura 4.44(II)). Para além disso, enquanto na forma alta os teores se mantiveram mais ou menos constantes ao longo das três determinações, na forma baixa os acréscimos foram bastante notórios (+32,7% desde 28 Jul. a 18 Ago. e +15,1% desde 18 Ago. a 1 Set.).

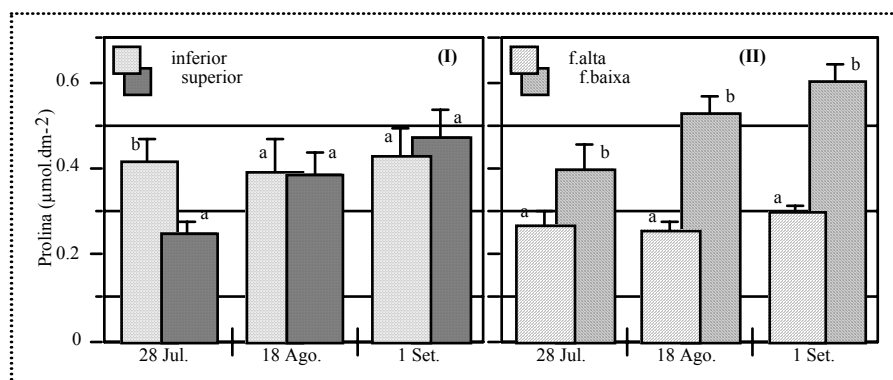


Figura 4.44 - Efeito do *Terreno* (I) e da *Forma da parede de vegetação* (II) no teor médio em prolina de folhas de *Vitis vinifera*, cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1995. Os valores médios ($n=8$) estão afectados do erro padrão. Em cada data, as letras no topo das colunas, quando diferentes e presentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

Quanto ao ensaio de 1996, são apresentados os resultados de duas determinações (29 Jul. e 5 Set.), sendo na primeira data analisado o efeito do *Terreno*, *Forma da parede de vegetação*, *Calda bordalesa* e respectivas interacções, enquanto na segunda incluiu-se também o efeito da *Orientação* das folhas (folhas da face NE vs SW do copado) e respectivas interacções. Nos quadros AIV.17.2 estão os respectivos resumos das análises de variância dessas determinações. Neste segundo ensaio, os teores médios em prolina nas folhas das videiras da cota inferior do terreno foram significativamente mais elevados (19,6% [$P < 0,01$] e

41,4% [$P < 0,001$] na 1ª e 2ª determinação, respectivamente) do que os das folhas das videiras da cota superior do terreno (figura 4.45(I)) e estas diferenças foram responsáveis por 25,1% e 51,4% da variação total deste aminoácido, respectivamente (quadros AIV.17.2).

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, à semelhança do ensaio anterior, também no ensaio de 1996 os níveis em prolina foram significativamente mais elevados nas folhas das videiras com sebe baixa, com diferenças de aproximadamente 16% na 1ª colheita e 11%, na 2ª colheita (figura 4.45(II)). Tais diferenças permitiram explicar, respectivamente, 15,7% e 4,3% da variação total da prolina (quadros AIV.17.2). No que concerne ao efeito da *Orientação* das folhas, na 2ª determinação do ensaio de 1996, há a destacar a contribuição de 15,1% para a variação total do teor em prolina (quadros AIV.17.2). Na figura 4.45(III) verifica-se que esse valor é justificado por um acréscimo em prolina de 20,8% ($P < 0,001$) nas folhas da face SW do copado, relativamente às folhas da face oposta.

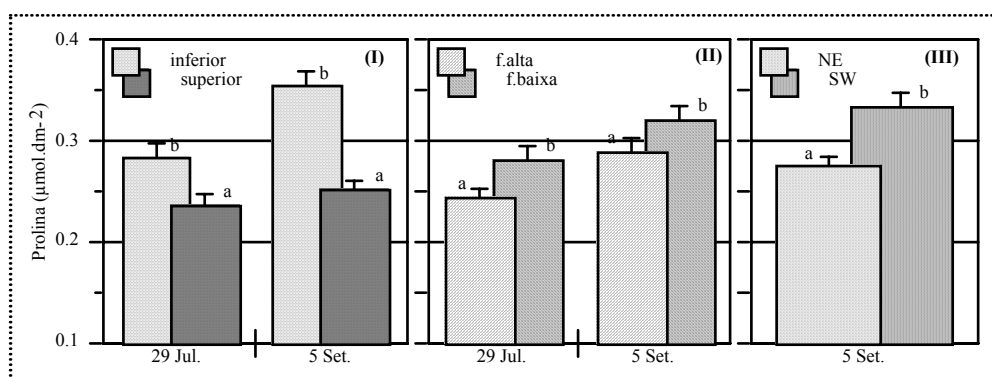


Figura 4.45 - Efeito do *Terreno* (I), da *Forma da parede de vegetação* (II) e da *Orientação* das folhas no copado (III) no teor médio em prolina de folhas de *Vitis vinifera*, cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1996. Os valores médios ($n=32$) estão afectados do erro padrão. Em cada data, as letras no topo das colunas, quando diferentes e presentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

Por último, no terceiro ensaio (1997) foram estudados os dados de duas colheitas (23 Jul. e 19 Ago.), tendo como origem de variação o *Terreno*, *Forma da parede de vegetação*, *Calda bordalesa*, *Orientação* das folhas no copado e as respectivas interações. As análises de variância, apresentadas resumidamente nos quadros AIV.17.3, mostraram que o *Terreno* teve uma influência bastante importante na variação da prolina das folhas, especialmente na 2ª determinação. Enquanto na 1ª determinação (23 Jul.) as diferenças entre cotas justificaram 10,4% da variação total, nessa 2ª determinação este valor chegou aos 62,3%. Quer numa data quer na outra, os maiores teores foram quantificados nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (figura 4.46(I)). As mesmas conclusões foram retiradas ao expressarmos também essas quantidades em função do peso foliar seco (figura 4.46(II)).

Relativamente à determinação da prolina dos discos foliares colhidos em 23.7.97, excluindo o efeito do *Terreno*, verificámos ainda que os outros efeitos se manifestaram com um peso extremamente reduzido e, sobretudo, de forma muito heterogénea quando

analisados em interação entre si. Esta constatação, que é transmitida pelo facto da contribuição das interações de grau mais elevado ($O \times C \times T$, $O \times C \times F$ e $O \times C \times F \times T$) para a variação total ter sido bastante elevada (30,7%, 6,7%, 26,5%, respectivamente), torna a interpretação biológica desses efeitos muito complexa (quadros AIV.17.3). Relativamente à 2ª determinação (19 Ago.), também o efeito da *Forma da parede de vegetação*, da *Calda bordalesa* e da *Orientação* das folhas foi nulo. Contudo, observou-se ainda que o efeito da *Calda bordalesa* manifestou-se de forma contrária entre as duas formas de copado (interacção $C \times F$), permitindo explicar 8,1% da variação total, principalmente nas videiras da cota inferior do terreno (Var(%) da interacção $C \times F \times T = 10,2\%$), já que na outra cota as diferentes combinações $C \times F$ não foram significativamente diferentes entre si (quadros AIV.17.3).

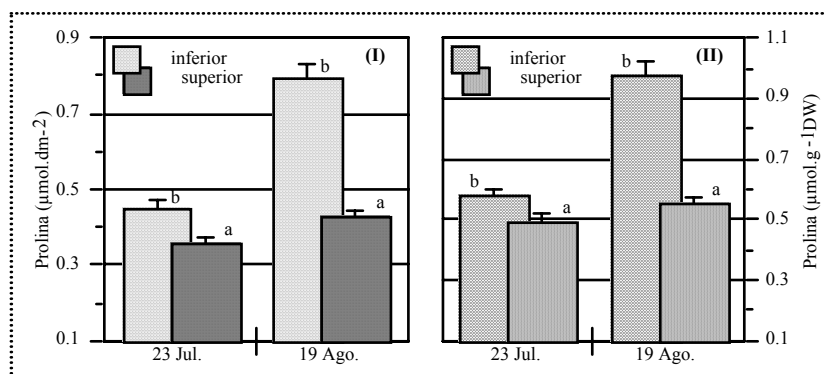


Figura 4.46 - Efeito do *Terreno* no teor médio em prolina (expressa por unidade de área foliar (I) ou peso foliar seco (II)) de folhas de *Vitis vinifera*, cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1997. Os valores médios ($n=30$) estão afectados do erro padrão. Em cada data, as letras no topo das colunas, quando diferentes e presentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

4.10. Caracterização da produção

• Análise qualitativa das uvas

Em cada ensaio procedeu-se ao acompanhamento da evolução da maturação das uvas até à vindima, inclusivé, dando-se especial importância ao teor em açúcares (obtido por conversão do índice refractométrico) e acidez total dos mostos. As amostras de bagos foram colhidas com periodicidade semanal e iniciaram-se sensivelmente um mês antes da vindima. Nos quadros AIV.18.1/2/3 estão apresentadas as análises de variância desses parâmetros para cada data (em cada ano, a última data corresponde ao estado de maturação das uvas na vindima).

No ensaio de 1995, analisando os quadros AIV.18.1, constata-se que o efeito do *Terreno* foi responsável pela maior parte da variação total quantificada (em geral, valores acima dos 80%), quer para a acidez total quer para os açúcares dos bagos, durante o período estudado. Na figura 4.47(I), para além da típica diminuição dos ácidos e aumento dos açúcares dos

bagos, é notório o significativo ($P<0,001$) atraso na maturação das uvas das videiras da cota inferior, relativamente às videiras da cota superior do terreno, reflectindo-se esse comportamento num menor índice de maturação (razão entre os açúcares e a acidez total), em qualquer uma das datas de amostragem de bagos (à vindima: 56,7 vs 91,3, respectivamente, ($P<0,001$)). À vindima, complementarmente à maior acidez total quantificada nos mostos das videiras da cota inferior, verificou-se que o respectivo pH foi mais baixo do que nos mostos das videiras da cota superior do terreno ($3,92\pm0,03$ vs $4,27\pm0,02$, $P<0,001$, respectivamente).

Quanto ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, embora também tivesse sido normalmente significativo nas várias datas de amostragem, verificámos que o seu peso para a variação total foi bastante mais reduzido do que no caso do efeito do *Terreno* (em geral, valores abaixo dos 10%, quadros AIV.18.1). Através da figura 4.47(II) constata-se que, em todas as datas, as uvas das videiras conduzidas em forma alta tinham cerca de mais 9% de açúcar ($P<0,01$) e níveis de acidez ligeiramente inferiores (nem sempre as diferenças foram significativas) do que as uvas das videiras conduzidas em forma baixa. À vindima, o pH dos mostos teve um comportamento inverso ao da acidez total ($4,06\pm0,04$ na forma baixa; $4,12\pm0,05$ na forma alta) mas também as diferenças entre as duas formas de copado não chegaram a ser significativas ($P=0,141$).

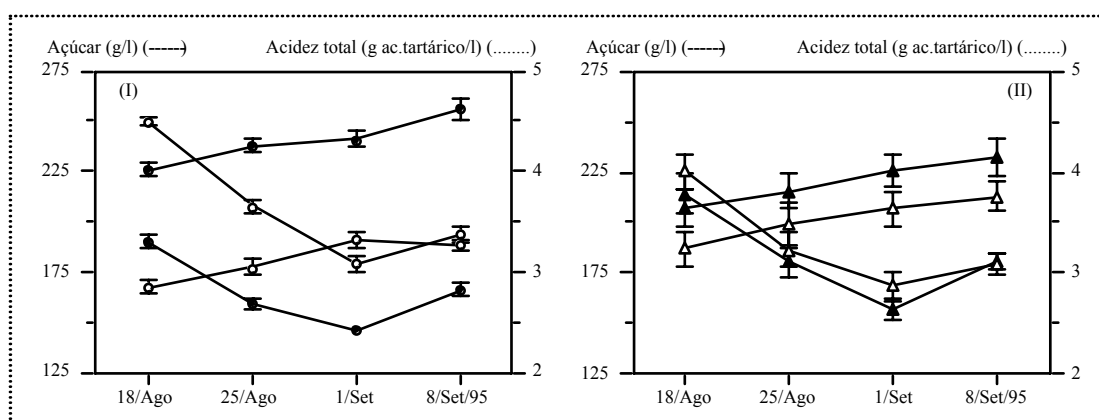


Figura 4.47 - Efeito do *Terreno* (I) (● - cota superior; ○ - cota inferior) e da *Forma da parede de vegetação* (II) (▲ - forma alta; △ - forma baixa) na evolução do teor em açúcar e na acidez total dos bagos, no ensaio de 1995 (vindima efectuada a 8 Set.). Os valores médios ($n=12$, excepto 8 Set. em que $n=24$) estão afectados do erro padrão.

Em relação ao ensaio de 1996, entre as origens de variação principais estudadas, nomeadamente o *Terreno*, *Forma da parede de vegetação* e *Calda bordalesa*, apenas a primeira teve uma contribuição muito apreciável para a variação total, mas só no caso do parâmetro “acidez total” (quadro AIV.18.2). Como se observa na figura 4.48(I), os maiores valores de acidez total dosearam-se nas uvas das videiras da cota inferior do terreno, confirmando a mesma tendência do ensaio anterior. Em contrapartida, este efeito (T) não foi significativo para o teor em açúcares dos bagos, embora os maiores valores médios tenham sido doseados nas amostras de bagos colhidos nas videiras da cota superior do terreno

(figura 4.48(I)). Relativamente à *Calda bordalesa*, em geral, o seu efeito não foi significativo, quer para a acidez total quer para o teor em açúcares (quadro AIV.18.2). Todavia, especialmente nas duas últimas amostragens (20 e 25 de Setembro) e para este segundo parâmetro, verificámos que o efeito da *Calda bordalesa*, em interacção com a *Forma* (C*F) ou com a *Forma* e *Terreno* (C*F*T), foi bastante significativo, permitindo explicar uma parte muito apreciável da variação total (quadro AIV.18.2). Observando, por exemplo, os valores médios do teor em açúcares calculados na última amostragem para a interacção C*F ($P<0,001$, $\text{Var}\%=37,6\%$) (figura 4.48(II)), vê-se que esse efeito foi positivo nas videiras com copados baixos, enquanto nos copados altos foi tendencialmente negativo. Igual comportamento ($P<0,05$), relativamente a esta interacção, foi apurado para o pH do mosto à vindima (dados não apresentados).

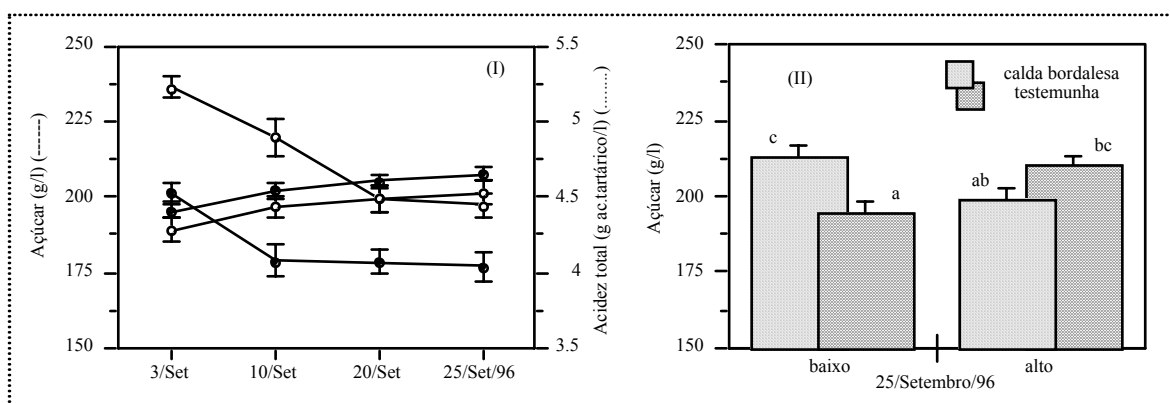


Figura 4.48 - Efeito do *Terreno* (I)(● - cota superior; ○ - cota inferior) na evolução do teor em açúcar e na acidez total dos bagos, no ensaio de 1996 (vindima efectuada a 25 Set.). Efeito da *Calda bordalesa* em cada *Forma do copado* (interacção C*F)(II), nos teores médios em açúcares dos bagos, na última amostragem (25/7/96). Os valores médios ($n=24$ (I) e $n=12$ (II)) estão afectados do erro padrão. Em (II) as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

Quanto ao terceiro ensaio (1997), a maior contribuição para a variação total, quer da acidez total quer da concentração em açúcares, foi dada pelo *Terreno* (T). Para o primeiro parâmetro obtiveram-se valores na ordem dos 30-40%, enquanto nos açúcares esse efeito explicou mais de 60% da variação total (quadro AIV.18.3). Como se observa na figura 4.49(I), as uvas das videiras da cota inferior nunca atingiram um estado de maturação tão elevado como na cota superior do terreno. Isso é expresso pelos menores teores em açúcares e, simultaneamente, pela maior acidez dos mostos em todo o período de acompanhamento da maturação até à vindima, inclusivé. Este desfasamento qualitativo entre as duas cotas do terreno, segundo a estimativa fornecida pelo índice de maturação (razão açúcares/acidez total), poderá ser de aproximadamente oito dias, uma vez que o valor calculado à vindima para as uvas das videiras da cota inferior do terreno ($50,1\pm 1,1$) tinha já sido verificado nas uvas das videiras da outra cota na amostragem anterior ($52,3\pm 1,1$), feita a 4 de Setembro. Também nesta comparação entre cotas, se constatou que a maior acidez total, registada nos mostos das videiras da cota inferior do terreno, foi acompanhada por valores médios de pH

significativamente ($P<0,001$) mais baixos do que nos mostos das videiras da cota superior do terreno ($3,62\pm0,01$ vs $3,79\pm0,02$, respectivamente).

No que se refere ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, em 1997, a percentagem de variação total explicada pelo seu efeito foi pouco importante, apesar de se terem registado algumas diferenças significativas entre as duas formas do copado, relativamente aos parâmetros em análise (quadro AIV.18.3). Na maior parte dessas situações, os valores médios da acidez total e dos açúcares foram ligeiramente inferiores e superiores, respectivamente, nas videiras conduzidas em forma alta (figura 4.49(II)). Porém, também se observou que essas diferenças foram sobretudo mais notórias entre as videiras da cota inferior do terreno. Por exemplo, à vindima (12 Set.), nesta cota do terreno, registaram-se diferenças altamente significativas ($P<0,001$) entre o índice de maturação das uvas das videiras com forma alta *versus* forma baixa ($54,3$ vs $46,0$, respectivamente), enquanto na cota superior isso não aconteceu ($64,1$ vs $64,7$, respectivamente).

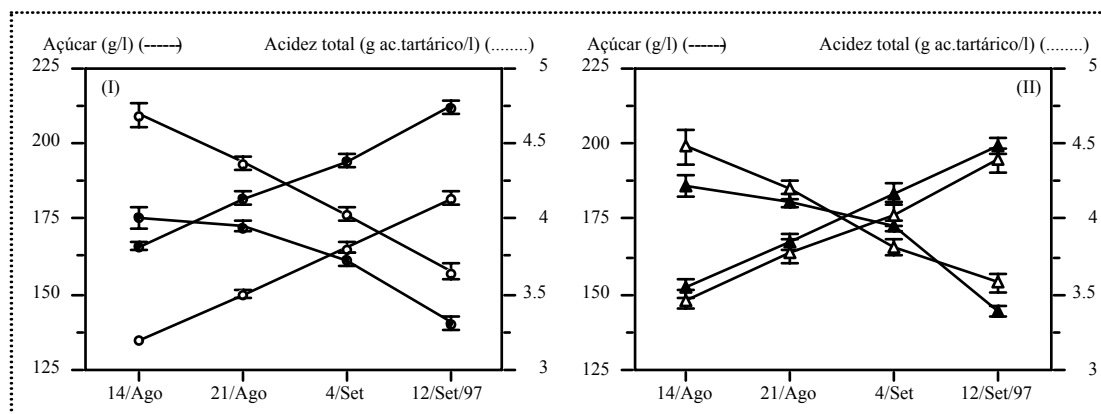


Figura 4.49 - Efeito do *Terreno* (I) (● - cota superior; ○ - cota inferior) e da *Forma da parede de vegetação* (II) (▲ - forma alta; △ - forma baixa) na evolução do teor em açúcar e na acidez total dos bagos, no ensaio de 1997 (vindima efectuada a 12 Set.). Os valores médios ($n=32$) estão afectados do erro padrão.

Em 1997 a aplicação de calda bordalesa numa parte das videiras do ensaio teve um efeito desprezável sobre os parâmetros da acidez total e dos açúcares dos bagos. Raramente o seu efeito foi significativo ao longo das diversas amostragens de bagos. À vindima registaram-se diferenças significativas, na acidez total do mosto, entre as duas modalidades (maiores valores nas videiras tratadas com calda bordalesa do que nas videiras testemunha), mas a contribuição destas diferenças para a variação total foi de apenas 5,5% (quadro AIV.18.3).

Ainda em 1997, determinou-se o teor em cobre das uvas, nomeadamente nas películas e no próprio mosto, uma vez que este catião, quando presente em concentrações muito elevadas, pode originar inconvenientes graves para a qualidade dos produtos vínicos. Como se mostra na figura 4.50, a aplicação de calda bordalesa resultou num acréscimo bastante significativo de cobre, quer nas películas (cerca de 7 vezes mais) quer no próprio mosto (cerca do dobro) das uvas das videiras que sofreram esse tratamento.

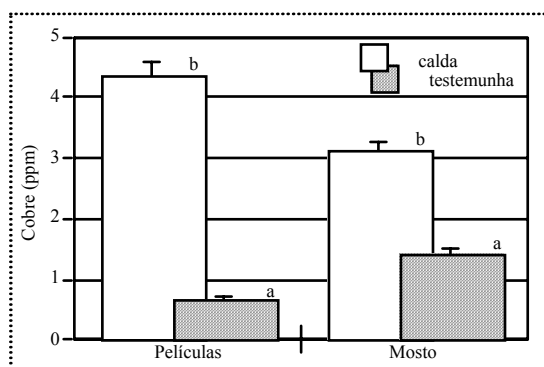


Figura 4.50 – Efeito da aplicação de calda bordalesa na concentração de cobre nas películas e mosto de uvas da cv. Touriga Nacional. Os valores médios ($n=4$) estão afectados do erro padrão. Para as películas e mosto, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

• Avaliação quantitativa da produção

As análises de variância, para cada ensaio, dos valores médios da produção/videira, número de cachos/videira, percentagem de cachos murchos (apenas contabilizado em 1995 e 1997), peso/cacho, peso/bago, índice de fertilidade potencial (IFP, nº de inflorescências/olho abrolhado) e índice de Ravaz (produção/lenha de poda) estão resumidamente apresentadas nos quadros AIV.19.1/2/3, em anexo.

Em qualquer um dos três ensaios, as videiras da cota inferior do terreno tiveram produções mais elevadas do que as videiras da cota superior (quadros 4.16, 4.17 e 4.18, respectivamente). Tais diferenças, para além de altamente significativas, foram responsáveis por 44,7%, 28,9% e 55,7% da variação total desse parâmetro (quadros AIV.19.1/2/3, respectivamente). O maior número de cachos contabilizados naquela cota em todos os ensaios terá sido a principal causa dessas diferenças de rendimento. Se atendermos aos valores médios apresentados nos quadros 4.16, 4.17 e 4.18, vemos que na cota inferior existiram muitos mais cachos do que na cota superior (mais 57,2%, 30,5% e 55,1% em 1995, 96 e 97, respectivamente), sendo estes acréscimos um resultado directo da maior carga deixada à poda e permitida pelo desenvolvimento vegetativo dessas videiras (+30 a 40% da carga das videiras da cota superior do terreno). Secundariamente, também se constata que os próprios cachos dessa cota eram, à excepção do ensaio de 1996 em que as diferenças não foram significativas, substancialmente mais pesados (cerca de 30%) do que os da cota superior do terreno, como resultado do maior número de bagos por cacho e da menor percentagem de cachos com escaldão (figura 4.51(I)). Porém, os bagos dos cachos das videiras da cota superior do terreno, pelo facto de se desenvolverem em menor número, tiveram um crescimento mais favorável, quer em termos de peso e de volume (os dados do volume não se apresentaram) quer sobretudo em termos qualitativos (figuras 4.47, 4.48 e 4.49). Será, contudo, de salvaguardar que, para a avaliação deste parâmetro, a amostragem de bagos recaía subconscientemente sobre os bagos menos engelhados.

Quadro 4.16 - Efeito do *Terreno* e da *Forma do copado* na produção/videira, nº de cachos/videira, peso/cacho, peso/bago, IFP (índice de fertilidade potencial=nº de inflorescências/olho abrolhado) e I.Ravaz (índice de Ravaz=produção/lenha de poda) em *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1995 (valores médios de 40 repetições).

Origem de variação	Tratamento	Produção	Cachos		bago	IFP	I.Ravaz
		(Kg/cepa)	(nº/cepa)	(peso, g)	(peso, g)		
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	2,69	23,9	115,2	1,27	1,91	3,99
	superior	1,38	15,2	90,0	1,54	1,77	2,38
	Sig.	***	***	***	***	ns	***
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	1,95	20,9	89,7	1,37	1,92	2,93
	baixa	2,11	18,1	115,4	1,43	1,75	3,44
		ns	ns*	***	ns*	ns	ns

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

Quadro 4.17 - Efeito do *Terreno* e da *Forma do copado* na produção/videira, nº de cachos/videira, peso/cacho, peso/bago, IFP (índice de fertilidade potencial=nº de inflorescências/olho abrolhado) e I.Ravaz (índice de Ravaz=produção/lenha de poda) em *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1996 (valores médios de 80 repetições).

Origem de variação	Tratamento	Produção	Cachos		bago	IFP	I.Ravaz
		(Kg/cepa)	(nº/cepa)	(peso, g)	(peso, g)		
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	3,68	24,8	147,7	1,89	1,74	5,36
	superior	2,74	19,0	143,6	2,04	1,81	4,35
	Sig.	***	***	ns	**	ns	**
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	3,17	21,8	143,8	1,92	1,82	4,45
	baixa	3,25	22,0	147,5	2,01	1,72	5,27
		ns	ns	ns	ns*	ns*	*
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	3,23	21,9	146,6	1,98	1,78	4,79
	testemunha	3,19	21,9	144,6	1,95	1,77	4,93
		ns	ns	ns	ns	ns	ns

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

Quadro 4.18 - Efeito do *Terreno* e da *Forma do copado* na produção/videira, nº de cachos/videira, peso/cacho, peso/bago, IFP (índice de fertilidade potencial=nº de inflorescências/olho abrolhado) e I.Ravaz (índice de Ravaz=produção/lenha de poda) em *Vitis vinifera* L., cv. Touriga Nacional, no ensaio de 1997 (valores médios de 80 repetições).

Origem de variação	Tratamento	Produção	Cachos		bago	IFP	I.Ravaz
		(Kg/cepa)	(nº/cepa)	(peso, g)	(peso, g)		
Efeito do <i>Terreno</i>	inferior	4,02	28,7	143,2	1,65	2,25	5,32
	superior	2,13	18,5	112,4	1,90	2,26	3,62
	Sig.	***	***	***	***	ns	***
Efeito da <i>Forma do copado</i>	alta	3,05	24,2	123,6	1,71	2,27	3,81
	baixa	3,12	23,2	132,3	1,84	2,24	5,12
		ns	ns	ns	***	ns	**
Efeito da <i>Calda bordalesa</i>	calda	3,27	23,1	139,0	1,81	2,18	4,48
	testemunha	2,91	24,2	117,3	1,74	2,33	4,45
		ns*	ns	**	ns*	ns	ns

Sig. - nível de significância obtido na comparação de médias através do teste de *Fischer*.

Quanto à fertilidade potencial (IFP), constatamos que o efeito do *Terreno*, para além de não significativo, não teve qualquer peso para a variação total durante os três ensaios (quadros AIV.19.1/2/3). Globalmente, verificou-se, através dos quadros 4.16, 4.17 e 4.18, que os maiores índices foram registados em 1997, eventualmente porque no ano anterior as condições ambientais foram as mais propícias para a diferenciação floral.

No que concerne ao efeito do *Terreno* sobre a relação entre a frutificação e o vigor vegetativo (índice de Ravaz), foram também registadas diferenças muito (1996, quadro 4.17) ou altamente (1995, quadro 4.16; 1997, quadro 4.18) significativas entre as duas cotas, observando-se sempre os maiores valores nas videiras da cota inferior do terreno. A contribuição destas diferenças para a respectiva variação total foi maior em 1995 e 1997 (24,5% e 15,6%, respectivamente) do que em 1996 (6,4%) (quadros AIV.19.1/2/3). De acordo com os índices apresentados nos quadros 4.16, 4.17 e 4.18, a repartição de assimilados entre as “sinks” vegetativa e produtiva foi tendencialmente mais equilibrada nas videiras da cota inferior do que nas videiras da cota superior do terreno, sobretudo em 1996 e 1997. Esta constatação é baseada nos pressupostos de Bravdo *et al.* (1985), segundo os quais, índices menores que 5 correspondem a um maior favorecimento das estruturas vegetativas em prejuízo da frutificação.

Globalmente, em 1995 os índices de Ravaz foram bastante mais baixos do que nos ensaios seguintes, o que terá sido provocado por uma quebra mais acentuada na produção, associada a problemas de vingamento, do que ao aumento do vigor (*vide* ponto 4.1.4).

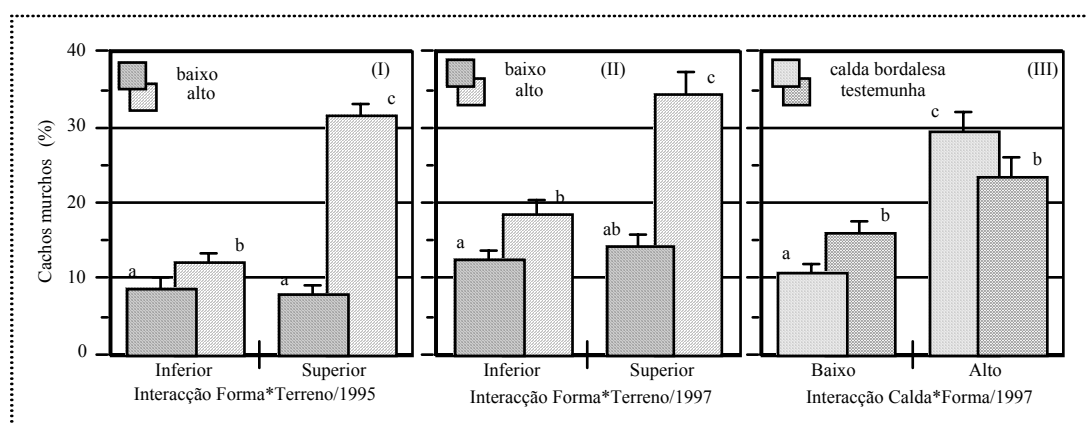


Figura 4.51 - Percentagem de cachos murchos por videira à vindima para a interação *Forma*Terreno* em 1995 (I) e 1997 (II) e para a interação *Calda*Forma* em 1997 (III). Os valores médios ($n=20$ em 1995; $n=40$ em 1997) estão afectados do erro padrão. Em cada gráfico, as letras no topo das colunas, quando diferentes, separam as médias pelo teste de Duncan ao nível de 0,05.

No que respeita ao efeito da *Forma da parede de vegetação*, a contribuição para a variação total da produção de uvas por videira foi nula em qualquer um dos três ensaios (quadros AIV.19.1/2/3). Porém, no ensaio de 1995, o rendimento das videiras com sebe baixa foi constituído por um menor número de cachos, relativamente às videiras com sebe alta (18,1 vs 20,1, respectivamente, $P<0,1$), mas tendo estes um peso unitário substancialmente mais elevado (115,4 vs 89,7 g, respectivamente, $P<0,001$) (quadro 4.16). Ainda em 1995, nas videiras da cota superior do terreno, também foi notória uma quebra de rendimento muito acentuada, quando conduzidas em forma alta, relativamente à forma baixa ($1,74\pm0,21$ vs $1,01\pm0,14$ Kg/cepa, respectivamente), daí que a interação $F*T$, para além de muito significativa, fosse responsável por 15% da variação total (quadro AIV.19.1). Para esse

decréscimo de rendimento não será alheio o facto de ter sido nessas videiras que se registou a maior percentagem de cachos murchos, relativamente às videiras conduzidas em forma baixa (figura 4.51(I)).

Nos ensaios seguintes (1996 e 1997), o efeito da *Forma da parede de vegetação* sobre o peso médio dos cachos e sobre a produção por videira não foi significativo e a sua contribuição para a variação total destas variáveis foi extremamente reduzida (quadros AIV.19.2/3). Ainda assim, o peso médio dos bagos foi em todos os ensaios tendencialmente superior nas videiras com sebe baixa (quadro 4.16, 4.17 e 4.18) e, em 1997, esse acréscimo foi principalmente mais realçado nos bagos colhidos nas videiras da cota superior do terreno ($2,03 \pm 0,04$ vs $1,77 \pm 0,03$ g, respectivamente, interacção F*T com $P < 0,001$ e $\text{Var}(\%) = 18,1\%$).

Relativamente ao efeito da *Forma da parede de vegetação* sobre o índice de Ravaz, os maiores valores foram calculados, em todos os ensaios, para as videiras com sebe baixa, embora no primeiro ensaio as diferenças em relação à sebe alta não tenham sido significativas (quadro 4.16, 4.17 e 4.18). Todavia, neste ensaio a interacção F*T foi significativa e explicou 10,4% da variação total (quadros AIV.19.1), muito por causa das diferenças que se calcularam, na cota superior do terreno, entre as videiras com sebe baixa ($3,04 \pm 0,40$ Kg.Kg⁻¹) e sebe alta ($1,71 \pm 0,16$ Kg.Kg⁻¹).

No que respeita ao efeito da *Calda bordalesa* sobre o rendimento e suas componentes, verificámos no ensaio de 1996 que, como origem de variação principal, não foi significativo e a contribuição para a variação total dos diferentes parâmetros foi nula (quadros AIV.19.2). Relativamente à produção por videira e ao índice de Ravaz, algumas interacções foram significativas (C*F*T para a produção/vid.; C*T e C*F*T para o I.Ravaz) e explicaram cerca de 10% da variação total, demonstrando uma certa complexidade na resposta agronómica das videiras ao ensaio de 1996. No ensaio de 1997, o efeito da *Calda bordalesa* sobre o rendimento foi relativamente mais notório do que no ensaio anterior. A produção de uvas por cepa foi relativamente superior nas videiras tratadas com calda bordalesa do que nas videiras testemunha (quadro 4.18), embora estas diferenças tenham sido pouco importantes para a variação total desse parâmetro (1,3%, quadros AIV.19.3). Contudo, esse efeito foi significativo nas videiras conduzidas em sebe baixa (3,49 vs 2,78 Kg/vid., respectivamente) e não significativo nas videiras com sebe alta (3,04 vs 3,06 Kg/vid., respectivamente), contribuindo globalmente esta interacção (C*F) com 3,9% para a variação total (quadros AIV.19.3). O ligeiro acréscimo na produção de uvas pelas videiras tratadas com calda bordalesa poderá ser justificado pelo maior peso médio dos cachos (+18,5% do que nas videiras testemunha, $P < 0,01$) o que permitiu explicar 8,8% da variação total, isto é, cerca de metade do valor obtido para o efeito do *Terreno* (quadros AIV.19.3). Também o peso médio dos bagos foi ligeiramente superior nas videiras tratadas com calda bordalesa do que nas videiras testemunha (1,81 vs 1,74 g/bago, respectivamente, $P < 0,1$). Analisando a interacção

F*C, que foi muito significativa e absorveu 10,6% da variação total (quadros AIV.19.3), vê-se que o efeito da *Calda bordalesa* se notou mais positivamente entre as videiras com sebe baixa (1,92g [calda] vs 1,76g [test.], $P<0,01$), do que nas videiras com sebe alta (1,69g [calda] vs 1,72g [test.], $P>0,1$). Estes resultados estão estreitamente relacionados com a percentagem de cachos murchos calculados nestas modalidades. Com efeito, a interacção F*C ($P<0,001$, $\text{Var}\%=13,9\%$, quadros AIV.19.3) mostrou que, entre as videiras conduzidas em sebe baixa, a aplicação de calda bordalesa favoreceu uma menor proporção de cachos murchos em relação às videiras testemunha ($P<0,05$), enquanto, entre as videiras conduzidas em forma alta, se registaram comportamentos opostos e também significativos (figura 4.51(III)).

Quanto ao efeito da *Calda bordalesa* sobre o índice de fertilidade e sobre o índice de Ravaz, também neste ensaio de 1997 foi não significativo e a contribuição para a variação total foi praticamente nula (quadros AIV.19.3).

4.11. Síntese dos resultados

No quadro 4.19 estão ilustrados, de forma sucinta e qualitativa, os resultados anteriormente apresentados, particularmente no que se refere ao efeito do *Terreno*, da *Forma do copado* e da *Calda bordalesa*. Com este procedimento pretendeu-se, por um lado, salientar o comportamento normal das videiras face aos factores estudados e, por outro lado, facilitar, no capítulo seguinte, a discussão dos resultados.

Quadro 4.19 – Síntese dos principais resultados obtidos em 1995, 1996 e 1997, relativamente ao efeito do *Terreno*, da *Forma do copado* e da *Calda bordalesa*.

Parâmetros estudados	Terreno						Forma do copado						Calda bordalesa			
	1995		1996		1997		1995		1996		1997		1996		1997	
	I	S	I	S	I	S	A	B	A	B	A	B	C	N	C	N
Arquitectura do coberto vegetal																
SFE	≈		≈		≈		+	-	+	-	+	-	≈		≈	
LLN	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
área foliar total	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
peso da lenha de poda/cepa	a	≈	≈	-	+	-	≈	-	+	-	+	-	≈	-	≈	-
peso/lançamento	≈	a	-	+	-	+	≈	+	-	+	-	+	≈	-	≈	-
Microclima luminoso no interior do copado																
PPFD	≈		-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	≈	a	-	+
R/FR	≈		-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	≈	-	≈	-
Temperatura das folhas																
ao Sol	n.d		-	+	n.d		n.d	+	-	n.d		-	+	-	+	
à sombra	n.d		≈		n.d		n.d	+	-	n.d		≈		≈		
Radiação transmitida e reflectida pelas folhas																
PPFD transmitida	n.d		-	+	n.d		n.d		≈	n.d		-	+	-	+	
PPFD reflectida	n.d		n.d		n.d		n.d		n.d	n.d		n.d	+	+	-	
R/FR sob as folhas	n.d		-	+	n.d		n.d		≈	n.d		-	+	n.d		
Trocas gasosas de folhas expostas																
A	≈		+	-	≈	a	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-
g _s	≈		+	-	≈	a	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-
E	≈		+	-	≈	a	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-
A/g _s	≈		-	+	≈		+	-	+	-	+	-	≈	a	≈	-
C _i	≈		+	-	≈		-	+	-	+	-	+	≈	-	≈	-
Fluorescência da clorofila a																
F _v /F _m	n.d		≈		≈		n.d		≈		≈		≈		+	-
F ₀	n.d		-	+	-	+	n.d		≈		≈		-	+	-	+
F _m	n.d		-	+	-	+	n.d		≈		≈		-	+	+	-
t _{1/2}	n.d		+		≈		n.d		≈		≈		+	-	+	-
Relações hídricas das folhas																
potencial hídrico																
de base	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	≈	≈	≈		≈	
mínimo	-	+	+	-	≈		≈		≈		≈		≈		≈	
relações pressão-volume																
π100 e outros parâmetros relacionados	≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈	
π100 (método crioscópico)	n.d		n.d		-	+	n.d		n.d		≈		n.d		+	-
Parâmetros morfológicos das folhas																
LMA	n.d		+	-	+	-	n.d		+	-	≈		≈		≈	
MC e razão Paliç/Lac	≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈	
densidade estomática	≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈	
Metabolitos das folhas																
pigmentos clorofilinos																
clorofila total	+	-	+	-	+	-	-	+	≈	≈	-	≈	+	-	+	-
Cl _a /b	≈		+	-	+	-	-	+	≈	≈	-	+	≈	-	+	+
carotenóides totais	+	-	+	-	+	-	-	+	≈	≈	+	≈	+	-	+	-
Cl _{tot} /Car	+	-	+	-	+	-	-	+	≈	≈	+	-	+	-	+	-
açúcares																
sacarose	n.d		+	-	-	+	n.d		-	+	≈		+	-	≈	a
açúcares solúveis (sac+glu+fru)	n.d		≈		≈		n.d		≈		≈		≈		≈	
amido	n.d		+	-	+	+	n.d		-	+	≈		≈		a	≈
prolina	+	≈	+	-	+	-	-	+	-	+	≈		≈		≈	-
Caracterização da produção																
açúcar dos bagos	-	+	≈	a	-	+	+	-	≈		a	≈	a	≈	≈	-
acidez total dos bagos	+	-	+	-	+	-	-	+	≈		a	≈	≈		+	-
índice de maturação	-	+	+	+	+	+	+	-	≈		a	≈	≈		≈	
produção/cepa	+	-	+	-	+	-	-	≈	≈		≈	≈	≈		a	≈
nº de cachos/cepa	+	-	+	-	+	-	a	≈	≈		≈	≈	≈		≈	
peso/cacho	+	-	+	-	+	-	-	+	≈		≈	≈	≈		+	-
cachos murchos	-	+	n.d	-	+	+	+	-	n.d		+	-	≈	-	-	+
peso/bago	-	+	-	+	-	+	≈	a	≈	a	-	+	≈	+	-	-
IFP	≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈		≈	
índice de Ravaz	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	≈		≈	

Legenda: I ou Svideiras da cota inferior ou superior do terreno, respectivamente;
A ou Bvideiras com copado alto ou baixo, respectivamente;
C ou Nvideiras pulverizadas com calda bordalesa ou testemunhas, respectivamente;
+taxas ou quantidades significativamente mais elevadas;
-taxas ou quantidades significativamente mais reduzidas;
≈comportamentos estatisticamente similares;
atendência para valores mais elevados;
n.dparâmetro não determinado.

5

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

5.1. Discussão

5.1.1. Efeito do *Terreno*

A análise dos dados experimentais recolhidos nestes ensaios sugere que a disposição da vinha segundo as linhas de maior declive é susceptível de provocar alguns comportamentos fisiológicos e agronómicos distintos nas videiras ao longo dos bardos. Da comparação entre as videiras da cota mais elevada e da cota mais baixa da parcela de vinha ao alto, pôde-se constatar diferenças de vigor entre os referidos grupos de plantas. As videiras da cota inferior do terreno apresentaram nos três anos de ensaio maior peso de lenha de poda, isto é, maior expressão vegetativa, embora só no último ensaio é que as diferenças foram significativas (figura 4.5(I)). Em contrapartida, nas videiras da cota superior do terreno, por terem sido podadas com menos carga (em média, 8 olhos/cepa *vs* 12 olhos/cepa na cota inferior), os sarmentos cresceram mais vigorosamente (figura 4.5(IV)). Tanto Clímaco e Chaves (1984) como Gal *et al.* (1996) chegaram a idênticas conclusões, quanto à expressão vegetativa e vigor das videiras podadas com diferente carga, embora em condições edáficas muito homogêneas. Nos nossos ensaios, dadas as diferenças que existiam entre os solos das duas cotas, em textura (*vide* ponto 3.1.1) e supostamente em profundidade, as diferenças, em termos de expressão vegetativa, teriam sido certamente mais acentuadas, caso a carga à poda tivesse sido a mesma em todas as videiras da parcela. Isto mesmo foi constatado por Myburgh *et al.* (1996) em videiras implantadas em solos com diferente profundidade.

A estimativa da superfície foliar total permitiu verificar um certo paralelismo com o peso da lenha de poda das videiras de cada cota do terreno, como aliás também foi sublinhado por Murisier (1996). Com efeito, em qualquer dos anos de ensaio, a maior área foliar foi calculada para as videiras da cota inferior do terreno, embora também só no último ensaio é que as diferenças foram altamente significativas (figura 4.3(I)). Neste ensaio averiguou-se ainda que as diferenças entre as videiras das duas cotas se acentuaram do pintor para a maturação (9 para 20%), enquanto no ensaio de 1996 isso não foi tão expressivamente registado, muito embora, entre essas duas fases cruciais do desenvolvimento vegetativo, também se tenha quantificado um decréscimo acentuado de área foliar em todas as videiras. Em 1997, para além do método da intercepção luminosa

para estimar a área foliar (Oliveira e Santos, 1995), usou-se também o método de Carbonneau (1976b), o qual permitiu observar a mesma tendência já referida entre as videiras das duas cotas do terreno, mas com diferenças muito mais ampliadas (figura 4.4(I)). Partindo do princípio de que ambas as metodologias foram bem aplicadas, estes resultados evidenciam que aquele método foi menos sensível do que o método de Carbonneau para a estimativa da superfície foliar total das videiras das duas cotas do terreno.

Em termos de densidade do copado, o menor número de sarmentos por cepa e menor área foliar total distribuída por igual superfície foliar exposta repercutiu-se em paredes de vegetação menos densas (menor LLN) e com maior quantidade de “buracos” nas videiras da cota superior do terreno (quadro 4.1). Ao nível do microclima luminoso no interior do copado, a PPFD interceptada na zona dos cachos das videiras da cota superior do terreno foi, por conseguinte, mais elevada e as diferenças acentuaram-se significativamente desde o pintor até à maturação devido à senescência prematura das folhas da base dos sarmentos. Esta constatação foi particularmente realçada no 2º e 3º ano de ensaio, quando se procedeu à avaliação do microclima luminoso com o ceptómetro. Quanto à razão R/FR, em geral, também os maiores valores foram determinados nas videiras com menor carga à poda. De referir que, mesmo na outra modalidade, onde essas razões foram menores, ao pintor, os valores médios apresentados nas figuras 4.6(I), 4.8(I) e 4.10(I) para os três ensaios estiveram bastante acima de 0,1, limite abaixo do qual os copados são considerados excessivamente densos e desfavoráveis para importantes aspectos do metabolismo vegetativo e reprodutivo das videiras (Smart e Robinson, 1991; Dokoozlian e Kliewer, 1995a, 1995b).

No que se refere ao microclima térmico das folhas, as medições feitas no ensaio de 1996 com o termómetro de infravermelhos permitiram constatar que, nas videiras da cota inferior do terreno, os valores médios de temperatura foliar foram ligeiramente inferiores aos da outra cota. Nas folhas posicionadas na face SW do copado essas diferenças tornaram-se sistematicamente mais significativas do que nas folhas da face oposta ou interiores (quadro 4.2 e figura 4.11). Igualmente, nas folhas das videiras da cota superior e orientadas a SW, a PPFD e razão R/FR transmitida foi substancialmente superior ao observado nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (quadro 4.4), denotando, presumivelmente, uma menor espessura das folhas. As medições da espessura do mesófilo clorofilino, obtidos a partir de cortes histológicos a fresco, não permitiram esclarecer este aspecto (*vide* ponto 4.8), porventura porque os cortes foram feitos em folhas colhidas na face NE do bardo onde, como já se referiu, a menor adversidade do meio minimiza potenciais diferenças entre as folhas das duas cotas. Todavia, as determinações da LMA, um parâmetro que está positivamente correlacionado com a espessura e/ou densidade do tecido foliar (Osório, 1995), permitiram concluir, no 2º e 3º ano de ensaio, que as folhas da cota inferior do terreno tinham maior peso seco por unidade de área do que as da cota superior, independentemente

da sua orientação ser NE ou SW (figura 4.42(I)). Se assim é, estes resultados podem, em grande medida, justificar a maior resistência à transmissão da luz por parte das folhas das videiras da cota inferior do terreno.

Relativamente ao efeito do *Terreno* nas trocas gasosas ao nível dos estomas de folhas expostas, verificou-se no ensaio de 1995 que as maiores diferenças, em termos de A , g_s e E , foram registadas apenas no princípio do Verão (29 Jun.), correspondendo os maiores valores médios às folhas das videiras da cota superior do terreno. Contudo, em relação à eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s), o comportamento destas folhas não foi mais favorável do que nas folhas das videiras da cota inferior e manteve-se mais ou menos constante ao longo do dia (figura 4.15). Com o adiantamento do período estival, o agravamento das limitações hídricas no solo e no ar em ambas as modalidades terão diluído as diferenças então verificadas nesses parâmetros (figura 4.15). Na primeira data (29 Jun.), as maiores taxas de fixação de CO_2 e transpiração registadas na modalidade “cota superior” podem ser, em parte, explicadas pelo facto das folhas aí terem beneficiado durante todo o dia de condições de luminosidade mais favoráveis para a abertura dos estomas, resultante duma menor acumulação de folhas (Archer, 1991/2), as quais perdem importância relativa em períodos de secura mais intensos (Schneider, 1989).

Ao contrário do ensaio anterior, no de 1996, o efeito do *Terreno* teve um peso mais importante sobre as trocas gasosas das folhas. Com efeito, os resultados apresentados de três dias de determinações (8 Jul., fig. 4.18; 29 Jul., fig. 4.19; 12 Set., fig. 4.20) evidenciaram valores médios de g_s , A e E significativamente mais elevados nas folhas das videiras da cota inferior, mas, em termos de A/g_s , o comportamento dessas videiras foi, em geral, pior do que nas folhas das videiras da cota superior do terreno. Naquela modalidade notou-se ainda que tanto a C_i como a g_m foram significativamente mais elevadas. De acordo com Farquhar e Sharkey (1982), o mesmo comportamento relativo da C_i e da A sugere que o controlo estomático terá sido a principal causa pelas diferenças registadas na assimilação líquida de CO_2 entre as modalidades estudadas. Aliás, esta constatação é também reforçada pelos coeficientes de correlação bastante elevados que se obtiveram entre a A e a g_s ($r > +0,95$), independentemente da cota do terreno, o que vai de encontro aos resultados de vários estudos efectuados em videiras, em dias típicos de Verão mediterrânico (Chaves *et al.*, 1987c; Naor *et al.*, 1994; Naor e Wample, 1994; Osório, 1995; Chaumont *et al.*, 1994, 1997).

No ensaio seguinte (1997), durante o pico do Verão, as trocas gasosas das folhas das videiras de ambas as cotas foram, em geral, muito idênticas, embora tendencialmente mais favoráveis para as folhas das videiras da cota superior do terreno (figura 4.26).

Os resultados do Ψ_f obtidos ao longo do Verão dos três anos de ensaio (figura 4.36) revelaram praticamente as mesmas tendências que agora se acabaram de referir para as trocas gasosas das folhas das videiras de ambas as cotas do terreno. Com efeito, em 1995 e

1997 os valores do Ψ_f foram geralmente mais elevados nas videiras da cota superior do terreno, enquanto em 1996 sucedeu o contrário e de forma mais expressiva, sobretudo nos valores medidos antes do nascer do Sol. Os dados relativos às características do solo das duas cotas do terreno e às condições ambientais e vigor das videiras em cada ano de ensaio poderão ajudar a esclarecer a discrepância desses comportamentos, particularmente entre o que se observou em 1996, relativamente ao observado em 1995 e 1997. Assim, atendendo a que, em condições de secura, a água é mais facilmente absorvida na cota superior do que na cota inferior do terreno, devido às características físicas desses solos (*vide* ponto 3.1.1), podemos constatar que em 1995, um ano que foi globalmente pouco chuvoso (*vide* ponto 3.1.1 e quadro AII.2), as videiras da cota superior do terreno conseguiram restabelecer o seu estado hídrico durante a noite a níveis sempre mais favoráveis do que as videiras da outra modalidade (figura 4.26). Esta maior capacidade de recuperação poderá ter sido adicionalmente promovida pela menor quantidade de massa foliar a hidratar (*vide* ponto 4.1.3). Durante o dia, com o adiantamento do Verão, as folhas expostas das videiras da cota superior do terreno não beneficiaram, em termos de actividade fotossintética (figura 4.16(VI)), do facto dos seus Ψ_f de base serem menos negativos, do que nas videiras da cota inferior do terreno. Os elevados défices de pressão de vapor de água do ar (figura 4.16(III)), que afectaram de igual modo todas as videiras, tiveram, certamente, um peso mais determinante sobre a fisiologia das folhas do que essas diferenças registadas no potencial hídrico foliar.

Relativamente ao ensaio de 1996, os Ψ_f foram mais elevados nas videiras da cota inferior do terreno (figura 4.36). Em quase todas as determinações feitas ao longo do período estival as diferenças, relativamente às videiras da cota superior, foram altamente significativas (quadros AIV.12.10/17). Em termos pluviométricos, quer durante o Inverno quer no mês de Maio, a chuva ultrapassou bastante os valores normais para a época (figura 3.2). Assim, foram criadas condições mais auspiciosas para um início do ciclo vegetativo extremamente vigoroso das videiras da parcela, como aliás se veio a notar no maior vigor dos lançamentos, relativamente aos outros anos de ensaio (figura 4.5(IV)) e na ausência de diferenças significativas entre a área foliar das videiras das duas cotas do terreno no período do pintor (figura 4.2). Com o decorrer do período estival, caracterizado pela quase ausência de precipitação (quadro AII.3), as videiras da cota superior demonstraram sempre maiores dificuldades em restabelecer o seu estado hídrico, provavelmente exacerbado pelo acréscimo suplementar de superfície foliar formada inicialmente. Por outro lado, também o sistema radicular dessas videiras não estaria suficientemente desenvolvido para abastecer com eficácia a maior quantidade de massa foliar então formada, daí que ao meio-dia solar isso se tenha reflectido em Ψ_f mais negativos do que nas videiras da cota inferior do terreno.

Por último, em 1997 choveu também bastante no Inverno e em Maio, tal como em 1996. Todavia, a precipitação ocorrida durante o Verão terá diluído as diferenças de Ψ_{fbase} entre as videiras das duas cotas do terreno, embora, mesmo assim, em algumas determinações (25/30 de Julho e 2 de Setembro) as videiras da cota superior tenham levado vantagem na recuperação nocturna do seu estado hídrico (figura 4.36), presumivelmente também em resultado de nessa posição a superfície foliar não ter sido tão elevada como na cota inferior (figura 4.3 e 4.4). Na figura 4.36 é ainda visível que, apesar da recuperação sentida no Ψ_{fbase} nas duas últimas determinações, em consequência das chuvas do mês de Agosto, o $\Psi_{fminimo}$ não acompanhou a mesma evolução, supostamente devido às condições de maior défice de pressão de vapor de água no ar nas horas que antecederam esse período.

Os resultados dos parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, obtidos em 1996 e 1997, mostraram que, em geral, a eficiência fotoquímica máxima do PSII, estimada através da razão F_v/F_m , não foi significativamente alterada pelo efeito do *Terreno* embora, muito especialmente em 1996, os níveis de F_o , F_m e F_v tenham sido mais baixos nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (figura 4.33), possivelmente devido a uma maior capacidade de dissipação térmica por parte do aparelho fotossintético dessas folhas (Demmig-Adams e Adams III, 1992; Chow, 1994; Ball, *et al.*, 1994). O facto de ter sido nas folhas das videiras da cota inferior do terreno que também se dosearam os maiores teores em carotenóides totais (quadros 4.10, 4.11 4.12), os quais são extremamente importantes na mediação desse processo de dissipação energética (Krause e Weis, 1991; Váradi *et al.*, 1992; Düring, 1999), pode reforçar a veracidade dessa hipótese. De acordo com o trabalho de D'Ambrosio *et al.* (1992) e com as características do fluorímetro usado nestes ensaios (*vide* ponto 3.2.5), também é provável que alguma fluorescência emitida pelas clorofilas, na região ligeiramente acima dos 690 nm, tenha sido reabsorvida em proporção tanto mais elevada quanto maior era o teor em clorofilas das folhas. Se assim é, este efeito terá acentuado as diferenças de fluorescência emitida entre as folhas das videiras das duas cotas do terreno.

Nas folhas das videiras da cota superior do terreno, para além dos menores teores em carotenóides totais, constatou-se também que a concentração em clorofila *a*, *b* e *total*, em qualquer um dos três ensaios (quadros 4.10, 4.11 4.12), era mais reduzida do que nas folhas das videiras da cota inferior do terreno, embora, como já se referiu, só no ensaio de 1996 esse decréscimo esteve associado também a menores taxas fotossintéticas. Os resultados obtidos mostraram ainda que nas folhas das videiras da cota superior do terreno os decréscimos em clorofila *a* foram relativamente mais acentuados do que em clorofila *b*, pelo que a razão entre estas duas formas foi aí mais deprimida do que nas folhas das videiras da cota inferior do terreno. De acordo com Candolfi-Vasconcelos (1990), as menores razões *Cl a/b*, quando associadas a menores teores em clorofila *total*, reflectem um aumento do complexo captador de luz clorofila *a/b*-proteína, relativamente ao conteúdo

total de clorofila dos cloroplastos. Este complexo contém toda a clorofila *b* e está intimamente associado ao PSII. As folhas das videiras da cota superior do terreno, por terem menos pigmentos clorofilinos, têm assim, como mecanismo compensatório, um sistema de captação luminosa mais eficiente, relativamente às folhas das videiras da cota inferior do terreno.

No que concerne aos teores em açúcares solúveis e amido, verificou-se que o efeito do *Terreno* foi mais notório no ensaio de 1996 do que no de 1997 e pôde-se registar uma certa analogia com o que se observou ao nível das trocas gasosas das folhas das videiras das duas cotas do terreno. Com efeito, naquele ano as concentrações de sacarose e amido foram bastante mais elevadas nas folhas das videiras da cota inferior do terreno (quadro 4.14), precisamente onde se estimaram as maiores taxas fotossintéticas (figura 4.19 e 4.20). Em contrapartida, em 1997 as diferenças entre as duas modalidades em análise foram mais reduzidas e os maiores teores desses açúcares foram quantificados nas folhas das videiras da cota superior do terreno (quadro 4.15), onde tendencialmente a fixação de CO₂ foi também mais elevada (figura 4.26). Aliás, também nos estudos efectuados por Chaves (1986) se constatou que era nas folhas com maior actividade fotossintética que os teores em açúcares redutores e solúveis eram mais elevados. Quanto ao amido, Botos-Bâlo *et al.* (1992) puderam registar, através de imagens obtidas em microscópio electrónico, que os cloroplastos das folhas com maior capacidade fotossintética tinham grãos de amido muito mais volumosos. Em 1996 e 1997 é ainda de sublinhar o acréscimo de concentração de sacarose e, principalmente, de amido, desde manhã cedo até à tarde, confirmando as mesmas tendências referidas por Osório (1994), Chaumont *et al.* (1994) e Hunter *et al.* (1995b), em ensaios de campo. No período da tarde, o aumento de concentração de sacarose coincidiu com taxas fotossintéticas mais reduzidas, o que nos pode levar a pensar numa certa inibição retroactiva deste processo (Azcón-Bieto, 1983). Porém, esta hipótese é problemática pelo facto dos maiores teores em sacarose e amido terem sido estimados na modalidade em que o processo fotossintético se encontrava menos deprimido.

Quanto à prolina, quantificaram-se maiores teores nas folhas das videiras da cota inferior do terreno e, à excepção do ensaio de 1995, as diferenças foram muito mais acentuadas quando já decorria a maturação das uvas. É de realçar que esses acréscimos ocorreram no mesmo grupo de videiras em que se obtiverem maiores valores de peso foliar específico (figura 4.42). Porventura, esta relação estreita poderá estar mais relacionada com um maior número de células nas folhas das videiras dessa cota e não tanto com uma maior concentração, já que, segundo as determinações do potencial osmótico efectuadas em 1997 (figura 4.41(I)), a magnitude de diferenças das folhas das videiras de ambas as cotas do terreno foi bastante reduzida. Certamente, nestes ensaios, o estado hídrico das videiras não foi suficientemente debilitado para desencadear a acumulação de prolina nas folhas

(Goodwin *et al.*, 1988) ou então, nas folhas desta espécie, a prolina não é um indicador importante desse estado, como sucede noutras espécies referenciadas por Delauney e Verma (1993). Essa constatação é alicerçada num estudo recente, efectuado por Chaumont *et al.* (1997), no qual se dosearam maiores teores de prolina em folhas de videiras crescidas num clima temperado (Versailles, França) do que num clima semi-árido (Lisboa). Ainda neste âmbito, de acordo com os estudos de Matthews e Anderson (1988), nas videiras em *stress* hídrico é muito provável que a acumulação em prolina seja particularmente mais notada ao nível dos bagos de uva. Próximos estudos poderão contribuir para esclarecer esta hipótese.

Relativamente à produção de uvas, o efeito do *Terreno* foi responsável por diferenças bastante significativas entre as videiras das duas cotas, quer a nível qualitativo quer quantitativo. Em geral, durante os três ensaios, o índice de maturação, expresso pela razão entre os açúcares e a acidez total dos bagos, foi mais elevado nas videiras da cota superior do terreno, onde a carga à poda foi menor e o solo era menos fértil. Em contrapartida, tal como demonstrado por Clímaco e Chaves (1984) na cv. “Vital”, Yuste *et al.* (1996) na cv. “Tempranillo” e Murisier (1996) na cv. “Chasselas”, foi na cota inferior do terreno que a produção de uvas por cepa foi mais elevada (acréscimos de 95%, 34% e 89% em 1995, 1996 e 1997, respectivamente), devido ao maior número de cachos por videira e, secundariamente, ao maior peso por cacho (quadros 4.16, 4.17 e 4.18). Para este parâmetro, as maiores diferenças foram obtidas em 1995 e 1997, precisamente quando a ocorrência de escaldão nas folhas e cachos foi mais visível. Segundo Murisier (1989), este acidente vegetativo é potenciado por condições de muito calor e exposição brusca dos cachos ao Sol, seja por intervenções em verde, seja pela senescência prematura das folhas que fazem sombra aos cachos. Schneider (1989) alertou para os prejuízos que daí podem surgir, não só ao nível do rendimento como também da qualidade aromática dos vinhos fabricados.

O índice de Ravaz, calculado através do quociente entre o peso de uvas de cada videira e o respectivo peso da lenha de poda, revelou, durante os três ensaios, que as videiras da cota inferior geriram muito melhor a repartição de assimilados pelas “*sinks*” vegetativa e reprodutiva. Com efeito, foi nessa cota do terreno que o referido índice foi mais elevado (quadros 4.16, 4.17 e 4.18), ultrapassando mesmo em 1996 e 1997 o limite de 5, valor abaixo do qual Bravdo *et al.* (1985) considerou como desajustado entre as referidas “*sinks*”, em prejuízo do volume de colheita. Os baixos índices de Ravaz calculados nas videiras da cota superior do terreno, positivamente relacionados com uma maior proporção de órgãos “*source*” em relação à quantidade de cachos (Smart e Robinson, 1991), justificam, em certa medida, os maiores teores em açúcar dos bagos dessa modalidade.

5.1.2. Efeito da *Forma da parede de vegetação*

A armação da vegetação em monoplanos verticais com alturas de aproximadamente 80 ou 120 cm, que designamos, respectivamente, como modalidade “baixa” e “alta”, resultou em copados distintos quanto à sua arquitectura. Com efeito, nas videiras conduzidas em sebe alta, a superfície foliar exposta foi bastante mais elevada (figura 4.1) e os copados foram tendencialmente menos densos (menores valores de LLN e maior % de “buracos”, quadro 4.1) do que nas videiras com parede de vegetação baixa, apesar de, em geral, termos estimado para essas plantas maior área foliar total, especialmente ao pintor. De facto, quer em 1995 (medição feita ao pintor, através do método de Carbonneau (1976b)) quer em 1996 (medição feita ao pintor e à maturação, através do método da intercepção luminosa (Oliveira e Santos, 1995)), as diferenças em relação à forma baixa foram altamente significativas (figura 4.2). Quanto ao ensaio de 1997, ao pintor usaram-se simultaneamente aqueles dois métodos. Com o primeiro, os maiores valores de área foliar total foram calculados nas videiras com sebe alta (figura 4.4), enquanto no segundo não se obtiveram diferenças significativas entre as duas formas (figura 4.3). À maturação, usando apenas o método da intercepção luminosa, verificou-se que as videiras conduzidas em forma baixa tinham maior superfície foliar total do que a outra modalidade.

Nos três ensaios efectuados parece lógico que, ao pintor, os menores valores médios de área foliar tenham sido estimados na modalidade “baixa”, porque a “enrola” da parte terminal dos sarmentos deixou nesta forma maior quantidade de folhas amassadas do que na forma “alta”, as quais rapidamente se tornam senescentes, devido à escassez de luminosidade directa, e caem precocemente. De acordo com Smart (1985), o processo de exclusão de folhas não fotossinteticamente activas por parte da própria videira é potenciado quando a PPFD é inferior a 15 a 30 $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, ou seja, cerca de 1% da luz que atinge as folhas expostas ao Sol. À maturação, no ensaio de 1996, manteve-se a mesma tendência registada ao pintor mas, no ensaio seguinte, a elevada desfolha que ocorreu nos copados com forma alta, sobretudo nas videiras da cota superior do terreno (quadro 4.1 e figura 4.3(IV)), terá contribuído para que os maiores valores médios de superfície foliar total fossem estimados nas videiras com parede de vegetação baixa (figura 4.3(II)).

Em termos de vigor, no ensaio de 1995 não se registaram diferenças significativas entre as duas formas de copado mas, nos ensaios seguintes, tanto o peso de lenha de poda como o peso unitário dos sarmentos das videiras foram bastante mais elevados nas videiras conduzidas em forma alta (figura 4.5(II e V)), deixando depreender uma certa relação positiva entre a área foliar total e a expressão vegetativa das videiras. A enrola dos pâmpanos que ultrapassaram o último arame do bardo poderá constituir na sebe baixa um factor mais desvigorante do que na sebe alta. Isso é justificado pelo facto de nessa

modalidade os sarmentos passarem a estar numa orientação mais horizontal (Castro, 1986; Calò, *et al.*, 1999), pelo menos a partir do seu terço médio. Inevitavelmente, para além da perda de alguma folhas que essa intervenção sempre provoca, seja por danos físicos seja por insuficiência luminosa (Smart, 1985), também a condutividade hidráulica dos vasos xilémicos na zona de curvatura do pâmpano, onde a mudança de orientação se processa, é prejudicada, afectando consequentemente o seu crescimento (Schubert *et al.*, 1995, 1999).

Quanto ao microclima luminoso no interior do copado, ao nível dos cachos, que resulta essencialmente da quantidade e distribuição das folhas pelo espaço confinado à parede de vegetação (Smart, 1985; Schultz, 1996a), os resultados da razão R/FR e da percentagem de PPFD obtidos em 1995, 1996 e 1997, especialmente ao pintor em que o adensamento foliar era maior, reforçaram a constatação de que nos copados altos a penetração da luz se fez com maior facilidade do que nos copados baixos. Porém, mesmo nesta modalidade, os valores desses parâmetros, bem como os da área foliar total, foram mais característicos de copados pouco densos do que muito densos (Smart e Robinson, 1991; Dokoozlian e Kliewer, 1995a, 1995b).

Durante os três ensaios e em dias típicos de Verão, as medições das trocas gasosas de folhas expostas evidenciaram uma maior condutância estomática e maiores taxas de fixação líquida de CO₂ e de transpiração nas videiras com parede de vegetação baixa, se bem que esse comportamento tenha resultado numa quebra da eficiência intrínseca do uso de água, relativamente às folhas das videiras conduzidas em sebe alta. No ensaio de 1995 e 1996 essas diferenças entre as duas modalidades foram claramente observadas nas medições efectuadas em pleno período estival (figura 4.16 e figuras 4.21 e 4.22, respectivamente). Em 1997, as medições efectuadas a 25 de Julho (figura 4.27) confirmaram as mesmas tendências dos ensaios anteriores mas, na determinação feita já em Setembro (figura 4.28), as duas modalidades tiveram comportamentos muito similares devido, presumivelmente, à forte pluviosidade que ocorreu no final do mês de Agosto. Nos três ensaios, à medida que o período estival evoluiu, foi ainda notória a anulação das diferenças de C_i entre as folhas das videiras com copado baixo e copado alto, apesar de, nalguns casos, naquela modalidade se continuar a registar maior capacidade fotossintética. De acordo com várias referências (Downton *et al.*, 1987; Osório, 1994; Schubert *et al.*, 1995; Delgado *et al.*, 1995), esse comportamento pode ter sido potenciado por um certo exacerbamento das limitações não estomáticas nas folhas que têm menor actividade fotossintética, visando, em harmonia com o acréscimo de limitações estomáticas, maximizar a razão entre a taxa de fixação líquida de CO₂ e a perda de água por transpiração.

Apesar de ter sido nas folhas expostas das videiras com copado baixo que se registaram as maiores taxas fotossintéticas, em termos de fotossíntese global por videira, é provável que assim não suceda, em virtude da sua menor superfície foliar exposta,

relativamente às videiras com copado alto (a utilização de câmaras transparentes, com capacidade suficiente para envolver a totalidade da superfície foliar de uma videira (Daudet, 1987; Ollat e Tandonnet, 1998), teria sido extremamente oportuna para o esclarecimento dessa dúvida). Convém, no entanto, sublinhar que a possível vantagem das videiras com copado alto pode não existir, de facto, devido à maior vulnerabilidade que esses sistemas de armação da vegetação implicam em ambientes de maior aridez (Carbonneau e Casteran, 1989; Baeza, 1994). Na RDD esta situação é particularmente observada em castas mais sensíveis como a Touriga Nacional, Tinta Roriz e Tinta Barroca (Queiroz, 1996). Nos três ensaios por nós efectuados em Touriga Nacional, a maior senescência de folhas da parte basal dos copados altos (quadro 4.1) parece ir ao encontro desses pressupostos e não deixam de constituir uma estratégia eficaz das próprias videiras, a par da maior resistência estomática das folhas fotossinteticamente activas, para reduzirem a perda de água (Winkel e Rambal, 1993).

A evolução dos potenciais hídricos foliares durante o Verão de 1995 e 1996 (figura 4.37), permitiu certificar que foi entre as videiras com sebe baixa que os valores do Ψ_f de base foram tendencialmente mais elevados. Tal comportamento pode ser explicado pela maior facilidade que essas videiras têm em restabelecer o estado hídrico ao longo da noite, relativamente às videiras com copados altos que, como já se referiu, eram caracterizados por maior superfície foliar exposta e, sobretudo, maior área foliar total. Corroborando estes resultados, também Lopes (1994) verificou que as videiras com menor área foliar total e exposta, por estarem podadas em Guyot, relativamente ao sistema Royat, apresentaram quase sempre Ψ_f de base mais favoráveis. À semelhança do que sucedeu nos nossos ensaios, esses distintos comportamentos determinaram o desempenho fotossintético das folhas ao longo do dia. Pelo contrário, no ensaio de 1997, a ausência de diferenças no Ψ_f de base entre as duas formas do copado (figura 4.37) parece ter estado mais relacionada com a pluviosidade ocorrida na Primavera e Verão (figura 3.2) do que com eventuais diferenças de área foliar entre as duas modalidades.

Quanto às restantes determinações do Ψ_f ao longo do dia, em geral, nos três ensaios não se registaram diferenças significativas entre as duas formas de parede de vegetação (figura 4.37). A menor condutância estomática das folhas da modalidade “alta”, relativamente à modalidade “baixa” (figuras 4.16, 4.21 e 4.22), terá diluído grande parte das diferenças de Ψ_f que existiam imediatamente antes de nascer o Sol. Este comportamento é, em certa medida, similar ao que, por exemplo, foi constatado por Naor e Wample (1994) em videiras não regadas *versus* regadas, respectivamente. Ainda assim, a nível do microclima térmico foliar, as folhas das videiras com copado alto estiveram ligeiramente mais quentes, o que reflecte, em certa medida, um sinal de maior *stress* hídrico (Idso, 1982). Esta constatação foi particularmente observada no ensaio de 1996 (ano em que se introduziu este

protocolo) nas folhas expostas ao Sol, no período da tarde, ou seja, nas folhas da face SW do copado (figura 4.11).

Relativamente aos teores em pigmentos clorofilinos, apenas no ensaio de 1995 se registaram diferenças assinaláveis entre as duas modalidades em discussão, observando-se os maiores valores nas folhas das videiras com parede de vegetação baixa (quadro 4.10). Estes acréscimos em clorofilas e carotenóides totais são concordantes com as maiores taxas fotossintéticas calculadas nessas folhas (figura 4.16(VI)). Provavelmente, as folhas das videiras com copado alto estariam num estado de senescência mais adiantado, o que terá motivado, para além das limitações estomáticas já referidas, um acréscimo de limitações no espaço intracelular do mesófilo clorofilino (Chaves, 1986), como sejam a menor actividade das enzimas de carboxilação, o aumento da resistência à difusão do CO₂, o decréscimo do teor em transportadores de electrões e, particularmente, em pigmentos clorofilinos. Por outro lado, o facto da área foliar total das videiras com copado baixo ter sido bastante inferior do que nos copados altos (2,39 vs 3,45 m²/m de bardo, respectivamente, P<0,001), associada também a uma superfície foliar exposta muito mais pequena (figura 4.1), terá funcionado como um mecanismo retardador da degradação dos pigmentos clorofilinos nessa modalidade. Esta hipótese é fundamentada nos resultados dos trabalhos efectuados por Candolfi-Vasconcelos e Koblet (1991) em videiras com diferente superfície foliar total. Nos ensaios de 1996 e 1997, a ausência de diferenças significativas entre os teores clorofilinos das videiras com copados baixos *versus* altos coincidiu com igual comportamento no que se refere aos parâmetros da fluorescência da clorofila *a*, medidos só a partir de 1996. Assim sendo, pela informação disponível nestes dois últimos ensaios, as diferenças notadas ao nível da actividade fotossintética entre as duas modalidades parecem ter estado fundamentalmente relacionadas com limitações estomáticas.

Quanto aos teores foliares em açúcares solúveis e amido, no ensaio de 1996 verificou-se que, desde manhã cedo até meio da tarde, tanto a sacarose como o amido se acumularam de modo mais acentuado nas folhas das videiras com copado baixo do que com copado alto (no caso do amido, entre os dois períodos, 1180% na sebe baixa contra 716% na sebe alta; no caso da sacarose, entre os mesmos períodos, 113% na sebe baixa contra 102% na sebe alta) (quadro 4.14). Em contrapartida, no ensaio seguinte não se registaram diferenças significativas entre essas duas modalidades e também os acréscimos de sacarose e amido, entre as duas colheitas diurnas, foram bastante mais reduzidos do que no ano anterior (quadro 4.15). De acordo com estes resultados, em 1996, a migração de sacarose das células clorofilinas para os centros de consumo terá sido mais afectada e, nestas circunstâncias, as trioses-fosfatos, provenientes do ciclo de *Benson-Calvin*, foram desviadas alternativamente para a síntese de amido no estroma dos próprios cloroplastos (Chaves, 1991). Por outro lado, a provável menor exportação de fotoassimilados, talvez motivada pelo maior *stress* hídrico

do que em 1997, em combinação com a maior produtividade fotossintética das folhas das videiras com copado baixo terão sido responsáveis pelas diferenças referidas no teor em sacarose e amido, relativamente às folhas das videiras com copado alto.

A estimativa do teor em prolina nas folhas evidenciou, nos dois primeiros ensaios, maiores teores na modalidade “forma baixa”, se bem que em 1996 as diferenças, relativamente à outra modalidade, não tenham sido tão elevadas como no ano anterior (figuras 4.44(II) e 4.45(II) em 1995 e 1996, respectivamente). De qualquer forma, também existiu nesses dois ensaios um certo paralelismo com o que se observou ao nível da fixação do carbono. Possivelmente, este aspecto, mais positivo nas videiras com copado baixo, para além de estar correlacionado com maiores teores em pigmentos clorofilinos, como se viu concretamente em 1995, também é determinante para uma maior síntese de metabolitos, em particular de prolina.

Quanto à possibilidade do efeito da *Forma da parede de vegetação* ter conduzido a alterações morfológicas nas folhas, só em 1996 os dados referentes ao peso foliar específico (LMA) mostraram que a modalidade “baixa” possuía maiores valores do que a modalidade “alta” (figura 4.42(II)). Esses acréscimos reflectem geralmente uma maior densidade do tecido foliar e/ou espessura das folhas (Osório, 1995) e costumam correlacionar-se positivamente com a capacidade fotossintética das folhas (Baeza, 1994).

Relativamente às repercussões do efeito da *Forma da parede de vegetação* sobre a produção de uvas, nomeadamente sobre a sua qualidade, só no primeiro ensaio foi assinalável e caracterizou-se por um maior acréscimo na acumulação de açúcar e simultaneamente um menor nível em acidez total dos bagos colhidos nas videiras com copados altos do que nas que tinham copados baixos (figura 4.47(II)). Em 1996 este comportamento não se repetiu, mas no último ensaio voltou a registar-se a mesma tendência, embora de forma relativamente mais diluída. Globalmente, estes resultados, que são concordantes com os que Clímaco e Chaves (1987) constataram na cultivar “Vital” conduzida em parede de vegetação alta (1,30 m) e baixa (0,65 m), respectivamente, questionam-nos quanto à intensidade do *stress* hídrico a que as videiras estiveram expostas durante os três anos de ensaio. De acordo com Chaves (1986), em condições de *stress* hídrico severo, a actividade fotossintética global das videiras conduzidas em formas altas pode ser fortemente deprimida, com consequências desfavoráveis para o rendimento e maturação das uvas. Todavia, aquela autora também refere que, caso aquelas condições sejam moderadas, pode-se assistir a uma melhoria na maturação dos frutos dessas videiras, em consequência de um balanço mais positivo em termos de fotoassimilados produzidos por videira. Provavelmente, é esta a hipótese que ganha maior consistência nos resultados que obtivemos.

No que respeita ao rendimento, em geral, o efeito da *Forma da parede de vegetação* não resultou em comportamentos significativamente distintos entre as duas modalidades. No entanto, as produções das videiras com copado baixo foram ligeiramente mais elevadas (quadros 4.16, 4.17 e 4.18). Entre as videiras da cota superior do terreno, as diferenças de produção entre as duas formas de copado foram muito mais expressivas, muito por causa da maior percentagem de cachos murchos observado nas videiras com copado alto. A maior desfolha basal que ocorreu nesta modalidade, particularmente observada em 1995 e 1997 (figuras 4.51(I) e (II), respectivamente), terão facilitado a ocorrência desses prejuízos.

O efeito da *Forma da parede de vegetação* fez-se notar mais sobre o índice de Ravaz. Com efeito, devido à menor expressão vegetativa das videiras com copado baixo, os índices calculados nesta modalidade aproximaram-se mais dos valores óptimos referidos por Bravdo *et al.* (1985), os quais traduzem um melhor equilíbrio entre as estruturas vegetativas aéreas e as estruturas produtivas da videira.

5.1.3. Efeito da *Calda bordalesa*

A aplicação de calda bordalesa a uma parte das videiras da parcela experimental (figura 3.3) resultou na formação de um resíduo seco esbranquiçado sobre as folhas mais expostas do copado, o qual diminuiu significativamente a intensidade da luz absorvida e transmitida por essas folhas, enquanto o poder reflector foi substancialmente aumentado, relativamente às folhas testemunha (quadro 4.5). Nestas últimas, valores da mesma ordem de grandeza foram referidos por Schultz (1996a) e Mabrouk *et al.* (1997b) em folhas adultas de videira. Consequentemente, vários aspectos da biologia da videira terão sido, directa ou indirectamente, influenciados pela alteração das propriedades ópticas das folhas.

Ao nível da arquitectura foliar dos copados, nas videiras tratadas com calda bordalesa foi notório um decréscimo menos acentuado da densidade foliar entre o pintor e a maturação, especialmente entre as videiras com parede de vegetação baixa. Esta constatação, baseada na estimativa do número médio de camadas de folhas junto à zona dos cachos (quadro 4.1), foi reforçada pela estimativa da superfície foliar total, através do método da intercepção luminosa, adaptado por Oliveira e Santos (1995). Como se observa nas figuras 4.2(III) e 4.3(III), referente aos ensaios de 1996 e 1997, respectivamente, na modalidade “calda” a superfície foliar total era, à maturação, ligeiramente mais elevada do que na modalidade “testemunha”. Todavia, também se verificou nessas mesmas figuras que esse efeito positivo da calda bordalesa foi muito mais significativo entre as videiras com copado baixo do que com copado alto (figura 4.2(IV) e 4.3(V)). Nestas videiras, a calda bordalesa não minimizou a desfolha que foi ocorrendo durante o Verão, particularmente na parte basal do copado.

Em termos de microclima luminoso na zona dos cachos, os resultados obtidos demonstraram um relacionamento muito estreito com os parâmetros caracterizadores da arquitectura do copado, nomeadamente os relativos à interacção do efeito da *Calda bordalesa* com o efeito da *Forma da parede de vegetação*. De facto, quer em 1996 (figura 4.7(III)) quer em 1997 (figura 4.9(IV)), à maturação, nas videiras com parede de vegetação baixa e tratadas com calda bordalesa, a PPFD interceptada na zona dos cachos foi relativamente mais reduzida do que nas videiras com igual armação da vegetação e sem esse tratamento. Em contrapartida, entre as videiras com parede de vegetação alta, o efeito da *Calda bordalesa* foi nulo.

Quanto ao microclima térmico, a presença de calda bordalesa sobre as folhas, ao funcionar como uma barreira sombreadora, fez diminuir a sua temperatura, relativamente às folhas testemunha que apresentavam sensivelmente a mesma idade e exposição aos raios solares. Nas medições efectuadas em 1996, usando um termómetro de infravermelhos, as diferenças mais significativas foram calculadas entre as videiras da cota superior do terreno ou entre as videiras com sebe baixa e particularmente em folhas expostas da face SW do copado. No ensaio seguinte, também em folhas com incidência directa dos raios solares, confirmou-se o efeito refrescante da calda bordalesa, na ordem dos 1 a 3°C (quadro 4.3).

Durante a medição das trocas gasosas das folhas também se procedeu à estimativa da sua temperatura através do balanço energético (von Caemmerer e Farquhar, 1981), calculado a partir da temperatura do ar dentro da câmara foliar, da PPFD incidente e da respectiva taxa de transpiração. Entre os dois ensaios de 1996 e 1997, apenas em 25.7.97 (figura 4.29(II)) se obtiveram, para esse parâmetro, valores ligeiramente mais baixos (menos de 1°C) nas folhas com calda bordalesa (C) do que nas folhas testemunha (N), mas, ainda assim, com diferenças muito ou altamente significativas. Estes resultados devem, no entanto, ser vistos de forma muito reservada porque as fórmulas usadas no cálculo do balanço energético consideraram as fracções de luz absorvida e transmitida pelas folhas como constantes e iguais para as modalidades em discussão. Para além disso, apesar dos inúmeros cuidados, a própria temperatura do ar tende a ser sobreavaliada devido ao aquecimento do ar desde a cana de recolha até ao interior da câmara foliar, onde está localizado o sensor térmico.

Ao nível fisiológico, nomeadamente das trocas gasosas de folhas expostas, verificou-se no ensaio de 1996 que, após alguns dias da calda bordalesa ter sido aplicada (29.7.96), o efeito deste fungicida não foi notório. Mais tarde, já em período de plena maturação (12.9.96), o comportamento das folhas com e sem calda bordalesa foi distinto. Conforme se observa na figura 4.23, a maior condutância estomática das folhas C favoreceu um acréscimo bastante significativo da fotossíntese e da transpiração, mas só nas folhas expostas da face SW do copado (eram estas as folhas que estavam ao Sol nas determinações das 12, 14 e 17 horas). Em relação à A/g_s , essas diferenças, sobretudo durante os períodos do dia com

luminosidade mais estável (12 e 14 horas), não resultaram em comportamentos significativamente distintos entre as duas modalidades. Do mesmo modo, também a C_i foi praticamente similar em ambas as modalidades, enquanto a eficiência da carboxilação, expressa pelos valores da g_m , foi menor nas folhas N, certamente em resultado dum agravamento relativo nas limitações não estomáticas para a fotossíntese (Downton *et al.*, 1987). Aliás, também o facto da A/g_s dessas folhas ter sido idêntica à das folhas tratadas com calda bordalesa reforça essa hipótese, uma vez que, quando as limitações da fotossíntese são essencialmente estomáticas, a magnitude desse parâmetro tende a ser relativamente mais elevada (David *et al.*, 1998; Flexas *et al.*, 1998). Duma forma geral, estes resultados contrariam totalmente as conclusões referidas por Sawada e Hayakawa (1984), embora os seus ensaios tenham sido efectuados em plantas envasadas de macieira.

Em 1997, o comportamento relativo das folhas com e sem calda bordalesa não diferiu em relação ao constatado em 12.9.96 (figura 4.23). Com efeito, quer na determinação de 25 de Julho (figura 4.29) quer mais tarde em 21 de Agosto (figura 4.30) e 2 de Setembro (figura 4.31), nas folhas C registaram-se ao longo do dia maiores taxas de fixação de CO_2 do que nas folhas N. Igualmente, as taxas de transpiração foram significativamente mais elevadas nessas folhas, enquanto a A/g_s , em geral, também não diferiu entre as duas modalidades. Nestas determinações constatou-se ainda que as diferenças, que agora se referiram, foram muito mais expressivas entre as videiras com copado baixo do que com copado alto (quadro 4.6). Provavelmente, a maior susceptibilidade das videiras com copado alto ao *stress* hídrico é agravada pelo efeito que a *Calda bordalesa* tem sobre a transpiração foliar. Assim sendo, fica-nos a dúvida se o efeito deste fungicida, do ponto de vista fisiológico, é apenas benéfico para situações de *stress* luminoso e térmico.

A maior abertura relativa dos estomas nas folhas C poderá ter resultado do efeito refrescante da calda bordalesa. Chaves *et al.* (1987c) referiu que a maioria das espécies, incluindo a videira, exhibe um óptimo de temperatura para a condutância estomática, tal como para a fotossíntese líquida. Para a casta ‘Tinta Amarela’, originária da zona Alto duriense, esta investigadora verificou que o encerramento estomático se tornou mais pronunciado acima dos 30°C. Em condições de elevado *stress* estival, também Clímaco (1997) constatou que o maior acréscimo da temperatura das folhas (da cv. Piriquita, Região da Estremadura), na ordem dos 1-2°C em relação à do ar, correspondia a valores de condutância estomática e fotossíntese líquida bastante mais reduzidos ($<30 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e $<3 \text{ } \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente). Em grande parte, a maior temperatura das folhas N, relativamente às folhas C, pode ter activado mais fortemente a fotorrespiração (Farquhar e Sharkey, 1982; Chaves, 1986; Wu *et al.*, 1991), a qual terá contrariado de forma mais acentuada o eventual decréscimo de concentração de CO_2 intercelular dessas folhas. Esta interpretação é baseada no facto dos valores de C_i estimados nessas duas modalidades terem

sido em geral muito idênticos nas diferentes determinações efectuadas. Segundo Sepúlveda e Kliewer (1986), este comportamento dos estomas, face às temperaturas elevadas, também não pode ser desligado dos efeitos que esse *stress*, em combinação com o *stress* hídrico, provoca na acumulação endógena de ABA.

Quanto ao Ψ_f , de acordo com os resultados recolhidos nestes ensaios, constatámos que o efeito da *Calda bordalesa* não foi significativo, não obstante termos registado diferenças significativas entre a condutância estomática das duas modalidades ensaiadas. Esta situação é muito provavelmente condicionada pelo facto da resposta dos estomas aos factores abióticos adversos ser sempre mais prematura do que as alterações ao nível do potencial hídrico foliar (Correia *et al.*, 1990; Quick *et al.*, 1992; Düring *et al.*, 1996). Segundo Düring e Loveys (1996), essa maior sensibilidade dos estomas pode ser motivada pela anatomia heterobárica das folhas das videiras, a qual potencia, em cada instante do dia, o desenvolvimento de défices hídricos elevados em determinadas porções da folha e a consequente acumulação de ABA nas células-oclusivas, mesmo quando o potencial hídrico nos vasos xilémicos das nervuras e pecíolo foliar não é muito negativo.

Em 1997 verificou-se que, apesar de não termos obtido diferenças significativas entre o potencial hídrico de base das folhas com e sem calda bordalesa, o potencial osmótico dessas mesmas folhas foi distinto, observando-se os valores mais negativos na modalidade testemunha (figura 4.41(II)). Estes dados sugerem que nestas folhas, naturalmente expostas a um ambiente luminoso relativamente mais intenso, as células desenvolveram um certo ajustamento osmótico, o qual também é determinante para minimizar a depressão da actividade fotossintética, seja por regulação negativa (Rodrigues *et al.*, 1993), seja por fotoinibição (Downton, 1983). A concentração de alguns metabolitos, designadamente os açúcares solúveis e a prolina, que poderiam estar directamente implicados no abaixamento do potencial osmótico das folhas testemunha, não variou significativamente em relação às folhas tratadas com calda bordalesa.

A diminuição da actividade fotossintética observada nas folhas N, relativamente às folhas C, para além da influência directa da maior resistência estomática, poderá também ter resultado duma quebra na eficiência fotoquímica do PSII. No sentido de esclarecer esta hipótese, foi desenvolvido nos ensaios de 1996 e 1997 um 1º protocolo, em que a estimativa dessa eficiência foi feita, através de medições da razão F_v/F_m , em folhas C, sem remoção prévia dos resíduos de fungicida acumulados sobre a página adaxial, e em folhas N. Os resultados obtidos evidenciaram a ausência de diferenças significativas na razão F_v/F_m de ambas as modalidades, mas a emissão de F_0 e, sobretudo, F_m foi mais deprimida (figuras 4.34 e 4.35) e os valores de $t_{1/2}$ foram muito mais elevados (dados não apresentados) nas folhas C. Provavelmente, a presença das partículas de calda bordalesa na interface entre a sonda do PSM e a própria folha terá dificultado a total redução dos centros de reacção do

PSII, o que fez com que a dissipação alternativa de energia como fluorescência tenha sido mais limitada.

Em 1997 foi ainda delineado um 2º protocolo, em que, para além das duas modalidades ensaiadas anteriormente, se derivou uma outra modalidade nas mesmas folhas C, removendo os resíduos de fungicida numa pequenina região da folha imediatamente antes da adaptação ao escuro (Crem.). Pôde-se então confirmar que na modalidade C, em relação à Crem., havia uma forte redução dos níveis de fluorescência emitida, na ordem dos 30%, embora a eficiência fotoquímica do PSII não fosse significativamente afectada (quadro 4.7). Quanto ao comportamento das folhas N, em relação ao das folhas Crem., verificou-se que no período de maior calor (medições das 14 e 16 horas, quadro 4.7) o $t_{1/2}$ foi muito mais curto e a razão F_v/F_m foi mais severamente deprimida, em resultado de um ligeiro acréscimo em F_o e de um declínio significativo em F_m e F_v . O declínio em F_v/F_m , quando acompanhado por uma subida em F_o , precisamente o que se observou nas folhas N, em relação às folhas Crem., significa que a capacidade fotoprotectora dessas folhas foi excedida, tendo ocorrido danos fotoinibitórios no PSII (Krause e Weis, 1991; Osório, 1994; Ball *et al.*, 1994). Simultaneamente, o menor $t_{1/2}$ nas mesmas folhas em que a F_v/F_m foi mais baixa sugere-nos um maior empobrecimento na *pool* de aceitadores de electrões do lado redutor do PSII, incluindo de plastoquinona (Krause e Weis, 1991; Ball *et al.*, 1994). É de sublinhar que nas medições efectuadas às 14 e 16 horas utilizaram-se folhas da face SW do copado, onde o efeito combinado do *stress* luminoso, térmico e hídrico era mais intenso. Estes dados podem ainda indiciar que a depressão fotossintética observada durante a manhã nas folhas N, em relação às folhas C, foi essencialmente motivada pelo aumento da resistência estomática, enquanto na parte da tarde se acrescenta também a quebra reversível da eficiência fotoquímica do PSII no mesófilo clorofilino e possivelmente (Correia *et al.*, 1990) também nos cloroplastos das próprias células-oclusivas.

Nas folhas das videiras em que se aplicou calda bordalesa a degradação de clorofila *a*, *b* e *total*, durante o período estival dos ensaios de 1996 e 1997, não foi tão acentuada como nas folhas das videiras testemunha (quadro 4.11 e 4.12). Em 1996 essa maior degradação relativa afectou de igual modo a clorofila *a* e *b*, pelo que a razão das duas não foi significativamente diferente entre as duas modalidades. Em contrapartida, em 1997, ano em que o escaldão de folhas foi mais notório, verificou-se que nas folhas N a clorofila *b* foi relativamente mais afectada do que a clorofila *a*, daí que nesta modalidade a razão *Cla/b* tenha sido mais elevada do que nas folhas C. A maior fragilidade do complexo captador de luz clorofila-*a/b*-proteína (LHC), onde está localizada a maior parte da clorofila *b*, às condições de luz elevada (Chaves, 1986; Chaumont *et al.*, 1997) poderá justificar o decréscimo mais acentuado desse pigmento, relativamente à clorofila *a*, nas folhas N. Dado que o LHC (pigmentos antena) canaliza preferencialmente a energia de excitação para o PSII,

é provável que essa fragilidade seja intencional para minimizar a ocorrência de danos fotoinibitórios no próprio PSII em situações de luz elevada (Chow, 1994). O efeito “sombreador” da calda bordalesa favoreceu também, nos dois ensaios, uma maior concentração de carotenóides totais, embora, em termos relativos, não tenha sido tão elevado como para o teor em clorofila *total*. Por isso, a razão entre estes dois grupos de pigmentos (*Car/Cl tot*) foi mais elevada nas folhas testemunha, onde a exposição do mesófilo à irradiância fotónica era mais intensa. Neste âmbito, teria sido extremamente oportuno ter-se quantificado também a proporção relativa dos carotenóides que fazem parte do grupo de xantofilas, em particular de zeaxantina, dada a importância que tem na dissipação térmica de energia acumulada em excesso no aparelho fotossintético (Demmig-Adams e Adams III, 1992; Chow, 1994; Chaumont *et al.*, 1994, 1995b). Globalmente, estes resultados parecem corroborar os ensinamentos de Branas (1974) e Galet (1977), segundo os quais, a calda bordalesa retarda a senescência foliar, beneficiando por conseguinte diversos aspectos da biologia da videira, tais como o atempamento dos sarmentos e a migração outonal de reservas para as estruturas vivazes da cepa. A eficácia deste armazenamento será tanto maior quanto mais prolongada for a actividade fotossintética das folhas depois da vindima (Hunter *et al.*, 1995b; Chaumont, 1995).

Quanto à morfologia foliar, apenas em 1996 (24 Ago.) se constatou um ligeiro acréscimo do peso específico (LMA) nas folhas da modalidade N, em relação às folhas C, contribuindo para isso mais o aumento da densidade do tecido foliar do que propriamente o aumento da espessura das folhas. O aumento da densidade do tecido foliar pode estar relacionado com a maior espessura das paredes celulares e este tipo de modificação anatómica nas células do mesófilo clorofilino ocorre normalmente em folhas que se encontram num estado de maturidade mais avançado mas ainda não senescentes (Patakas e Noitsakis, 1997). Por outro lado, se o efeito sombreador da *Calda bordalesa* fosse muito forte, então o decréscimo de LMA nas folhas C teria sido muito mais acentuado, como naturalmente acontece em folhas aclimatadas a menores irradiâncias fotónicas (Chaves, 1986; Cartechini e Palliotti, 1995).

No que respeita à avaliação qualitativa das uvas produzidas pelas videiras tratadas com calda bordalesa, quer em 1996 quer em 1997, em geral, não se notaram diferenças muito expressivas em relação às das videiras testemunha. Ainda assim pôde-se notar em 1996 que, entre as videiras com parede de vegetação baixa, o efeito da *Calda bordalesa* favoreceu uma maior acumulação de açúcar nos bagos, enquanto, entre as videiras com copado alto, esse efeito foi tendencialmente contrário (figura 4.48(II)). Estes resultados parecem estar em consonância com o que se observou ao nível da superfície foliar entre essas modalidades (figura 4.2(IV)). Quanto ao teor em cobre das uvas, doseado só no ensaio de 1997, os valores calculados na modalidade “calda bordalesa”, quer nas películas quer no próprio mosto,

foram bastante mais elevados do que os da modalidade “testemunha” (figura 4.50). Todavia, esses teores encontram-se no intervalo normalmente admissível para os mostos (3 a 20 ppm, segundo Bernard e Dallas (1979)). Para além disso, grande parte desses resíduos de cobre são facilmente insolubilizados sob a forma de sulfuretos, tartaratos ou tanatos, no decorrer da fermentação alcoólica, pelo que as contaminações dos vinhos por este catião, motivadas pelos tratamentos anticriptogâmicos, não são preocupantes (Azevedo, 1954). Apesar deste aspecto positivo para a qualidade dos vinhos, alguns trabalhos recentes (Torres, 1995; Hatzidimitriou *et al.*, 1996) têm revelado rumores de que a acumulação de açúcares nos bagos e a expressão aromática dos vinhos podem ser prejudicadas, no caso dum número excessivo de aplicações cúpricas e sobretudo em climas temperados.

Quanto ao rendimento, só no ensaio de 1997 a influência da *Calda bordalesa* foi mais notória, razão para a qual não será alheia o maior escaldão de folhas e cachos que ocorreu nesse ano. Com efeito, nas videiras que foram pulverizadas com esse fungicida, a produção por videira foi ligeiramente superior à das videiras testemunha, devido ao maior peso médio dos cachos (quadro 4.18). Estas diferenças foram mesmo significativas entre as videiras que tinham copado baixo, porque foi nesta modalidade que a proporção de cachos murchos foi mais atenuada pelo efeito da desfolha basal, particularmente nas videiras em que se aplicou a calda bordalesa (figura 4.51(III)). Pelo contrário, entre as videiras com copado alto, o efeito da *Calda bordalesa* em nada minimizou a maior percentagem de cachos murchos que normalmente ocorre neste sistema de armação da vegetação nas condições microclimáticas da RDD, particularmente quando a orientação dos bardos é similar à dos bardos deste ensaio.

Por último, também os resultados obtidos em 1996 e 1997 não deram quaisquer indicações de que o índice de fertilidade potencial ou a relação entre a produção e o vigor das cepas fosse alterado pelo efeito da *Calda bordalesa* (4.17 e 4.18, respectivamente).

5.1.4. Efeito da *Orientação das folhas*

A orientação NW-SE das linhas de plantação das videiras ensaiadas neste trabalho tem como consequência mais directa a formação de duas faces bem distintas quanto à sua orientação em relação aos raios solares. Durante o Verão, na face voltada a NE o Sol incide directamente nas folhas sensivelmente entre as 8 e 12 horas (de acordo com a hora legal de Portugal Continental), enquanto na face SW da parede de vegetação isso acontece desde as 12 horas até cerca das 18:30 horas. O esquema apresentado na figura 3.4 ajuda a compreender esta dinâmica. A orientação NW-SE, relativamente à orientação N-S sugerida por vários autores (Carbonneau *et al.*, 1981; Champagnol, 1982; Intrieri *et al.*, 1998) para climas mais áridos, tem, desde já, o inconveniente de ao meio-dia solar a radiação já incidir na face SW e não no topo do copado onde a superfície foliar exposta é mínima.

Em termos de arquitectura do copado, durante os três anos de ensaio, a superfície foliar exposta da face SW mostrou-se extremamente vulnerável à ocorrência de acidentes de vegetação provocados pelo Sol. Por isso, foi nessa face que, à maturação, se observaram os maiores sintomas de desfolha natural (quadro 4.1) e, inevitavelmente, de cachos murchos. Desde longa data, os viticultores durienses manifestam sempre muita preocupação por este tipo de prejuízos, especialmente nas encostas mais soalheiras (Coutinho, 1946, 1974).

Sob o ponto de vista fisiológico, o distinto padrão diurno de exposição à luz solar implica que, durante o Verão, nas folhas expostas da face NE do copado o ponto de saturação luminosa se atinja num período do dia em que o calor e o estado hídrico das videiras não são tão limitantes para a produção de fotoassimilados, como sucede no caso das folhas da face SW do copado ao fim da manhã e durante toda a tarde (figura 4.24; indirectamente, este comportamento também é observado em todos os gráficos que mostram a evolução diurna da A em folhas expostas ao Sol). Em grande parte, o baixo rendimento fotossintético que se registou nas determinações efectuadas na parte da tarde nessas folhas foi provocado pelo agravamento das limitações estomáticas. Esta constatação é naturalmente baseada no coeficiente elevado de correlação positiva que se registou entre A e g_s ($r=0,962$, $P<0,001$), o qual é indicador desse comportamento (Chaves *et al.*, 1987c; Naor *et al.*, 1994). Como se observa na figura 4.24, essas limitações, observadas no período da tarde, foram extensivas às folhas da face NE do copado. Nestas folhas, que estavam à sombra, registou-se também um significativo acréscimo das limitações não estomáticas (valores de C_i e de g_m mais elevados e muito mais baixos do que nas folhas expostas ao Sol, respectivamente). Schultz *et al.* (1996a) associaram estas limitações fundamentalmente à perda de actividade da Rubisco e à reduzida capacidade de regeneração da ribulose-1,5-bisfosfato.

A quebra acentuada de rendimento fotossintético das folhas SW do copado, durante o período da tarde, pode ter sido exacerbada pelo maior empobrecimento em pigmentos clorofilinos, provocado pelos efeitos prematuros da senescência foliar (Kliewer e Líder, 1970; Chaves, 1981; Schubert *et al.*, 1996), bem como pela maior susceptibilidade à inactivação do PSII, resultante do efeito sinérgico do *stress* luminoso e térmico (Gamon e Pearcy, 1989; Correia *et al.*, 1990; Chaves e Pereira, 1993). No que concerne ao primeiro aspecto, registou-se um decréscimo altamente significativo em clorofila *a*, *b* e *total* nas folhas da face SW mas, em contrapartida, a concentração relativa em carotenóides totais aumentou bastante, relativamente às folhas da face oposta (quadro 4.11 e 4.12). Tendo em conta o poder antioxidante destes pigmentos bem como a sua capacidade para dissipar, sob a forma de calor, o excesso de energia acumulada nos cloroplastos (Váradi *et al.*, 1992; Robinson e Osmond, 1994; Düring, 1999), esse acréscimo não deixa de representar uma estratégia importante para minimizar os danos irreparáveis que possam ocorrer no aparelho

fotossintético dessas folhas. Quanto ao segundo aspecto, mais de ordem funcional, a análise de alguns parâmetros de fluorescência da clorofila *a* mostrou que a eficiência fotoquímica do PSII, estimada através da razão F_v/F_m , decresceu bastante na parte da tarde (cerca de 30%), relativamente às folhas NE que, nesta altura, já só recebiam luz difusa (figura 4.32). Essa maior depressão resultou dum decréscimo em F_m e dum aumento muito acentuado em F_o , confirmando-se a tendência geral que foi observada por Iacono e Summer (1996) em folhas expostas à irradiância fotónica elevada, relativamente às folhas à sombra. O declínio em F_v/F_m e simultaneamente o acréscimo em F_o significa que a capacidade fotoprotectora foi excedida, tendo ocorrido danos fotoinibitórios (Osório, 1994) ou até mesmo danos fotooxidativos (Powles, 1984), uma vez que o teor em pigmentos clorofilinos dessas folhas também era inferior ao das folhas da face NE do copado. Em que termos a maior desfolha ocorrida na face SW não será uma consequência extrema desses danos? Ao fim da tarde, a recuperação de F_v/F_m foi visível em ambos os grupos de folhas, embora de forma mais atrasada nas folhas SW. Nas folhas NE essa recuperação foi relativamente rápida e total, o que sugere, segundo Osório (1994), a existência apenas de uma certa regulação negativa (“*down-regulation*”) da fotossíntese.

Os resultados relativos à quantificação dos açúcares, referentes ao ensaio de 1997, permitiram constatar que a acumulação de açúcares solúveis e de amido, desde manhã cedo até meio da tarde, tende a ser mais elevada nas folhas da face NE do copado (figura 4.43). Esses acréscimos, relativamente aos teores doseados nas folhas da face oposta, poderão ser um reflexo da maior produtividade fotossintética por parte dessas folhas durante o período diurno que antecedeu a colheita dos discos foliares, conjugado com um certo atraso na exportação da sacarose para outros órgãos da videira. Durante a tarde a acumulação de açúcares solúveis nas folhas de ambas as faces do copado favorece o decréscimo do potencial osmótico e, por conseguinte, constitui uma garantia da manutenção da turgescência celular. Por sua vez, a acumulação de amido diminui o volume osmótico das células do mesófilo clorofilino, o que, por si só, também promove o aumento de concentração de solutos osmoticamente activos (Ackerson, 1981). Como contraponto a este comportamento, também tem sido referido que a acumulação de açúcares, especialmente de sacarose, pode levar à regulação negativa da fotossíntese (Azcón-Bieto, 1983), precisamente o que constatámos nas folhas da face SW do copado durante o período da tarde. No entanto, diversos estudos efectuados em videiras implantadas em condições de mediterraneidade (Chaves, 1986; Osório, 1994) têm permitido verificar que esta hipótese é pouco consistente.

Ao nível da morfologia foliar, verificou-se que a massa foliar por área das folhas da face SW do copado foi bastante superior ao registado nas folhas da face oposta (figura 4.42(III)), reflectindo esse acréscimo uma maior densidade e espessura de tecido foliar. O maior investimento em material estrutural por parte das folhas expostas a poente, segundo

Chaves (1986), deve representar uma forma de aclimação às condições mais adversas a que essas folhas são submetidas durante o dia. A este propósito, Düring (1999) constatou que as folhas da cultivar ‘Riesling’ eram menos susceptíveis a danos fotoinibitórios do que as folhas da cultivar ‘Müller-Thurgau’, precisamente porque aquelas folhas eram muito mais espessas. No presente estudo, o maior acréscimo em LMA, associado ao decréscimo em clorofilas, também não deixa de constituir um sinal de maior envelhecimento das próprias folhas (Poni *et al.*, 1994).

Em termos práticos, no período da maturação, caracterizado normalmente pela diminuição progressiva da disponibilidade hídrica no solo e por irradiâncias e temperaturas do ar elevadas, a produção mais significativa de fotoassimilados concentra-se nas folhas da face NE do copado às primeiras horas do dia. No período complementar, as folhas da face oposta, apesar de terem taxas fotossintéticas muito baixas, não deixam de desempenhar um papel extremamente positivo na protecção dos cachos e das folhas adjacentes contra os raios solares fortes e na gestão mais eficiente da água disponível. De acordo com Murisier (1989), é ao início da tarde que as condições climáticas, designadamente muito calor e exposição brusca dos cachos ao Sol, se tornam mais propícias para a ocorrência de lesões irreversíveis nos bagos.

5.2. Conclusões

As conclusões que se seguem respondem, ainda que modesta e parcialmente, aos objectivos que foram inicialmente traçados. No entanto, novos ensaios, se possível com maior envolvimento pluridisciplinar e em situações mesoclimáticas mais adversas, são fundamentais para que algumas tendências referidas e outras questões, que entretanto se nos depararam, possam ser devidamente esclarecidas e aprofundadas.

- **Efeito do *Terreno*** (sobre a disponibilidade hídrica, em função das características do solo)

Na Região Demarcada do Douro, a formação de uma vinha segundo as linhas de maior declive tem como principal inconveniente, para o solo da cota mais elevada da parcela, o gradual empobrecimento em elementos argilo-húmicos, devido à acção dos agentes meteorológicos, e a consequente diminuição da capacidade de armazenamento de água. Esta realidade obriga a um reajustamento permanente das práticas culturais visando, por um lado, a preservação dos solos nessa zona do terreno e, por outro lado, o prolongamento, tanto quanto possível, da longevidade e capacidade produtiva das videiras aí implantadas. Na parcela onde decorreram os estudos para a dissertação desta tese, este segundo objectivo foi promovido, desde os primeiros anos de formação da vinha, através da redução da carga à poda das videiras, relativamente às videiras da cota mais baixa da parcela. O impacto fisiológico e agronómico dessa modificação fitotécnica foi apreciado num ensaio que decorreu em 1995, 1996 e 1997 e, apesar dos vários condicionalismos de natureza climática, caracterizados fundamentalmente pela irregularidade da quantidade e frequência de precipitação, daí extraíram-se as seguintes conclusões:

- (1) nas videiras da cota superior do terreno os sarmentos cresceram mais vigorosamente; em contrapartida, o peso de lenha de poda e a superfície foliar total foi tendencialmente menor do que nas videiras da cota inferior do terreno, o que fez com que a razão R/FR , ou a PPFD, interceptada na zona dos cachos fosse mais elevada, quer ao pintor quer sobretudo à maturação;
- (2) as folhas expostas das videiras da cota inferior do terreno tinham maior peso seco por unidade de área; em certa medida, isso justifica o facto da PPFD e razão R/FR transmitida por essas folhas ter sido menor do que nas folhas das videiras da cota superior do terreno;
- (3) a menor superfície foliar total das videiras da cota superior do terreno foi positivamente favorável para o estado hídrico das folhas e para a sua actividade fotoassimiladora; no entanto, quando o desenvolvimento vegetativo dessas cepas foi mais fortemente estimulado, como sucedeu na Primavera de 1996, a capacidade fotossintética das folhas expostas, durante o período estival, foi mais deprimida do que nas folhas expostas das videiras da cota inferior do terreno;

- (4) a eficiência fotoquímica máxima do PSII das folhas das videiras das duas cotas do terreno foi similar mas, em termos de pigmentos clorofilinos, foi nas folhas das videiras da cota inferior que se dosearam os maiores teores em clorofila *a*, *b* e *total*, e em carotenóides totais; porém, só em 1996 esses acréscimos estiveram associados também a maiores taxas fotossintéticas; sobretudo em 1996, verificou-se ainda que os teores foliares em sacarose, amido e prolina foram bastante mais elevados nas folhas das videiras da cota inferior do terreno, o que revela possivelmente as melhores condições de solo dessa parte da parcela do terreno;
- (5) a produção de uvas por cepa foi naturalmente bastante menor nas videiras da cota superior do terreno; em contrapartida, o índice de maturação, expresso pela razão entre os açúcares e a acidez total dos bagos, foi maior nessas videiras do que nas videiras da cota inferior do terreno, onde o quociente entre o peso de uvas de cada videira e o respectivo peso de lenha de poda foi mais elevado.

• Efeito da *Forma da parede de vegetação*

Na Região Demarcada do Douro, a crescente mecanização da maioria dos trabalhos da vinha surgiu associada a um aumento das dimensões da superfície foliar exposta. Neste estudo pretendeu-se conhecer as repercussões fisiológicas e vitícolas dessa alteração, tomando como termo de comparação as videiras conduzidas em moldes mais tradicionais. Dos resultados obtidos pôde-se concluir o seguinte:

- (1) a parede de vegetação alta (≈ 120 cm de altura) proporcionou, em geral, maior área foliar total e exposta mas menor adensamento foliar; por isso, foi nesta modalidade que se registou uma menor atenuação da radiação no interior do copado, relativamente às videiras com parede de vegetação baixa (≈ 80 cm de altura); durante a maturação, essa menor atenuação, exacerbada pela senescência das folhas basais, implicou, por vezes, uma excessiva exposição dos cachos aos raios solares;
- (2) no período tipicamente estival, foi nas folhas expostas das videiras com parede de vegetação baixa que se obtiveram os potenciais hídricos mais elevados; do mesmo modo, também foi nessa modalidade que a condutância estomática e as taxas de assimilação líquida de CO_2 e de transpiração foram mais elevadas; em contrapartida, a maior eficiência intrínseca do uso de água foi estimada nas folhas das videiras conduzidas em sebe alta;
- (3) o peso foliar específico e a acumulação em prolina e em açúcares solúveis e amido foram maiores nas folhas das videiras com copado baixo, precisamente onde as taxas fotossintéticas foram mais elevadas;
- (4) em geral, o aumento das dimensões da parede de vegetação não alterou significativamente o rendimento das cepas, embora na modalidade “alta”, sobretudo entre as videiras da cota superior do terreno, haja a registar uma maior proporção de cachos com escaldão; em relação à qualidade das uvas, em 1995 e, de modo mais diluído,

em 1997 foi assinalável um maior atraso na acumulação de açúcar e simultaneamente na degradação dos ácidos orgânicos nos bagos colhidos nas videiras com copados baixos, provavelmente motivado pela maior quantidade de folhas em redor dos cachos; por último, verificou-se que as relações entre a produção e a expressão vegetativa foram mais equilibradas nas videiras com copado baixo.

• Efeito da *Calda bordalesa*

Os resultados obtidos em 1996 e 1997 permitiram, de certo modo, corroborar a crença dos viticultores durienses, relativamente às amplas virtudes da calda bordalesa. Neste estudo, em que se procurou conhecer os eventuais benefícios da sua aplicação para a ecofisiologia das folhas em situações ambientais adversas, verificou-se que a presença de partículas de calda bordalesa sobre as folhas diminuiu o aquecimento das folhas, na ordem dos 1 a 3°C, devido à melhoria do seu poder reflector. Consequentemente, esse efeito terá sido favorável para os seguintes aspectos:

- (1) a actividade fotossintética dessas folhas, quando expostas ao Sol, foi mais elevada devido, em grande parte, a uma menor depressão na condutância estomática e, secundariamente, na eficiência fotoquímica do PSII, na eficiência da carboxilação e na degradação dos pigmentos clorofilinos; também a taxa de transpiração foi mais elevada nessas folhas mas, quer a eficiência intrínseca do uso de água quer o potencial hídrico, não foram significativamente alterados em relação às folhas testemunha;
- (2) nas folhas tratadas com calda bordalesa o potencial osmótico, determinado pelo método crioscópico, não foi tão baixo como nas folhas testemunha; todavia, nestas folhas a quantificação de alguns metabolitos, designadamente de açúcares solúveis e prolina, que poderiam estar directamente implicados no abaixamento do potencial osmótico dessas folhas, não confirmou essa indicação;
- (3) a evolução da maturação não foi afectada pelo efeito da *Calda bordalesa*; no entanto, ao nível do rendimento, no ensaio de 1997, a produção de uvas por videira aumentou nas videiras que sofreram esse tratamento, especialmente entre aquelas que tinham a parede de vegetação baixa; este comportamento terá sido motivado pelo menor escaldão de folhas e cachos que ocorreu, nesse ano, nessas videiras, relativamente às videiras testemunha.

• Efeito da *Orientação das folhas* (imposta pela exposição da parede de vegetação)

A orientação das linhas de plantação das videiras condiciona o padrão diurno de exposição à luz solar das folhas mais expostas do copado, a qual, em interacção com outros factores ambientais, determina o seu comportamento fisiológico. Neste estudo, em videiras

plantadas segundo a orientação NW-SE, compararam-se as folhas expostas de ambas as faces laterais do copado (NE vs SW) e daí retiraram-se as seguintes conclusões:

- (1) durante a manhã, as maiores taxas fotossintéticas foram registadas nas folhas expostas da face NE do copado, quando o défice de pressão de vapor de água do ar era fraco e o estado hídrico das videiras era ainda razoável;
- (2) desde um pouco antes do meio-dia solar até ao fim da tarde, nas folhas da face SW, expostas ao Sol, estimaram-se fracas taxas fotossintéticas; neste período, caracterizado por elevados défices de pressão de vapor de água do ar e por potenciais hídricos foliares muito negativos, ao agravamento das limitações estomáticas para a assimilação líquida de CO₂ associaram-se também maiores dificuldades relacionadas com o funcionamento do aparelho fotossintético - a perda de eficiência fotoquímica máxima do PSII e o maior empobrecimento em pigmentos clorofilinos por parte dessas folhas foram aspectos particularmente assinalados nessas folhas;
- (3) ainda durante a tarde, a forte depressão da actividade fotossintética das folhas da face SW do copado não foi minimamente compensada pela actividade das folhas da face oposta, que estavam à sombra, ou seja, num ambiente mais fresco;
- (4) a acumulação de açúcares solúveis e de amido, desde manhã cedo até meio da tarde, foi mais elevada nas folhas da face NE do copado;
- (5) a massa foliar por área foi maior nas folhas da face SW do copado, reflectindo esse acréscimo uma estratégia de aclimação às condições mais adversas a que essas folhas são submetidas durante o período diurno; mesmo assim, essas folhas foram muito mais vulneráveis à ocorrência de acidentes de vegetação provocados pelo Sol; consequentemente, também a proporção de cachos com escaldão foi maior nesse lado do copado.

• Nota final

A reestruturação da vinha na Região Demarcada do Douro, levada a efeito nas últimas décadas, veio alterar substancialmente o equilíbrio que existia nas vinhas tradicionais entre a forma de condução e os factores abióticos envolventes, o qual foi sendo alcançado empiricamente ao longo de muitos séculos de experiência. Apesar da grande plasticidade de aclimação das videiras ao meio ambiente, é hoje claro que, quando em situações mais extremas de *stress* hídrico, luminoso e térmico, as novas vinhas têm dificuldades acrescidas para assegurar a maior expansão vegetativa então formada. Tal facto, exige a adopção de medidas que reponham o equilíbrio da vinha com o meio, mas agora à luz da viticultura mecanizável. Essas medidas terão que nascer duma comunhão de esforços muito grande entre todas as instituições que, directa ou indirectamente, têm responsabilidades na Região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERSON, R.C., 1981. Osmoregulation in cotton in response to water stress. II. Leaf carbohydrate status in relation to osmotic adjustment. *Plant Physiol.*, **67**: 489-493.
- AFONSO, J.M., 1996. Influência da intensidade de desfolha na ecofisiologia e produtividade da videira (*Vitis vinifera* L.). Tese de mestrado em Viticultura e Enologia, Universidade do Porto, 131 pp..
- AGUIAR, F.B., 1987. Comportamento à tracção do tractor de rasto nos novos sistemas de cultura da vinha na Região Demarcada do Douro. Tese de doutoramento, UTAD, Vila Real, 133 pp..
- ALIA, SARADHI, P.P. and MOHANTY, P., 1997. Involvement of proline in protecting membranes against free radical-induced photodamage. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, **38**: 253-257.
- ALMEIDA, C.R., 1960. Sistemas racionais de condução e de poda da videira. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, Vol. XXIII: 43-88.
- ALMEIDA, J.N., 1998. As castas do Douro. **In** *Enciclopédia dos vinhos de Portugal: O vinho do Porto e os vinhos do Douro*. pp. 110-133, Chaves Ferreira - Publicações, S.A., Lisboa.
- ALMEIDA, J.N., AGUIAR, F.B. e MAGALHÃES, N., 1982. Mecanização das vinhas de encosta. Contribuição para o estudo da vinha ao alto. Régua, ADVID, 89 pp..
- ALVES, J.P., 1993. Determinação do potencial hídrico em tecidos vegetais pelos métodos colorimétrico e da câmara de pressão. Provas de Aptidão e Capacidade Científica, UTAD, Vila Real, 40 pp..
- AMARAL, D., 1994. *O grande livro do vinho*. Círculo de Leitores (ed.), Lisboa, 415 pp..
- AMOS, A., 1907. The effect of fungicides upon the assimilation of carbon dioxide by green leaves. *Journal of Agricultural Science*, **2**: 257-266.
- ANÓNIMO, 1990. Touriga Nacional. *Boletim da Casa do Douro*, **341**: 27.
- ANÓNIMO, 1993. A descoberta das propriedades antimildio do cobre. *Gazeta das Aldeias*, **98**(3002): 34-35.
- ARAÚJO, J.A., PEIXE, A.V. e FREIRE, J.L., 1995. O cordão bilateral: estudo de adaptação de algumas castas alentejanas a este sistema de condução. Actes Congrès GESCO, Porto (Portugal), 177-187.
- ARCHER, E., 1991/2. Espacement studies with unirrigated, grafted Pinot noir (*Vitis vinifera* L.). *Ann. Univ. Stellenboch*, 1-48.
- ARCHER, E. and STRAUSS, H.C., 1989. The effect of plant spacing on the water status of soil and grapevines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **10**: 49-38.
- ARCHER, E. and 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.*, **11**(2): 76-87.
- ARNON, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxydase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, **24**: 1-15.

-
- AUVRAY, A., BAEZA, P., RUIZ, C. and GONZALEZ-PADIERMA, C.M., 1999. Influence of different canopy architectures on must composition. *Le progrès agricole et viticole*, **116**(11): 253-257.
- AZCÓN-BIETO, J., 1983. Inhibition of photosynthesis by carbohydrates in wheat leaves. *Plant Physiol.*, **73**: 681-686.
- AZEVEDO, J., MONTEIRO, A. et SANTOS, F., 1998. Mécanisation des vignes en pente dans la Région Demarqué du Douro. Actas do "XXIII Congrès Mondial de la vigne et du vin", Lisboa (Portugal), I: 131-135.
- AZEVEDO, J.A., 1991. Contribuição para a motorização da cultura da vinha na Região Demarcada do Douro. Relatório Final de Estágio, UTAD, Vila Real, 40 pp..
- AZEVEDO, M.P., 1954. Fontes de inquinação dos vinhos em cobre. *Boletim da Casa do Douro*, Ano IX, 89: 1243-1245.
- BAEZA, P., 1994. Caracterización ecofisiológica y evaluación agronómica de diferentes sistemas de conducción del viñedo (*Vitis vinifera* L.) en regadío. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 209 pp..
- BALL, M.C., BUTTERWORTH, J.A., RODEN, J.S., CHRISTIAN, R. and EGERTON, J.J., 1994. Applications of chlorophyll fluorescence to forest ecology. *Aust. J. Plant Physiol.*, **22**: 311-19.
- BARTOLOME, M.C., SOTES, V., BAEZA, P., RUIZ, C. y LISSARRAGUE, J.R., 1995. Efectos del deficit hídrico sobre el desarrollo vegetativo y fructífero del cultivar «Tempranillo» de vid (*Vitis vinifera* L.). *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.*, **10**(2): 245-261.
- BARTOLOMÉ, M.C., SOTÉS, V., RUIZ, C., BAEZA, P. and LISSARRAGUE, J.R., 1996. Water management: a method to improve physiological activity in 'Tempranillo' grapevines under field conditions in a semiarid climate. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality, Acta Horticulture*, **427**: 83-92.
- BASU, P.S., SHARMA, A. and SUKUMARAN, N.P., 1998. Changes in net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in potato leaves induced by water stress. *Photosynthetica*, **35**(1): 13-19.
- BATES, L.S., WALDREN, R.P. and TEARE, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, **39**: 205-207.
- BERNARD, A.C. et DALLAS, J.P., 1979. Action du cuivre: effets particuliers sur les grappes de *Vitis vinifera* cv. Grenache. *Connaissance de la vigne et du vin*, **13**(1): 13-20.
- BERRY, J. and BJÖRKMAN, O., 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **31**: 491-543.
- BJÖRKMAN, O. and DEMMIG-ADAMS, B., 1995. Regulation of photosynthetic light energy capture, conversion, and dissipation in leaves of higher plants. In *Ecophysiology of photosynthesis*. E.-D. Schulze and M.M. Caldwell (eds.), pp. 17-47, Springer-Verlag, Berlin.
- BJÖRKMAN, O., BADGER, M.R. and ARMOND, P.A., 1980. Response and adaptation of photosynthesis to high temperatures. In *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.), pp. 233-249, John Wiley & Sons, New York.
- BLANCO, M.J., SÁNCHEZ, M.C., MATEO, F.L. y MELENDREAS, 1993. Estrategias de resistencia y adaptación a la sequía. *Phytoma*, **51**: 555-558.
- BOLAY, A. et CACCIA, R., 1979. Effets des traitements cupriques sur le rougissement précoce du feuillage du cépage Merlot au Tessin. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **11**(5): 205-211.

- BOLHAR-NORDENKAMPH, H.R. and LECHNER, E., 1988. Winter stress and chlorophyll fluorescence in Norway spruce (*Picea abies* L., Karst.). In *Applications of Chlorophyll Fluorescence*. Lichtenthaler, H.K. (ed.), pp. 173-180, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- BOLHAR-NORDENKAMPH, H.R., 1985. Shoot morphology and leaf anatomy in relation to photosynthesis. In *Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis*. Coombs, J., Hall, D.O., Long, S.P. and Scurlock, J.M. (eds.), 2nded., pp. 107-117, Pergamon Press, Oxford, U.K..
- BOSELLI, M., DI VAIO, C. and PICA, B., 1998. Effect of soil moisture and transpiration on mineral content in leaves and berries of Cabernet Sauvignon grapevine. *Journal of Plant Nutrition*, **21**(6): 1163-1178.
- BOTOS-BÁLO, B. VÁRADI, G. PÖLÖS, E. and HAPF, I., 1992. Effect of shading on the photosynthetic apparatus of 'Chardonnay' vine leaves. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 555-558.
- BOUBALS, D., 1977. Obtention de nouveaux porte-greffes favorables à la qualité: considérations générales. *Bulletin de l'OIV*, **555**: 321-330.
- BOUBALS, D., 1984. Le cuivre dans la protection sanitaire de la vigne: evolution et prospective. *Le progrès agricole et viticole*, 101^e année, 7: 182-191.
- BOUBALS, D., 1996. La bouillie bordelaise: historique et évolution de son utilisation. *Le progrès agricole et viticole*, **113**(24): 532-534.
- BOURGUIGNON, C. et GABUCCI, L., 1996. Rôle du sol dans l'expression du terroir. *Revue des Œnologues*, **83**: 37-38.
- BOYER, J.S., 1985. Water transport. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **36**: 473-516.
- BOYER, J.S., WONG, S.C. and FARQUHAR, G.D., 1997. CO₂ and water vapor exchange across leaf cuticle (epidermis) at various water potentials. *Plant Physiol.*, **114**: 185-191.
- BRANAS, J., 1974. *Viticulture*. Ed. Dehan, Montpellier, 990 pp..
- BRAVDO, B., HEPNER, Y., LOINGER, C. and TABACMAN, H., 1985. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.*, **36**: 132-139.
- BRESTIC, M., CORNIC, G., FRYER, M. and BAKER, N.R., 1995. Does photorespiration protect the photosynthetic apparatus in French bean leaves from photoinhibition during drought stress? *Planta*, **196**: 450-457.
- BRITO, C.A., 1997. Estrutura e dinâmica do sector do Vinho do Porto. 2/Cadernos da revista *Douro - Estudos & Documentos*, Instituto do Vinho do Porto (ed.), 85 pp..
- BUGARET, Y., SAURIS, P. et CLERJEAU, M., 1997. La bouillie bordelaise et le mildiou de la vigne. *Le progrès agricole et viticole*, **114** (13-14): 308-314.
- BUTLER, W.L. and KITAJIMA, M., 1975. Fluorescence quenching in photosystem II of chloroplasts. *Biochim. Biophys. Acta*, **376**: 116-125.
- CALÒ, A., GIORGESSI, F., SANSONE, L., TOMASI, D. et ZERBI, G., 1999. Recherches sur le rapport entre le flux de sève, la transpiration et le vigueur dans la vigne selon le mode de conduite. *Vitis*, **38** (1): 7-13.
- CAMPBELL, G.S., 1986. Extinction coefficients for radiation in plant canopies calculated using an ellipsoidal inclination angle distribution. *Agric. Forest Meteorol.*, **36**: 317-321.
- CANDOLFI-VASCONCELOS, M.C., 1990. Compensation and stress recovering related to leaf removal in *Vitis vinifera*. PHD. dissertation. Swiss Fed. Inst. of Technology Zurich, 59 pp..

-
- CANDOLFI-VASCONCELOS, M.C. and KOBLET, W., 1991. Influence of partial defoliation on gas exchange and chlorophyll content of field-grown grapevines: mechanisms and limitations of the compensation capacity. *Vitis*, **30**: 129-141.
- CARBONNEAU, A., 1976a. Mise au point bibliographique sur la photosynthese chez la vigne. *Connaissance de la vigne et du vin*, **10**(3): 249-267.
- CARBONNEAU, A., 1976b. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. *Connaissance de la vigne et du vin*, **10**(2): 141-159.
- CARBONNEAU, A., 1979. Applications de l'étude de la photosynthèse sur différents systèmes de conduite à la sélection de variétés de vigne. *Génétique et Amélioration de la Vigne*, Ed. I.N.R.A., 313-320.
- CARBONNEAU, A., 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Bordeaux II, 235 pp..
- CARBONNEAU, A. 1985. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. *Am. J. Enol. Vitic.*, **36** (3): 195-198.
- CARBONNEAU, A. 1990. Mecanismes generaux de l'influence du système de conduite sur la qualite des vins. Interêt qualitatif et economique des vignes en lyre: premieres indications de leur comportement en situation de vigueur elevee. *Atti Accademia Italiana della vite e del vino*, 325-346.
- CARBONNEAU, A. 1991. Une étape de l'evolution des systèmes de conduite: la lyre simplifiée. *Riv. Vitic. Enol.*, **4**: 247-255.
- CARBONNEAU, A. 1998. Vignobles méditerranéens: des malentendus a rectifier. *Progrès Agricole et Viticole*, **115** (21): 456-458.
- CARBONNEAU, A. CASTERAN, P. et LECLAIR, Ph., 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. *Ann. Amélio. Plantes*, **28**, 195-221.
- CARBONNEAU, A. CASTERAN, P. et LECLAIR, Ph., 1981. Principes de choix de systèmes de conduite pour des vignobles temperes et definitions pratiques utilisables en reglementation. *Connaissance de la vigne et du vin*, **15** (2), 97-124.
- CARBONNEAU, A. et CASTERAN, P., 1989. Ecophysiologie du systeme de conduite. Interêt des vignes en lyre pour la production et la qualité du vin. *GESCO, Compte Rendu*, n°4, INRA, Bordeaux, 80-96.
- CARBONNEAU, A. RIOU, C., GUYON, D., RIOM, J. et SCHNEIDER, C., 1992. Photosynthese: influences climatiques et facteurs d'adaptation. **In** *Agrometeorologie de la vigne en France*. pp. 45-75, Office des publications Officielles des Communautés Européennes, Bruxelles-Luxemburg.
- CARBONNEAU, A. et OLLAT, N., 1993. Étude de la coulure et maîtrise de la production. *Progrès Agricole et Viticole*, **110** (15-16): 331-340.
- CARRANTE, V., 1963. Résistance de la vigne à la sécheresse. *Bulletin de l'O.I.V.*, **384**: 141-168.
- CARTECHINI, A. and PALLIOTTI, A., 1995. Effect of shading on vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines in the field. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(2): 227-234.
- CASTRO, R., 1986. Condução e poda. Cordão simples ascendente e descendente. Elementos de apoio às aulas. Viticultura e Ampelografia. Ed. A.E. Agronomia, ISA, Lisboa, 10 pp..

- CASTRO, R., 1990. Vigne en lyre. Deux ans d'expérience au Portugal. Journée "Vigne en lyre". Palais des Congrès de Bordeaux, 5 pp..
- CASTRO, R., MOTA, T., GARRIDO, J. e LEME, J., 1991. Étude comparative entre plusieurs systèmes de conduite sur deux cépages des "Vinhos Verdes". *Riv. Vitic. Enol.*, 4: 93-100.
- CASTRO, R., LOPES, C., CLÍMACO, P. et CHAVES, M.M., 1993. Résultats écophysologiques de la vigne au Portugal. Aspects hydriques. GESCO, Compte Rendu n° 6, CIVC-Mumm Perrier-Jouet, Reims, 172-177.
- CASTRO, R., CARGNELLO, G., INTRIERI, C. et CARBONNEAU, A., 1995. Une nouvelle méthode de conduite proposée pour expérimentation par la GESCO: la forme LYS. *Le progrès agricole et viticole*, 112(22): 493-497 (Spécial SITEVI).
- CHAMPAGNOL, F., 1978. Aspects physiologiques de la qualité de la vendange. *Le progrès agricole et viticole*, 95(9): 266-275.
- CHAMPAGNOL, F., 1979. La densité de plantation en viticulture. *Le progrès agricole et viticole*, 95(9): 185-195.
- CHAMPAGNOL, F., 1982. Choix de l'orientation des rangs et de la densité de plantation des vignes. *Le progrès agricole et viticole*, 99(23): 564-570.
- CHAMPAGNOL, F., 1984. *Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. auteur, Montpellier, 352 pp..
- CHAMPAGNOL, F., 1992. Conduit des champs d'essais sur vigne. *Le progrès agricole et viticole*, 109(7): 161-163.
- CHAUMONT, M., 1995. Régulations de la photosynthèse chez la vigne (*Vitis vinifera* L.) dans différentes conditions d'environnement. Thèse de Docteur en Sciences, Université de l'Université de Paris XI Orsay.
- CHAUMONT, M., MOROT-GAUDRY, J-F. and FOYER, C.H., 1994. Seasonal and diurnal changes in photosynthesis and carbon partitioning in *Vitis vinifera* leaves in vines with and without fruit. *Journal of Experimental Botany*, 45(278): 1235-1243.
- CHAUMONT, M., MOROT-GAUDRY, J-F. and FOYER, C.H., 1995a. Diurnal fluctuations in photosynthesis and associated metabolism in *Vitis vinifera* leaves. **In** *Photosynthesis: from light to biosphere*. P. Mathis (ed.), Vol. V, 861-864, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- CHAUMONT, M., MOROT-GAUDRY, J-F. and FOYER, C.H., 1995b. Effects of photoinhibitory treatment on CO₂ assimilation, the quantum yield of CO₂ assimilation, D₁ protein, ascorbate, glutathione and xanthophyll contents and the electron transport rate in vine leaves. *Plant, Cell and Environment*, 18: 1358-1366.
- CHAUMONT, M., OSÓRIO, M.L., CHAVES, M.M., VANACKER, H., MOROT-GAUDRY, J.-F. and FOYER, C.H., 1997. The absence of photoinhibition during the mid-morning depression of photosynthesis in *Vitis vinifera* grown in semi-arid and temperate climates. *J. Plant Physiol.*, 150: 743-751.
- CHAVES, M.M., 1981. Photosynthetic characteristics and environmental control in some grapevine cultivars. **In** *Components of productivity of mediterranean-climate regions. Basic and applied aspects*. N.S. Margaris and H.A. Mooney (eds.), pp. 105-113, Dr W. Junk Publishers, The Hague.
- CHAVES, M.M., 1986. Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em *Vitis vinifera* L.. Tese submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, 220 pp..
- CHAVES, M.M., 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Exp. Bot.*, 42 (234): 1-16.

-
- CHAVES, M.M. and RODRIGUES, M.L., 1987a. Photosynthesis and water relations of grapevines growing in Portugal - response to environmental factors. *In Plant response to stress - functional analysis in Mediterranean ecosystems*. J.D. Tenhunen, F.M. Catarino, O.L. Lange and W.C. Oechel (eds.), pp. 279-290, Springer-Verlag, Berlin.
- CHAVES, M.M. and RODRIGUES, M.L., 1987b. Water-stress effects on CO₂ exchange in two grapevine cultivars. *In Progress in Photosynthesis Research*. Biggens, J. (ed.), Vol.IV, pp. 181-184, Martinus Nijhoff Publishers, Netherlands.
- CHAVES, M.M., HARLEY, P.C., TENHUNEN, J.D. and LANGE, O.L., 1987c. Gas exchange studies in two Portuguese grapevine cultivars. *Physiol. Plantarum*, **70**: 639-647.
- CHAVES, M.M. and PEREIRA, J.S., 1992. The combined effects of high temperature with high irradiance and water deficits on photosynthesis. *In NATO/ARW Climate Change: The Biological Implication*. K. Peterson (ed.), Springer-Verlag, Berlin.
- CHAVES, M.M., OSÓRIO, M.L., OSÓRIO, J. and PEREIRA, J.S., 1992. The photosynthetic response of *Lupinus albus* to high temperature is dependent on irradiance and leaf water status. *Photosynthetica*, **27** (4): 521-528.
- CHOW, W.S., 1994. Photoprotection and photoinhibitory damage. *In Molecular processes of photosynthesis*, J. Barber. (ed.), pp. 151-196, JAI Press Inc., Greenwich.
- CLÍMACO, P., 1997. Influência da cultivar e do ambiente na maturação da uva e na produtividade da videira (*Vitis vinifera* L.). Tese submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, 133 pp..
- CLÍMACO, P. e CHAVES, M.M., 1984. Influência da distância ao solo do sistema de condução na produtividade fotossintética e na produção da videira. *Ciência e Téc. Vitiv.*, **3**(1): 5-21.
- CLÍMACO, P. e CHAVES, M.M., 1987. Influence du stress hydrique et de la hauteur de la végétation par rapport au sol sur la production du cv. Vital. *In Physiologie de la vigne*, 462-464, OIV.
- COELHO, A.D., 1987. A calda bordalesa na protecção fitossanitária da videira. *Ao Serviço da Lavoura.*, **187**: 3-4.
- COOMBE, B.G., 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae*, **206**: 23-35.
- CORNIC, G., 1994. Drought stress and high light effects on leaf photosynthesis. *In Photoinhibition of photosynthesis: from molecular mechanisms to the field*. N.R. Baker and Bowyer (eds.), pp. 297-313, Bios Scientific Publishers, Oxford, U.K..
- CORREIA, M.J., CHAVES, M.M. and PEREIRA, J.S., 1990. Afternoon depression in photosynthesis in grapevine leaves - evidence for a high light stress effect. *Journal of Experimental Botany*, **41**(225): 417-426.
- CORREIA, M.J., PEREIRA, J.S., CHAVES, M.M., RODRIGUES, M.L. and PACHECO, C.A., 1995. ABA xylem concentrations determine maximum daily leaf conductance of field-grown *Vitis vinifera* L. plants. *Plant, Cell and Environment*, **18**: 511-521.
- COSTES, C., 1965. Recherches sur la biosynthèse et le métabolisme des caroténoïdes dans les feuilles. Thèse Doct. Etat. Sc. Nat. Paris - Orsay, INRA Ed.
- COUTINHO, M.P., 1946. Acidentes de vegetação. *Boletim da Casa do Douro*, Ano I (9): 1-3.
- COUTINHO, M.P., 1974. Doenças fisiológicas. *Ao Serviço da Lavoura*, 128: 3-4.
- COWAN, I.R., 1977. Stomatal behaviour and environment. *Advances in Botanical Research*, **4**: 117-228.

- D'AMBROSIO, SZABO, K. and LICHTENTHALER, H.K., 1992. Increase chlorophyll fluorescence ratio F690/F735 during the autumnal chlorophyll breakdown. *Radiat. Environ. Biophys.*, **31**: 51-62.
- DAUDET, F.A., 1987. Un système simple pour la mesure *in situ* des échanges gazeux de couverts végétaux de quelques mètres carrés de surface foliaire. *Agronomie*, **7**: 133-139.
- DAVID, M.M., COELHO, D., BARROTE, I. and CORREIA, M.J., 1998. Leaf age on photosynthetic activity and sugar accumulation in droughted and rewatered *Lupinus albus* plants. *Aust. J. Plant Physiol.*, **25**: 299-306.
- DELAS, J., 1989. La fertilisation des vignobles de qualité. *Conn. Vigne Vin*, n° H.S., 33-36.
- DELAS, J., 1997. L'excès de vigueur, problème majeur des vignobles d'aujourd'hui. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, n° H.S., 25-27.
- DELAUNEY, A.J. and VERMA, D.P., 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *The Plant Journal*, **4**(2): 215-223.
- DELGADO, E., VADELL, J., AGUILÓ, F., ESCALONA, J.M. and MEDRANO, H., 1995. Irrigation and grapevine photosynthesis. **In** *Photosynthesis: from light to biosphere*. P. Mathis (ed.), Vol. IV, 693-696, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- DEMMIG, B. and BJÖRKMAN, O., 1987. Comparison of the effect of excessive light on chlorophyll fluorescence (77K) and photon yield of O₂ evolution in leaves of higher plants. *Planta*, **171**: 171-184.
- DEMMIG-ADAMS, B., 1990. Carotenoids and photoprotection in plants: a role for the xanthophyll zeaxanthin. *Biochimica et Biophysica Acta*, **1020**: 1-24.
- DEMMIG-ADAMS, B. and ADAMS, W.W.III, 1992. Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **43**: 599-626.
- DEMMIG-ADAMS, B., ADAMS, W.W.III, BARKER, D.H., LOGAN, B.A., BOWLING, D.R. and VERHOEVEN, A.S., 1996. Using chlorophyll fluorescence to assess the fraction of absorbed light allocated to thermal dissipation of excess excitation. *Physiologia Plantarum*, **98**: 253-264.
- DESCOTES, A., MONCOMBLE, D., PERRAUD, A. et BOCQUET, F., 1995. Comparaison plurilocale de différentes techniques d'entretien du sol dans le vignoble Champenois. Seizième Conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Reims (France), Tome 3: 1161-1169.
- DIJKSTRA, P., 1989. Cause and effect of differences in specific leaf area. **In** *Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants*. H. Lambers, et al. (eds.), pp. 125-140, Academic Publishing, the Hague, Netherlands.
- DIXON, H.H., 1914. Transpiration and the ascent of sap in plants. Macmillan, London (citado por Turner, 1988).
- DOKOOZLIAN, N.K. and KLIEWER, W.M., 1995a. The light environment within grapevine canopies. I. Description and seasonal changes during fruit development. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(2): 209-218.
- DOKOOZLIAN, N.K. and KLIEWER, W.M., 1995b. The light environment within grapevine canopies. II. Influence of leaf area density on fruit zone light environment and some canopy assessment parameters. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(2): 219-226.
- DOWNTON, W.J., 1977. Influence of rootstocks on the accumulation of chloride, sodium and potassium in grapevine. *Aust. J. of Agric. Res.*, **28**: 879-89.
- DOWNTON, W.J., 1983. Osmotic adjustment during water stress protects the photosynthetic apparatus against photoinhibition. *Plant Science Letters*, **30**: 137-143.

-
- DOWNTON, W.J., GRANT, W.J., and LOVEYS, B.R., 1987. Diurnal changes in the photosynthesis of field-grown grapevines. *New Phytol.*, **105**: 71-80.
- DOWNTON, W.J., LOVEYS, B.R. and GRANT, W.J., 1988. Non-uniform stomatal closure induced by water stress causes putative non-stomatal inhibition of photosynthesis. *New Phytol.*, **110**: 503-509.
- DREYER, E., CAMENEN, L., HANOCQ, J.F. et JULIER, B., 1995. Utilisation de la fluorescence de la chlorophylle dans l'analyse *in situ* de la photosynthèse foliaire. INRA, Paris, Vol.1: 217-230.
- DRY, P.R. and LOVEYS, B.R., 1998. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **4**: 140-148.
- DUARTE, M.T. e DIAS, J.E., 1989. Catálogo de porta-enxertos mais utilizados em Portugal. Centro Nacional de Protecção da Produção Agrícola e Estação Vitivinícola Nacional.
- DÜRING, H., 1980. Stomata frequency of leaves of *Vitis* species and cultivars. *Vitis*, **19**: 91-98.
- DÜRING, H., 1984. Evidence for osmotic adjustment to drought in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, **23**: 1-10.
- DÜRING, H., 1987. Stomatal responses to alterations of soil and air humidity in grapevines. *Vitis*, **26**: 9-18.
- DÜRING, H., 1988. CO₂ assimilation and photorespiration of grapevine leaves: responses to light and drought. *Vitis*, **27**: 199-208.
- DÜRING, H., 1991. Stomatal adaptation of grapevines leaves to water stress. In: *Proceedings of the 5th International Symposium on grape breeding*, 1989, St. Martin/Pfatz, Germany. *Vitis Special Issue*, 1991, 366-370.
- DÜRING, H., 1992. Low air humidity causes non-uniform stomatal closure in heterobaric leaves of *Vitis* species. *Vitis*, **31**: 1-7.
- DÜRING, H., 1994. Photosynthesis of ungrafted and grafted grapevines: effects of rootstock genotype and plant age. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(3): 297-299.
- DÜRING, H., 1998. Photochemical and non-photochemical responses of glasshouse-grown grape to combined light and water stress. *Vitis*, **37**(1): 1-4.
- DÜRING, H., 1999. Photoprotection in leaves of grapevines: responses of the xanthophyll cycle to alterations of light intensity. *Vitis*, **38**(1): 21-24.
- DÜRING, H. AND BROQUEDIS, M., 1980. Effects of abscisic acid and benziladenine on irrigated and non-irrigated grapevines. *Scientia Horticulturae*, **13**: 253-260.
- DÜRING, H. and LOVEYS, B.R., 1982. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field grown *Vitis vinifera* cvs. I. Leaf water potential components and leaf conductance under humid and semiarid conditions. *Vitis*, **21**: 223-232.
- DÜRING, H. and DRY, P.R., 1995. Osmoregulation in water stressed roots: responses of leaf conductance and photosynthesis. *Vitis*, **34** (1): 15-17.
- DÜRING, H., and LOVEYS, B.R., 1996. Stomatal patchiness of field-grown Sultana leaves: diurnal changes and light effects. *Vitis*, **35** (1): 7-10.
- DÜRING, H., LOVEYS, B.R. and DRY, P.R., 1996. Root signals affect water use efficiency and shoot growth. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality, Acta Horticulture*, **427**: 1-13.
- EHLERINGER, J., 1980. Leaf morphology and reflectance in relation to water and temperature stress. In *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.), pp. 295-308, Willey & Sons, Inc., New York.

- EPRON, D., 1997. The temperature dependence of photoinhibition in leaves of *Phaseolus vulgaris* L.. Influence of CO₂ and O₂ concentrations. *Plant Science*, **124**: 1-8.
- ERDEI, L., SZÓKE, L., MIKLÓS, E. and KOZMA, P., 1992. Calcium accumulation for rootstock and scion cultivars. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 265-268.
- ESCALONA, J.M., FLEXAS, J. and MEDRANO, H., 1999. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines. *Aust. J. Plant Physiol.*, **26**: 12 pp..
- EZZAHOUANI, A. and WILLIAMS, L.E., 1995. The influence of rootstock on leaf water potential, yield, and berry composition of Ruby Seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(4): 559-562.
- FANIZZA, G., RICCIARDI, L. and BAGNULO, C., 1989. Response of selected table grape cultivars to canopy temperature under water stress and non-stress conditions. *Adv. Hor. Sci.*, **3**: 102-105.
- FARQUHAR, G.D. and SHARKEY, T.D., 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **33**: 317-345.
- FELIX, R. et GUERRA, J., 1998. Influence du système d'installation sur le comportement des cépages Touriga Nacional et Tinta Barroca dans les écosystèmes du Douro. Actas do "XXIII Congrès Mondial de la vigne et du vin", Lisboa (Portugal), 1: 116-120.
- FÉLIX, R.B., 1989. Região do Douro: a viticultura e a defesa do ambiente. *Boletim da Casa do Douro*, Stembro, 25-26.
- FERRINI, F., MATTHI, G.B. and NICESE, F.P., 1995. Effect of temperature on key physiological responses of grapevines leaf. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(3): 375-379.
- FLECK, I., HOGAN, K.P., LLORENS, L., ABADÍA, A. and ARANDA, X., 1998. Photosynthesis and photoprotection in *Quercus ilex* resprouts after fire. *Tree Physiology*, **18**: 607-614.
- FLEXAS, J., ESCALONA, J.M. and MEDRANO, H., 1998. Down-regulation of photosynthesis by drought under field conditions in grapevine leaves. *Aust. J. Plant Physiol.*, **25**: 893-900.
- FONSECA, A.M., 1952. O método de pontuação. Algumas considerações sobre a sua distribuição. *Separata do Boletim da Casa do Douro*, Régua.
- FOYER, C., NOCTOR, G. et MOROT-GAUDRY, J.F., 1997. L'oxygene: bienfait ou danger pour les plantes? *Biofutur*, **169**: 27-29.
- FREGONI, M. e BAVARESCO, L., 1984. Il rame nel terreno e nella nutrizione della vite. *Vignevini*, **5**: 37-49.
- GAL, Y., NAOR, A. and BRAVDO, B., 1996. Effect of shoot density, crop level and crop load on fruit and wine quality of 'Sauvignon Blanc' grapes. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality, Acta Horticulture*, **427**: 151-159.
- GALET, P., 1977. *Les maladies et les parasites de la vigne*. Le paysan du Midi, Montpellier, 864 pp..
- GALET, P., 1983. *Précis de Viticulture*. Imprimerie Déhan, 4^e Edition, 584 pp..
- GAMON, J.A. and PEARCY, R.W., 1989. Leaf movement, stress avoidance and photosynthesis in *Vitis californica*. *Oecologia*, **79**: 475-481.
- GARCIA-ESCUADERO, E., ZABALLA, O., ARROYO, M.C. et MEDRANO, H., 1995. Influence de l'irrigation sur la production de matiere seche et sur l'exportation de macro-elements dans cv. Tempranillo. *Actes Congrès GESCO*, Porto (Portugal), 379-383.

- GARRIDO, J.J., 1996. Efeito da carga e do modo de condução na produtividade, vigor e qualidade da casta Pedernã. Tese de mestrado em Viticultura e Enologia, Universidade Técnica de Lisboa e Universidade do Porto, 107 pp..
- GAUDILLERE, J.P., 1974. Amélioration du dosage spectrophotométrique des chlorophylles *a* et *b* et des caroténoïdes totaux dans des extraits foliaires. *Physiol. Vég.*, **12**(4): 585-599.
- GEIGER, D.R. and SERVAITES, J.C., 1991. Carbon allocation and response to stress. **In** *Response of Plants to Multiple Stresses*. Mooney, H.A., Winner, W.E. and Pell, E.J. (eds.), pp. 103-127, Academic Press, London, U.K..
- GOODWIN, P.H., DEVAY, J.E. and MEREDITH, C.P., 1988. Roles of water stress and phytotoxins in the development of Pierce's disease of the grapevine. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, **32**: 1-15.
- GROSS, J., 1991. *Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids*. Van Nostrand Reinhold, New York, 265 pp..
- GULLINO, M.L. et MORANDO, A., 1984. I fungicidi rameici: prodotti classici, utilizzabili con successo in una viticoltura moderna. *Vignevini*, **1,2**: 35-37.
- HARDIE, W.J. and CONSIDINE, J.A., 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Vitic.*, **27**(2): 55-61.
- HATZIDIMITRIOU, E., BOUCHILLOUX, P., DARRIET, PH., BUGARET, Y, CLERJEAU, M., POUPOT, C., MEDINA, B. et DUBOURDIEU, D., 1996. Incidence d'une protection viticole anticryptogamique utilisant une formulation cuprique sur le niveau de maturité des raisins et l'arôme variétal des vins de Sauvignon. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **30**(3): 133-150.
- HAVAUX, M., 1992. Stress tolerance of photosystem II in vivo: antagonistic effects of water, heat and photoinhibition stresses. *Plant Physiol.*, **100**: 424-432.
- HAVAUX, M., 1993a. Characterization of thermal damage to the photosynthetic electron transport system in potato leaves. *Plant Science*, **94**: 19-33.
- HAVAUX, M., 1993b. Rapid photosynthetic adaptation to heat stress triggered in potato leaves by moderately elevated temperatures. *Plant, Cell and Environment*, **16**: 461-467.
- HEILMAN, J.L., MCINNIS, K.J., SAVAGE, M.J., GESCH, R.W. and LASCANO, R.J., 1994. Soil and canopy energy balances in a west Texas vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, **71**: 99-114.
- HORSFALL, J.G. and HARRISON, A.L., 1939. Effect of bordeaux mixture and its various elements on transpiration. *Journal of Agricultural Research*, **58**(6): 423-443.
- HSIAO, T.C., 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **24**: 519-570.
- HSIAO, T.C., ACEVEDO, E., FERERES, E. and HENDERSON, D.W., 1976. Stress metabolism: water stress, growth and osmotic adjustment. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, **273**, 479-500.
- HUGLIN, P. et SCHNEIDER, C., 1998. *Biologie et Écologie de la Vigne*. Technique & Documentation, 2^e édition, Paris, 370 pp..
- HUNTER, J.J., 1998a. Plant spacing implications for grafted grapevine. I. Soil characteristics, root growth, dry matter partitioning, dry matter composition and soil utilisation. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **19**(2): 25-34.
- HUNTER, J.J., 1998b. Plant spacing implications for grafted grapevine. II. Soil water, plant water relations, canopy physiology, vegetative and reproductive characteristics, grape composition, wine quality and labour requirements. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **19**(2): 35-51.

- HUNTER, J.J., SKRIVAN, R. and RUFFNER, H.P., 1994. Diurnal and seasonal physiological changes in leaves *Vitis vinifera* L.: CO₂ assimilation rates, sugar levels and sucrolytic enzyme activity. *Vitis*, **33**: 189-195.
- HUNTER, J.J., RUFFNER, H.P., VOLSCHENK, C.G. and LE ROUX, D.J., 1995a. Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter: effect on root growth, canopy efficiency, grape composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(3): 306-313.
- HUNTER, J.J., RUFFNER, H.P., and VOLSCHENK, C.G., 1995b. Starch concentrations in grapevines leaves, berries and roots and effect of canopy management. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **16**(2): 35-40.
- IACONO, F., BERTAMINI, M., SCIENZA, A. and COOMBE, B., 1995. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries. *Vitis*, **34** (4): 201-206.
- IACONO, F. and SOMMER, K.J., 1996. Photoinhibition of photosynthesis and photorespiration in *Vitis vinifera* under field conditions: effects of light climate and leaf position. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **2**: 10-20.
- IACONO, F., BUCCELA, A. and PETERLUNGER, E., 1998. Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines. *Scientia Horticulturae*, **75**: 27-39.
- IDSO, S.B., 1982. Non-water-stressed baselines: a key to misuring and interpreting plant water stress. *Agricultural meteorology*, **27**: 59-70.
- INTRIERI, C., PONI, S., REBUCCI, B. and MAGNANINI, E., 1998. Row orientation effects on whole-canopy gas exchange of potted and field-grown grapevines. *Vitis*, **37**(4): 147-154.
- IVP, 1997. Viticultura [on line], 24 parágrafos.
Acesso: <http://www.ivp.imediata.pt/html/viti.htm>.
- JACKSON, R.S., 1994. *Wine science: principles and applications*. Academic Press, London.
- JOHNSON-FLANAGAN, A.M. and SINGH, J., 1986. Membrane deletion during plasmolysis in hardened and non-hardened plant cells. *Plant, Cell and Environment*, **9**: 299-305.
- JOLY, R.J. and ZAERR, J.B., 1987. Alteration of cell-wall water content and elasticity in Douglas-fir during periods of water deficit. *Plant Physiology*, **83**: 418-22.
- JONES, H.G., 1992. *Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology*. 2nd Ed., Cambridge University Press, 375 pp..
- JONES, J.W. and ZUR, B., 1984. Simulation of possible adaptive mechanisms in crop subjected to water stress. *Irrigation Science*, **5**: 251-264.
- JONES, M.G., OUTLAW, W.H. and LOWRY, O.H., 1977. Enzymic assay of 10⁻⁷ to 10⁻¹⁴ moles of sucrose in plant tissues. *Plant Physiol.*, **60**: 379-383.
- JONES, M.M. and TURNER, N.C., 1980. Osmotic adjustment in expanding and fully expanded leaves of sunflower in response to water deficits. *Aust. J. Plant Physiol.*, **7**: 181.
- KAISER, W.M., 1987. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. *Physiologia plantarum*, **71**: 142-149.
- KARABOURNIOTIS, G., BORNMAN, J.F. and LIAKOURA, V., 1999. Different leaf surface characteristics of three grape cultivars affect leaf optical properties as measured with fibre optics: possible implication in stress tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.*, **26**: 47-53.
- KATERJI, N. et HALLAIRE, M., 1984. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. *Agronomie*, **4**(10): 999-1008.

-
- KATERJI, N., DAUDET, F.A., CARBONNEAU, A. et OLLAT, N., 1994. Etude à l'échelle de la plante entière du fonctionnement hydrique et photosynthétique de la vigne: comparaison des systèmes de conduite traditionnel et en Lyre. *Vitis*, **33**: 197-203.
- KAUTSKY, H. & FRANK, U., 1943. Chlorophyllfluoreszenz und Kohlensäureassimilation. *Biochem. Z.*, 315: 139-232.
- KEMBLE, A.R. and MACPHERSON, H.T. 1954. Liberation of amino acids in perennial rye grass during wilting. *Biochem. J.*, **58**: 46-59 (citado por DELAUNEY and VERMA, 1993).
- KHANNA-CHOPRA, R. and SINHA, S.K., 1991. Genetic aspects of water relations and drought resistance in crops. **In** *Biochemical aspects of crop improvement*. K.R. Khanna (ed.), pp. 153-175, CRC Press, Boston, USA.
- KLIEWER, W.M. and LÍDER, L.A., 1970. Influence of cluster exposure to the sun on the composition on Thompson seedless fruit. *Am. J. Enol. Vitic.*, **19**: 175-184.
- KLIEWER, W.M., FREEMAN, B.M. and HOSSOM, C., 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. I. Degree of water stress and effect on growth and yield. *Am. J. Enol. Vitic.*, **34**(3): 186-196.
- KLIEWER, W.M., BOWEN, P. and BENZ, M., 1989. Influence of shoot orientation on growth and yield development in Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.*, **40**(4): 259-264.
- KOIDE, R.T., ROBICHAUX, R.H., MORSE, S.R. and SMITH, C.M., 1989. Plant water status, hydraulic resistance and capacitance. **In** *Plant Physiological Ecology - Field Methods and Instrumentation*. Pearcy, R.W., Ehleringer, J., Mooney, H.A. and Rundel, P.W. (eds.), pp. 161-183, Chapman & Hall, London, U.K..
- KOZLOWSKI, T.T., KRAMER, P.J. and PALLARDY, S.G., 1991. *The Physiological ecology of woody plants*. Academic Press, USA, 611 pp..
- KRAMER, P.J. e KOZLOWSKI, T.T., 1972. *Fisiologia das árvores*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 745 pp..
- KRAMER, P.J., 1980. Drought, stress, and the origin of adaptations. **In** *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.), pp. 7-20, John Wiley & Sons, New York.
- KRAMER, P.J., 1983. *Water relations of plants*. Academic Press, Inc., California, 489 pp..
- KRAUSCHE, K.K. and GILBERT, B.E., 1937. Increase of transpiration rates of tomato leaves due to copper sprays. *Plant Physiology*, **12**: 633-660.
- KRAUSE, G.H., 1988. Photoinhibition of photosynthesis. An evaluation of damaging and protective mechanisms. *Physiologia plantarum.*, **74**: 566-574.
- KRAUSE, G.H., 1994. Photoinhibition induced by low temperatures. **In** *Photoinhibition of photosynthesis. From molecular mechanisms to the field*. N.R. Baker and J.R. Bowyer (eds.) pp. 331-348, BIOS Scientific Publishers, Oxford.
- KRAUSE, G.H. and WEIS, E., 1988. The photosynthetic apparatus and chlorophyll fluorescence: an introduction **In** *Applications of chlorophyll fluorescence*. Lichtenthaler, H.K. (ed.), pp. 3-11, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- KRAUSE, G.H. and WEIS, E., 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basis. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **42**: 313-49.
- KRIEDMANN, P.E. and LOVEYS, B.R., 1974. Hormonal influences on stomatal physiology and photosynthesis. **In** *Environmental and Biological Control of Photosynthesis*. Ed. R. Marcelle., pp. 227-236 (Dr Junk: The Hague).
- KRIEDMANN, P.E. and SMART, R.E., 1971. Effects of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. *Photosynthetica*, **5**: 6-15.

- LAFON, J., COUILLAUD P., GAY-BELLILE F. et COMPAIN-METEREAU, R., 1966. Mode de conduite. Etablissement du tronc à différentes hauteurs au dessus du sol. *Le progrès agricole et viticole*, 83e année, **24**: 337-341.
- LAFON, J., COUILLAUD, P. et HUDE, R., 1966. Maladies et parasites de la vigne, tome I, 3e édit., J.B. Baillière et fils (édit), Paris, 324 pp..
- LAFON, R. and CLERJEAU, M., 1988. Downy mildew. **In** *Compendium of grape diseases*. Pearson, R.C. & Goheen, A.C. (eds.), pp. 11-13, APS Press, USA.
- LARCHER, W., 1977. *Ecofisiología Vegetal*. Ediciones Omega, Barcelona, 305 pp..
- LARCHER, W., 1995. Photosynthesis as a tool for indicating temperature stress events. **In** *Ecophysiology of photosynthesis*. E.-D. Schulze and M.M. Caldwell (eds.), pp. 260-277, Springer-Verlag, Berlin.
- LEME, P. e FÉLIX, R., 1990. Influência da profundidade de surribo no desenvolvimento radicular e na produção de uva em patamares do Douro Superior. Distribuição radicular na vinha ao alto. Centro de Estudos Vitivinícolas do Douro/ Direção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes, Régua.
- LICHTENTHALER, H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzimology*, **148**: 350-382.
- LICHTENTHALER, H.K., 1988. *In vivo* chlorophyll fluorescence as a tool for stress detection in plants. **In** *Applications of Chlorophyll Fluorescence*. Lichtenthaler, H.K. (ed.), pp. 129-142, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- LISSARRAGUE, J.R., BAEZA, P., BARTOLOME, C. et RUIZ, C., 1991. Le potentiel hydrique dans des différents systèmes de conduite. *Riv. Vitic. Enol.*, **4**: 143-147.
- LITTLE, T.M. and HILLS, F.J., 1976. *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. Ed. Trillas S.A., 2ª ed., México, 270 pp..
- LIU, W.T., POOL, R., WENKERT, W. and KRIEDEMANN, P.E., 1978. Changes in photosynthesis, stomatal resistance and abscisic acid of *Vitis labruscana* through drought and irrigation cycles. *Am. J. Enol. Vitic.*, **29**(4): 239-246.
- LONG, S.P. and HÄLLGREN, J-E., 1985. Measurement of CO₂ assimilation by plants in the field and the laboratory. **In** *Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis*. Coombs, J., Hall, D.O., Long, S.P. and Scurlock, J.M. (eds.), 2nded., pp. 62-94, Pergamon Press, Oxford, U.K..
- LONG, S.P., HUMPHRIES, S. and FALKOWSKI, P.G., 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, **45**: 633-662.
- LOPES, C.M., 1994. Influência do sistema de condução no microclima do coberto, vigor e produtividade da Videira (*Vitis vinifera* L.). Tese submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, 205 pp..
- LOPES, C. et CASTRO, R., 1992. Influence du stress hydrique sur l'évolution de la maturation du raisin cv. 'Fernão Pires'. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 319-322.
- LÖSCH, R. and SCHULZE, E.-D., 1995. Internal coordination of plant responses to drought and evaporational demand. **In** *Ecophysiology of photosynthesis*. E.-D. Schulze and M.M. Caldwell (eds.), pp. 185-204, Springer-Verlag, Berlin.
- LOVELOCK, C.E. and CLOUGH, B.F., 1992. Influence of solar radiation and leaf angle on leaf xanthophyll concentrations in mangroves. *Oecologia*, **91**: 518-525.
- LOVEYS, B.R., 1984. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field growth *Vitis vinifera* cultivars. III. The influence of xylem-derived abscisic acid on leaf gas exchange. *New Phytol.*, **98**: 575-82.

-
- LOVISOLO, C. and SCHUBERT, A., 1998. Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L.. *Journal of Experimental Botany*, **49**(321): 693-700.
- LUDLOW, M.M. and BJÖRKMAN, O., 1984. Paraheliotropic leaf movement in Siratro as a protective mechanism against drought damage by excessive light and heat. *Planta*, **161**: 505-518.
- MABROUK, H. et CARBONNEAU, A., 1996. Une méthode simple de détermination de la surface foliaire de la vigne (*Vitis vinifera* L.). *Progrès Agricole et Viticole*, **113**(18): 392-398.
- MABROUK, H., CARBONNEAU, A. et SINOQUET, H., 1997a. Canopy structure and radiation regime in grapevine. I. Spatial and angular distribution of leaf area in two canopy systems. *Vitis*, **36**(3): 119-123.
- MABROUK, H., SINOQUET, H. et CARBONNEAU, A., 1997b. Canopy structure and radiation regime in grapevine. II. Modeling radiation interception and distribution inside the canopy. *Vitis*, **36**(3): 125-132.
- MACKINNEY, G., 1941. Absorption of light by chlorophyll solutions. *J. Biol. Chem.*, **140**: 315-322.
- MAGALHÃES, N.P., 1989. *Aspectos do vingamento em Vitis vinifera L. var. Touriga Nacional*. Tese de doutoramento, UTAD, Vila Real, 167 pp..
- MAGALHÃES, N.P., 1998a. A região. In *Enciclopédia dos vinhos de Portugal: O vinho do Porto e os vinhos do Douro*. pp. 12-35, Chaves Ferreira - Publicações, S.A., Lisboa.
- MAGALHÃES, N.P., 1998b. A cultura da vinha na Região do Douro. In *Enciclopédia dos vinhos de Portugal: O vinho do Porto e os vinhos do Douro*. pp. 80-107, Chaves Ferreira - Publicações, S.A., Lisboa.
- MALHEIRO, P., AFONSO, J., PEREIRA, O.M. e TRIGO, C., 1997. Influência da intensidade da despona na estrutura do coberto, rendimento e qualidade na casta Loureiro. *Actas de Horticultura do II Congresso Iberoamericano e III Congresso Ibérico de Ciências Horticolas*, Vilamoura (Portugal), **18**: 314-319.
- MANJUNDAR, S., GHOSH, S., GLICK, B.R. and DUMBROFF, E.B., 1991. Activities of chlorophyllase, phosphoenolpyruvate carboxylase and ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase in the primary leaves of soybean during senescence and drought. *Physiologia plantarum*, **81**: 473-480.
- MARTINS, A., 1985. Caracterização sumária dos solos de Trás-os-Montes e Alto Douro e sua ocupação. UTAD, Vila Real, 30 pp..
- MATTHEWS, M.A., ANDERSON, M.M. and SCHULTZ, H.R., 1987. Phenologic and growth responses to early and late season water deficits in Cabernet franc. *Vitis*, **26**: 147-160.
- MATTHEWS, M.A. and ANDERSON, M.M., 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to seasonal water deficits. *Am. J. Enol. Vitic.*, **39**(4): 313-320.
- MELO, A.C. e FARIA, A.L., 1998. A gestão interprofissional na Região Demarcada do Douro. Actas do "XXIII Congrès Mondial de la vigne et du vin", Lisboa (Portugal), III: 117-121.
- MERONI, E., TORRES, P., VIDAL, G. et VERGNET, C., 1996. Effet secondaire de la bouillie bordelaise sur la pourriture acide des raisins. *Phytoma*, **488**: 29-32.
- MEYER, B.S., ANDERSON, D.B., BÖHNING, R.H. e FRATIANNE, D.G., 1983. *Introdução à Fisiologia Vegetal*. 2ª Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 710 pp..

- MILLARDET, P.M.A., 1885. Traitement du mildiou et du rot. *Journ. d'Agr. Pratique*, **2**: 513-516.
- MOLINA, R.T., TELLEZ, T.R. y ALCARAZ, J.D., 1992. Aportación a la bioclimatología de Portugal. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, **49**(2): 245-264.
- MOREIRA, I., 1980. *Epiderme dos órgãos aéreos das plantas. Membrana cuticular*. Centro de Botânica Aplicada à Agricultura da Universidade Técnica de Lisboa, 37 pp..
- MOREIRA, T.J.S., 1981. Os estomas e a produtividade fotossintética da água: estudos dedutivos e experimentais. Tese submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Doutor.
- MORGAN, J.M., 1980. Differences in adaptation to water stress within crop species. **In** *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.), pp. 369-382, John Wiley & Sons, New York.
- MORGAN, J.M., 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. of Plant Physiol.*, **35**: 299-319.
- MOROT-GAUDRY, J-F., 1997. Le double jeu de Rubisco. *Biofutur*, **166**: 28-30.
- MOULIS, I., 1992. Étude de la concurrence herbe-vigne. Conséquences écophysologiques sur la vigne de l'enherbement de vignoble en région méditerranéenne. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 93-97.
- MURISIER, F., 1989. Echaudage des raisins en Valais. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **21**(5): 293-295.
- MURISIER, F., 1993. Influence de l'orientation des ranges sur le comportement de la vigne. Comparision plan vertical simple et lyre. *GESCO, Compte Rendu*, n°6: 80-96.
- MURISIER, F., 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse de Docteur-Ingénieur, Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, 132 pp..
- MYBURGH, P.A., VAN ZYL, J.L. and CONRADIE, W.J., 1996. Effect of soil depth on growth and water consumption of young *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **17**(2): 53-62.
- NAGARAJAH, S., 1989. Physiological responses of grapevines to water stress. *Acta Horticulturae*, **240**: 249-256.
- NAOR, A., 1998. Relations between leaf and stem water potentials and stomatal conductance in three field-grown woody species. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, **73**(4): 431-436.
- NAOR, A. and WAMPLE, R.L., 1994. Gas exchange and water relations of field-grown Concord (*Vitis labruscana* Bailey) grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(3): 333-337.
- NAOR, A., BRAVDO, B. and GELOBTER, J., 1994. Gas exchange and water relations in field-grown Sauvignon blanc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(4): 423-428.
- NIKOLAOU, N., KARAGIANNIDIS, N. et MATTAHAIU, A., 1994. Alimentation minérale de la vigne en présence de mycorhizes dans des conditions climatiques de sécheresse. *Bulletin de l'O.I.V.*, **763-764**: 743-752.
- NIKOV, M., 1979. La produttività delle foglie di vite in relazione ai fattori climatici, sistemi di impianto ed allevamento. *Ricerca e Tecnica Viticola ed Enologica*, **3**: 11-26.
- NORTHCOTE, K.H., 1988. Soils and Australian viticulture. **In** *Viticulture*. B.G. Coombe & P.R. Dry (eds.), Vol. 1, pp. 61-90, Winetitles, Australia.

-
- NOVELLO, V., BICA, D. and PYSQYLI, G., 1992a. Photosynthesis of grapevine cv. Erbaluce on four trellis systems. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 575-580.
- NOVELLO, V., SCHUBERT, A., ANTONIETTO, M. and BOSCHI, A., 1992b. Water relations of grapevine cv. Cortese with different training systems. *Vitis*, **31**: 65-75.
- NOVOA, D. et MERONI, E., 1997. Le Cuivre et la raison (Suite et fin). *Progrès Agricole et Viticole*, **114** (1): 8-11.
- ÖGREN, E., 1988. Photoinhibition of photosynthesis in willow leaves under field conditions. *Planta*, **175**: 229-236.
- ÖGREN, E., 1990. Evaluation of chlorophyll fluorescence as a probe for drought stress in willow leaves. *Plant Physiol.*, **93**: 1280-1285.
- ÖGREN, E. and ÖQUIST, G., 1988. Screening for photoinhibition of photosynthesis in the field using a portable fluorimeter. *In Applications of Chlorophyll Fluorescence*. H.K. Lichtenthaler (ed.), pp. 165-172, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- OIV, 1990. Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Ed. Officielle, Paris.
- OLIVEIRA, A.A., 1996. Influência da estrutura da vegetação, rega e despona na produtividade e qualidade em *Vitis vinifera* L. var. Touriga Nacional na Região Demarcada do Douro. Tese de Mestrado, UTAD, 150 pp..
- OLIVEIRA, M.T., 1987. Economia da água na vinha: caso da vinha do Douro – Cima Corgo. Tese de doutoramento, UTAD, Vila Real, 147 pp..
- OLIVEIRA, M.T., 1993. Plant water stress under low rainfall, high temperature summer conditions in Portugal. *In* NATO/ASI Series, *Interacting Stresses on Plants in a Changing Climate*. M.B. Jackson and Black, C.R. (eds.), Vol. I-16: 497-509, Springer-Verlag, Berlin.
- OLIVEIRA, M.T., 1995. Efeitos da disponibilidade de água no solo nas produções da casta Touriga Francesa na Região Demarcada do Douro (Cima Corgo). *Ciência e Téc. Vitiv.*, **12** (2): 59-71.
- OLIVEIRA, M.T. and SANTOS, M., 1995. A semi-empirical method to estimate canopy leaf area of vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**(3): 389-391.
- OLLAT, N., 1989. Synthèse des resultats d'ecophysiologie lies a la conduite du vignoble. *GESCO, Compte Rendu*, n°4, INRA, Bordeaux, 66-79.
- OLLAT, N. et CARBONNEAU, A., 1992. Influence du système de conduite sur la régulation du régime hydrique et de la photosynthèse. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 597-600.
- OLLAT, N. et TANDONNET, J.P., 1998. Effects of two levels of water supply on the photosynthesis and the transpiration of a whole grapevine (*Vitis vinifera*, cv. Cabernet Sauvignon). *Proceedings of the Workshop on «Grapevines water relations»*, Stuttgart (under press in *Acta Horticulturae*).
- ÖQUIST, G. and WASS, R., 1988. A portable, microprocessor operated instrument for measuring chlorophyll fluorescence kinetics in stress physiology. *Physiologia Plantarum*, **73**: 211-217.
- ÖQUIST, G., ANDERSON, J.M., MCCAFFERY, S. and CHOW, W.S., 1992a. Mechanistic differences in photoinhibition of sun and shade plants. *Planta*, **188**: 422-431.
- ÖQUIST, G., CHOW, W.S. and ANDERSON, J.M., 1992b. Photoinhibition of photosynthesis represents a mechanism for the long-term regulation of photosystem II. *Planta*, **186**: 450-460.

- OSÓRIO, M.L., 1994. Fotossíntese e aclimação a temperaturas elevadas em *Lupinus albus* L. e *Vitis vinifera* L. Tese submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Doutor, 211 pp..
- OSÓRIO, M.L., OSÓRIO, J., PEREIRA, J.S. and CHAVES, M.M., 1995. Responses of photosynthesis to water stress under field conditions in grapevines are dependent on irradiance and temperature. **In** *Photosynthesis: from light to biosphere*. P. Mathis (ed.), Vol. IV, 669-672, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- PATAKAS, A., 1993. Diurnal changes in gas exchange and water relations in field grown grape vines. *Acta-Horticulturae*, **335**: 251-256.
- PATAKAS, A. and NOITSAKIS, B., 1997. Cell wall elasticity as a mechanism to maintain favorable water relations during leaf ontogeny in grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **48**(3): 352-356.
- PATAKAS, A., NOITSAKIS, B. and STAVRAKAS, D., 1997a. Adaptation of leaves of *Vitis vinifera* L. to seasonal drought as affected by leaf age. *Vitis*, **36**(1): 11-14.
- PATAKAS, A., NOITSAKIS, B. and STAVRAKAS, D., 1997b. Water relations parameters in *Vitis vinifera* L. in drought period. Effects of leaf age. *Agronomie*, **17**: 129-138.
- PATAKAS, A. and NOITSAKIS, B., 1999. Mechanisms involved in diurnal changes of osmotic potential in grapevines under drought conditions. *J. Plant Physiol.*, **154**: 767-774.
- PAYAN, J.-J., 1997. Les travaux en vert: incidence sur la conduite de la vigne et sur la qualité de la récolte. *EUROVITI - 11^e Colloque Viticole et Œnologique*, Montpellier, 39-44.
- PEREIRA, G.M., 1991. *O Douro e o vinho do Porto - de Pombal a João Franco*. Edições Afrontamento, Porto, 174 pp..
- PEREIRA, G.M., 1998. Um vinhedo milenar, um vinho universal. **In** *Enciclopédia dos vinhos de Portugal: O vinho do Porto e os vinhos do Douro*. pp. 38-77, Chaves Ferreira - Publicações, S.A., Lisboa.
- PEREIRA, J.M., OLIVEIRA, A.A., MAGALHÃES, N. e TORRES-PEREIRA, J.M., 1995. Influência da altura da parede de vegetação e da rega no comportamento fisiológico e vitícola da *Vitis vinifera* L. (cv. Touriga Nacional), em regiões de elevado défice hídrico estival. *Actes Congrès GESCO* (Groupe Européen d'Etudes sur les Systèmes de Conduite), Porto (Portugal), 72-79.
- PEREIRA, J.M. e TORRES-PEREIRA, J.M., 2000. Dados Meteorológicos da Quinta do Seixo (Tabuaço) desde Maio de 1995 a Dezembro de 1999. *Série Técnica-Científica - Ciências Aplicadas*, Vila Real, UTAD, 52 pp.
- PEREIRA, J.S., 1995. Gas exchange and growth. **In** *Ecophysiology of photosynthesis*. E.-D. Schulze and M.M. Caldwell (eds.), pp. 147-181, Springer-Verlag, Berlin.
- PLANAS, R., 1997. Incidence de la densité de plantation - Application au vignoble audois. *EUROVITI - 11^e Colloque Viticole et Œnologique*, Montpellier, 21-25.
- PONI, S., INTRIERI, C. and SILVESTRONI, O., 1994. Interactions of leaf age, fruiting and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. II. Chlorophyll and nitrogen content. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(3): 278-284.
- POSSIGHAM, J.V., 1992. Factors affecting growth, flowering and fruit ripening in *Vitis vinifera*. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 13-18.
- POUGET, R., 1977. Obtention de nouveaux portes-greffes favorables à la qualité: la résistance à la chlorose et la maîtrise de la vigueur. *Bulletin de l'OIV*, **681-682**: 919-928.

-
- POUGET, R., 1984. I portinnesti della vite in Francia: stato delle ricerche e prospettive. *Rivista de Viticoltura e Enologia*, 7-8: 342-355.
- POUGET, R., 1987. Le porte-greffe: um facteur efficace pour maîtriser la vigueur de la vigne et la qualité du vin. *Bulletin de l'OIV*, 556: 387-397.
- POUGET, R. et DELAS, J., 1989. Le choix des porte-greffes de la vigne pour une production de qualité. *Connaissance Vigne Vin*, n° H.S: 27-31.
- POWLES, S.B., 1984. Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. *Ann. Rev. of Plant Physiol.*, 35: 15-44.
- PRESCOTT, J.A., 1965. The climatology of the vine (*Vitis vinifera* L.). The cool limit of cultivation. *Trans. Roy. Soc. S. Aust.*, 89: 5-23.
- QUEIROZ, J.B., 1996. Intervenções em verde e sua influência no rendimento e na qualidade. Touriga Nacional - Douro. Tese de mestrado em Viticultura e Enologia, Universidade do Porto, 95 pp..
- QUEIROZ, J.B., MAGALHÃES, A., GUIMARAENS, D., REGO, F. and CASTRO, R., 1998. Touriga Nacional in Douro region. Management alternatives towards its preservation. *Actas do XXIII Congrès Mondial de la vigne et du vin*, Lisboa (Portugal), I: 37-41.
- QUICK, W.P., SIEGL, G., NEUHAUS, E., FEIL, R. and STITT, M., 1989. Short-term water stress leads to a stimulation of sucrose synthesis by activating sucrose phosphate synthase. *Planta*, 177(4): 535-547.
- QUICK, W.P., CHAVES, M.M., WENDLER, R., DAVID, M., RODRIGUES, M.L., PASSARINHO, J.A., PEREIRA, J.S., ADCOCK, M.D., LEEGOOD, R.C. and STITT, M., 1992. The effect of water stress on photosynthetic carbon metabolism in four species grown under field conditions. *Plant, Cell and Environment*, 15: 25-35.
- RAMEL, G., 1996. La bouillie bordelaise et ses différents sels de cuivre. *Le progrès agricole et viticole*, 113(24): 528-529.
- REDL, H., 1984. Der einfluß der erziehungshöhe auf das blattwasserpotential bei der rebsorte Grüner Veltliner. *Mitt. Klosterneuburg*, 34: 47-50.
- REGINA, M.A. e CARBONNEAU, A., 1996. Trocas gasosas em *Vitis vinifera* sob regime de estresse hídrico. I.Caracterização do comportamento varietal. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 31 (12): 869-876.
- REGINA, M.A. e CARBONNEAU, A., 1997. Trocas gasosas em *Vitis vinifera* sob regime de estresse hídrico. III.Ácido abscísico e comportamento varietal. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 32 (6): 579-584.
- RENAN, L., 1994. Effect of long-term applications of copper on soil and grape (*Vitis vinifera*). *Canadian Journal of Soil Science*, 74: 345-347.
- REUTHER, G., 1983. The effect of water stress on photosynthesis and transpiration of *Vitis vinifera* under different ecological conditions. **In** *Photosynthesis and Plant Productivity*. H. Metzner (ed.), pp. 78-82, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- REYNIER, A., 1986. *Manual de Viticultura*. Publicações Europa-América, Mem Martins, 424 pp..
- RIBEIRO, J.A., 1988. *Ecologia da vegetação infestante das vinhas do Alto Douro*. Tese de doutoramento, UTAD, Vila Real.
- RIBEIRO, O., 1987. As condições climáticas. **In** *Geografia de Portugal. II.O ritmo climático e a paisagem*. Edições João Sá da Costa, Lda., pp. 371-385, Lisboa,
- RIOU, C., 1997. Facteurs explicatifs des critères de qualité de la récolte: Application au réseau modèles qualité en viticulture. *EUROVITI - 11^e Colloque Viticole et Œnologique*, Montpellier, 9-16.

- RIVAS-MARTINEZ, S., 1990. Bioclimatics belts of West Europe (Relations between Bioclimate and Plant Ecosystems). *Course on "Climate and Global Change"* (Comission of Europaeen Communities). Arles (Rhône), 4-12 April, 22 p. Publ. Depto. Biologia Vegetal II (Botánica). Univ. Complutense, Madrid.
- ROBINSON, S.A. and OSMOND, C.B., 1994. Internal gradients of chlorophyll and carotenoid pigments in relation to photoprotection in thick leaves of plants with crassulacean acid metabolism. *Aust. J. Plant Physiol.*, **21**: 497-506.
- RODRIGUES, M.L., 1987. Regime hydrique de la vigne. Consequences sur quelques aspects physiologiques et sur la production. *Physiologie de la vigne*, OIV, Paris, 292-297.
- RODRIGUES, M.L., CHAVES, M.M., WENDLER, R., DAVID, M.M., QUICK, W.P., LEEGOOD, R.C., STITT, M. and PEREIRA, J.S., 1993. Osmotic adjustment in water stress grapevine leaves in relation to carbon assimilation. *Aust. J. Plant Physiol.*, **20**: 309-321.
- RODRÍGUES, M.S. y GONZÁLEZ-SAN JOSÉ, M.L., 1995. Influencia climática en la maduración de la uva: estudio de cultivares de La Rioja y de Madrid. *Zubia*, **7**: 79-102.
- ROSIER, J.P., CARBONNEAU, A. e SEGUIN, G., 1995. Consumo hídrico da videira em função do tipo de solo e do sistema de condução. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, **30** (6): 819-824.
- RUHL, E., 1989. Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. *Aust. J. Expt. Agric.*, **29**: 707-12.
- SALISBURY, F.B. and ROSS, C., 1992. *Plant Physiology*. 4ª Ed., Wadsworth Publishing Company, California, 748 pp..
- SÁNCHEZ-DÍAZ, M. y AGUIRREOLEA, J., 1993. Efectos fisiológicos que causa la falta persistente de agua en los cultivos, *Phytoma*, **51**: 26-36.
- SANTOS, J.Q., 1996. Fertilização: Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos. 2ª Ed., Publicações Europa-América, Lda., Mem Martins, 442 pp..
- SAUVAGE, D., CROZIER, P. et DEPARDON, S., 1998. Consequence de l'enherbement permanent sur le comportement de la vigne en Bourgogne. Experimentation sur Chardonnay. Dix-Septième Conférence du COLUMA - Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dijon (France), 1161-1169.
- SAWADA, S. and HAYAKAWA, T., 1984. Effect of bordeaux mixture on net photosynthetic rate and stomatal and intracellular resistances in apple leaves. *Photosynthetica*, **18**(1): 69-73.
- SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., BRADSTREET, E.D. and HEMMINGSEN, E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants: negative hidrostatic pressure can be measured in plants. *Science*, **148**: 339-346.
- SCHREIBER, U., VIDAVER, W., RONECKLES, V.C. and ROSEN, P., 1978. Chlorophyll fluorescence assay for ozone injury in intact plants. *Plant Physiol.*, **61**: 80-84.
- SCHREIBER, U., NEUBAUER, C. and KLUGHAMMER, C., 1989. Devices and methods for room-temperature fluorescence analysis. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, **323**: 241-251.
- SCHREIBER, U., BILGER, W. and NEUBAUER, C., 1995. Chlorophyll fluorescence as a nonintrusive indicator for rapid assessment of in vivo photosynthesis. In *Ecophysiology of photosynthesis*. E.-D. Schulze and M.M. Caldwell (eds.), pp. 49-70, Springer-Verlag, Berlin.
- SCHUBERT, A., RESTAGNO, M., NOVELLO, V. and PETERLUNGER, E., 1995. Effects of shoot orientation on growth, net photosynthesis and hydraulic conductivity of *Vitis vinifera* L. cv. Cortese. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46** (3): 324-328.

-
- SCHUBERT, A., RESTAGNO, M. and LOVISOLO, C., 1996. Net photosynthesis of grapevine leaves of different age exposed to high or low light intensities. *Adv. Hort. Sci.*, **10**: 163-166.
- SCHUBERT, A., LOVISOLO, C. and PETERLUNGER, E., 1999. Shoot orientation affects vessel size, shoot hydraulic conductivity and shoot growth rate in *Vitis vinifera* L. *Plant, Cell and Environment*, **22**: 197-204.
- SCHULZE, E.-D., 1986. Carbon dioxide and water vapor exchange in response to drought in the atmosphere and in the soil. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **37**: 247-274.
- SCHULTZ, E.-D., LANGE, O.L., KAPPEN, L., BUSCHBOM, U. and EVENARI, M., 1973. Stomatal responses to changes in temperature at increasing water stress. *Planta (Berl.)*, **110**: 29-42.
- SCHULTZ, H.R., 1996a. Leaf absorptance of visible radiation in *Vitis vinifera* L.: estimates of age and shade effects with a simple field method. *Scientia Horticulturae*, **66**: 93-102.
- SCHULTZ, H.R., 1996b. Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Proc. Workshop Strategies to Optimize Wine Grape Quality, Acta Horticulture*, **427**: 251-266.
- SCHULTZ, H.R. and MATTHEWS, M.A., 1988. Resistance to water transport in shoots of *Vitis vinifera* L.: relation to growth at low water potential. *Plant Physiol.*, **88**: 718-724.
- SCHULTZ, H.R. and MATTHEWS, M.A., 1989. Environmental control of resistance to water flow in shoots of *Vitis vinifera* L.. In *Structural and functional responses to environmental stresses*, K.H. Kreeb, H. Richter and T.M. Hinckley (eds.), pp. 21-32, Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands.
- SCHULTZ, H.R. and MATTHEWS, M.A., 1993a. Growth, osmotic adjustment, and cell-wall mechanics of expanding grape leaves during water deficits. *Crop Science*, **33**: 287-294.
- SCHULTZ, H.R. and MATTHEWS, M.A., 1993b. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area. *Planta*, **190**: 393-406.
- SCHULTZ, H.R., KIEFER, W. and GRUPPE, W., 1996. Photosynthetic duration, carboxylation efficiency and stomatal limitation of sun and shade leaves of different ages in field-grown grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*, **35**(4): 169-176.
- SEPÚLVEDA, G., and KLIOWER, W.M., 1986. Stomatal response of three grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) to high temperature. *Am. J. Enol. Vitic.*, **37**(1): 44-52.
- SEPÚLVEDA, G., KLIOWER, W.M. and RYUGO, K., 1986. Effect of high temperature on grapevines (*Vitis vinifera* L.). I. Translocation of ¹⁴C-Photosynthates. *Am. J. Enol. Vitic.*, **37**(1): 13-19.
- SESTÁK, Z., CASTKY, J. and JARVIS, P. G. (eds.), 1971 - *Plant photosynthetic production. Manual of methods*. Dr. W. Junk Publ, Haia, 818 pp..
- SHAULIS, N., AMBERG, H. and CROWE, D., 1966. Response of concord grapes to light exposure and Geneva double curtain training. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **89**: 268-280.
- SMART, R.E., 1974a. Aspects of water relations of the grapevine (*Vitis vinifera*). *Am. J. Enol. Vitic.*, **25**(2): 84-91.
- SMART, R.E., 1974b. Photosynthesis by grapevines canopies. *J. Appl. Ecol.*, **11**: 997-1006.
- SMART, R.E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: a review. *Am. J. Enol. Vitic.*, **36**(3):230-239.

- SMART, R.E., 1987. The light quality environment of vineyards. *In* *Physiologie de la vigne*, OIV Paris, 370-373.
- SMART, R.E., 1988. Shoot spacing and canopy light microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.*, **39**(4):325-33.
- SMART, R.E., 1989. Theorie et pratique du choix du systeme de conduite en Nouvelle Zelande. *In* *Système de conduite de la vigne et mécanisation*, OIV (ed.), pp. 34-45, Bordeaux.
- SMART, R.E. and DRY, P.R., 1980. A climatic classification for Australian viticultural regions. *Aust. Grapegrower and Winemaker.*, **17**(196): 8-16.
- SMART, R.E. and ROBINSON, M., 1991. *Sunlight into wine. A Handbook for Winegrape Canopy Management*. Winetitles, Adelaide, 88 pp..
- SNEDECOR, G.W. and COCHRAN, W.G., 1967. *Statistical Methods*. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- SOUSA, M.A., 1996. Condução da Touriga Francesa na região do Douro. Adaptação e influência do porta-enxerto e modo de condução no rendimento, qualidade e vigor, nas regiões do Cima Corgo e Douro Superior. Tese submetida à Universidade Técnica de Lisboa para obtenção do grau de Mestre, 93 pp..
- SOUTHWICK, F.W. and CHILDERS, N.F., 1941. Influence of bordeaux mixture and its component parts on transpiration and apparent photosynthesis of apple leaves. *Plant Physiology*, **16**: 721-754.
- SPRING, J.-L., 1997. Comportement physiologique des cépages Chasselas, Sylvaner, Gamay et Pinot noir dans les conditions sèches du Valais central. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **29**(5): 265-271.
- SPRING, J.-L. et MAYOR, J.-PH., 1996. L'entretien des sols viticoles. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **28**(1): 83-86.
- STEEL, R.G. and TORRIE, J.H., 1981. *Principles and Procedures of Statistics - A Biometrical Approach*. 2nd Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 663 pp..
- STORCHI, P., RASPINI, L., GOZZINI, B. and ORLANDINI, S., 1992. Studio preliminare sull'utilizzazione della temperatura fogliare in viticoltura. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 621-624.
- TAIZ, L. and ZEIGER, E., 1998. *Plant Physiology*. 2nd ed., Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, 792 pp..
- TANDONNET, J.-P., SAMIE, B. et OLLAT, N., 1996. Etude des interactions entre trois systemes de conduite et le mode d'entretien du sol. *Actes du 9èmes Journées GESCO* (Groupe Européen d'Etudes sur les Systèmes de Conduite), Budapest (Hongrie), 61-66.
- TEIXEIRA, A.R. e RICARDO, C.P., 1983. *Fotossíntese*. 1ª ed., Didáctica Editora, Lisboa, 343 pp..
- TEVINI, M., GRUSEMANN, P. and FIESER, G., 1988. Assessement of UV-B by chlorophyll fluorescence analysis. *In* *Applications of Chlorophyll Fluorescence*. Lichtenthaler, H.K. (ed.), pp. 229-238, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- THORNTWHAITE, C.W., 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Rev.* **38**: 55-94.
- TILFORD, P.E. and MAY, C., 1929. The effect of bordeaux mixture on the internal temperature of potato leaflets. *Phytopathology*, **19**: 943-949.
- TORRES, P., 1995. Les traitements au cuivre en viticulture: rumeur, inquiétudes et perspectives. *Progrès Agricole et Viticole*, **113**(17): 370-372.

-
- TORRES-PEREIRA, J.M., 1988. Fisiologia Vegetal. UTAD, Vila Real, 220 pp..
- TURNER, N.C., 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, **58**: 339-366.
- TURNER, N.C., 1986. Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy*, **39**: 1-51.
- TURNER, N.C., 1988. Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. *Irrig. Sci.*, **9**: 289-308.
- TURNER, N.C. and JONES, M.M., 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: a review and evaluation. **In** *Adaptation of plants to water and high temperature stress*. N.C. Turner and P.J. Kramer (eds.), John Wiley & Sons, New York, 87-103.
- TYREE, M.T. and HAMMEL, H.T., 1972. The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure-bomb technique. *Journal of Experimental Botany*, **23**(74): 267-282.
- TYREE, M.T. and SPERRY, J.S., 1989. Vulnerability of xylem to cavitation and embolism. *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology*, **40**: 19-38.
- VAN HUYSSTEEN, E., 1988. Soil preparation and grapevine root distribution. A qualitative and quantitative assessment. **In**: *The grapevine root and its environment*, pp. 1-15, Viticultural and Oenological Research Institute, Stellenbosch.
- VAN HUYSSTEEN, E., VAN ZYL, J.L. and KOEN, A.P., 1984. The effect of cover crop management on soil conditions and weed control in a Colombard vineyard in Oudtshoorn. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **5**: 7-17.
- VAN KOOTEN, O., VAN HOVE, B. and VAN WIJK, K.J., 1988. The effect of long term exposition of poplars to low concentrations of SO₂ and NH₃. **In** *Applications of Chlorophyll Fluorescence*. Lichtenthaler, H.K. (ed.), pp. 203-209, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- VAN ZYL, J.L., 1987. Diurnal variation in grapevine water stress as a function of changing soil water status and meteorological conditions. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **8**(2): 45-52.
- VÁRADI, GY., BOTOS-BÁLO, B. and PÖLÖS, E., 1992. Xanthophyll cycle in grapevine leaves: diurnal and seasonal patterns. *Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, Torino (Italia), 521-526.
- VIENNOT-BOURGIN, G., 1985. La naissance de la bouillie bordelaise. *Phytoma*, Sptembre-Octobre: 22-23.
- VIRET, O., 1996. Stratégies de lutte contre les maladies de la vigne. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **28** (1): 55-58.
- VON CAEMMERER, S. and FARQUHAR, G.D., 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and gas exchange of leaves. *Planta*, **153**: 376-387.
- WEIS, E. and LECHTENBERG, D., 1988. Steady state photosynthesis in intact plants as analysed by chlorophyll fluorescence and far-red spectroscopy. **In** *Applications of Chlorophyll Fluorescence*. H.K. Lichtenthaler (ed.), pp. 71-76, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- WILLAUME, F., 1949. Action des bouillies cupriques sur les végétaux supérieurs. *Phytoma*, **5**: 4-7 et **6**: 18-23.
- WILLIAMS, L.E., 1996. Grape. **In** *Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships*. Zamsky, E. & Schaffer, A. (eds.), pp. 851-881, Marcel Dekker, New York.
- WILLIAMS, L.E., DOKOOZLIAN, N.K. and WAMPLE, R., 1994. Grape. **In** *Handbook of environmental physiology of fruit crops: temperate crops*. A. Schaffer & P.C. Andersen, (eds.), pp. 85-133, CRC Press, USA.

- WINKEL, T. and RAMBAL, S., 1993. Influence of water stress on grapevines growing in the field: from leaf to whole-plant response. *Aust. J. Plant Physiol.*, **20**:143-157.
- WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLIEWER, W.M. and LIDER, L.A., 1974. *General Viticulture*. Univ. California Press, Los Angeles.
- WU, J., WEIMANIS, S. and HEBER, U., 1991. Photorespiration is more effective than the Mehler reaction in protecting the photosynthetic apparatus against photoinhibition. *Botanica Acta*, **104**: 283.
- YUSTE, J., PELÁEZ, H., RUBIO, J.A. y LISSARRAGUE, J.R., 1996. Consecuencias del nivel de poda y sistemas de conduccion en viñedo. *Agricultura, Revista Agropecuária*, **65**(771): 861-866.
- ZAMBONI, M. et IACONO, F., 1988. Étude des variations du potentiel osmotique et de l'élasticité cellulaire dans des vignes soumises à stress hydrique. *Conn. Vigne Vini*, **22**(4): 241-249.
- ZAMBONI, M., IACONO, F. et FREGONI, M., 1987. Influence de l'époque de secheresse sur la production et sur la qualité du mout de vignes cultivées en pot. *Comptes Rendus 3^e Symposium International sur la Physiologie de la vigne*, Bordeaux, OIV, 223-228.
- ZHANG, D., 1987. Conséquences physiologiques de la taille de la vigne: structure conductrice du vieux bois. Autorégulation de croissance et régime hydrique selon divers types de taille mécanisables. Thèse doctorat, Université Bordeaux II, 261 pp..

ANEXOS

ANEXO I - Descrição do solo

Quadro AI.1 - Características físico-químicas do solo da parcela onde foi instalado o ensaio do presente trabalho (colheita das amostras a 2.9.95 na zona do perfil do solo compreendida entre os 30 e 70 cm de profundidade; os valores médios (n=10) estão afectados do erro padrão, entre parêntesis, e foram comparados segundo o teste de t).

Efeito do Terreno	Cota Inferior	Cota Superior	Sign.
% de elementos grosseiros	38,6 (±0,5)	52,7 (±1,1)	***
Análise sumária:			
- textura	franco limoso	franco arenoso	
- Matéria orgânica (%)	0,51 (±0,02)	0,14 (±0,02)	***
- E.R. (ppm):			
P ₂ O ₅	593 (±118)	55 (±21)	**
K ₂ O	132 (±9)	80 (±4)	***
- pH (H ₂ O)	5,84 (±0,04)	6,28 (±0,04)	***
Análise granulométrica (%):			
- areia grossa	39,2 (±2,1)	45,2 (±1,5)	*
- areia fina	13,8 (±1,6)	21,5 (±2,6)	*
- limo	36,5 (±1,1)	26,6 (±2,5)	**
- argila	10,6 (±0,9)	6,7 (±0,6)	**
Complexo de troca:			
- bases de troca (meq/100 g):			
Ca ⁺⁺	7,35 (±0,24)	8,93 (±0,52)	*
Mg ⁺⁺	1,19 (±0,11)	2,84 (±0,19)	***
K ⁺	0,18 (±0,01)	0,10 (±0,01)	***
Na ⁺⁺	0,20 (±0,01)	0,21 (±0,02)	ns
Total	8,92 (±0,31)	12,07 (±0,72)	**
- capacidade de troca (meq/100 g)	8,99 (±0,31)	12,21 (±0,71)	**
Humidade (%)			
- pF 2,0	27,0 (±0,3)	20,2 (±0,6)	***
- pF 2,7	20,8 (±0,5)	15,3 (±0,5)	***
- pF 4,2	11,6 (±0,6)	6,2 (±0,4)	***
Densidade real	2,39 (±0,03)	2,45 (±0,02)	ns
Densidade aparente	1,41 (±0,01)	1,52 (±0,02)	***
Porosidade total (%)	42,6 (±0,3)	38,5 (±0,3)	***
Capacidade máx. para a H ₂ O (%)	30,8 (±0,3)	25,6 (±0,5)	***
Expansibilidade (%)	3,84 (±0,27)	3,29 (±0,37)	ns
Água utilizável (%)	15,4 (±0,5)	14,0 (±0,8)	ns
(mm/cm solo)	2,08 (±0,07)	2,13 (±0,10)	ns

Notas: Sign. - Significância do teste de t; ns - não significativo; *, ** e *** - significativo ao nível de 0,05, 0,01 e 0,001, respectivamente.

Quadro AI.2 - Efeito do Terreno no teor em humidade do solo (%terra fina), recolhido na zona do perfil compreendida entre os 30 e 70 cm de profundidade, em 1995 (2/Set.) e 1996 (26/Jul. e 4/Set.). Os valores médios (n=10) estão afectados do erro padrão, entre parêntesis, e foram comparados segundo o teste de t).

Efeito do Terreno	Cota Inferior	Cota Superior	Sign.
1995			
- 2 de Setembro	8,14 (±0,32)	7,10 (±0,23)	*
1996			
- 26 de Julho	8,97 (±0,20)	6,58 (±0,25)	***
- 4 de Setembro	6,55 (±0,22)	5,24 (±0,20)	***

ANEXO II - Elementos do clima

Quadro AII.1 - Valores dos elementos do clima recolhidos na estação Climatológica da Quinta de Santa Bárbara (Pinhão), no período de 1961-1990 (Latitude: 41°10'N; Longitude: 07°33'W; Altitude: 130m).

Mês	Temperatura do ar (°C)					R total (mm)	Humidade relativa (%)			Nebulosidade média (0-10) ¹	
	Valores médios			Extremos			9 h	15 h	18 h	9 h	18 h
	Máx.	Min.	Méd.	Máx.	Min.						
Jan.	11,9	3,3	7,6	22,5	-5,0	92,5	89	-	79	7	6
Fev.	14,5	4,3	9,4	23,0	-5,2	88,6	87	-	75	6	6
Mar.	17,6	5,7	11,6	29,5	-3,0	50,1	81	-	63	5	4
Abr.	19,8	7,8	13,8	31,0	-0,5	53,6	76	-	57	5	5
Mai.	23,8	10,6	17,2	36,5	2,0	43,3	70	-	53	4	4
Jun.	28,5	14,1	21,3	41,0	5,5	41,4	68	-	53	3	4
Jul.	32,3	16,6	24,5	42,5	9,0	16,0	65	-	47	2	2
Ago.	32,4	16,0	24,2	42,0	9,2	8,5	66	-	47	2	2
Set.	29,3	14,1	21,7	42,0	5,8	32,2	72	-	54	3	4
Out.	22,9	10,3	16,7	34,5	0,0	61,8	81	-	65	5	5
Nov.	16,3	6,2	11,3	27,0	-2,5	78,6	87	-	74	6	5
Dez.	12,2	4,1	8,1	25,0	-5,0	82,6	89	-	79	7	6
Ano	21,8	9,4	15,6	42,5	-5,2	649,2	78	-	62	5	4

(fonte: Instituto de Meteorologia)

¹ 0 representa céu limpo e 10 representa céu totalmente encoberto

Quadro AII.2 - Valores dos elementos do clima recolhidos na estação Climatológica da Quinta do Seixo (Pinhão) em 1995 (Latitude: 41°10'N; Longitude: 07°33'W; Altitude: 100m).

Mês	Temperatura do ar (°C)					R total (mm)	Humidade relativa (%)			PPFD (mol.m ⁻²) ∫ diário
	Máx.	Min.	Méd.	Máx.	Min.		9 h	15 h	18 h	
Jan.	13,6	4,8	9,2	15,5	-1,9	78,6	96	70	74	6,41
Fev.	14,4	5,8	10,1	17,8	0,6	73,2	94	71	75	11,26
Mar.	19,4	6,5	12,9	24,3	-0,3	10,9	89	48	53	20,87
Abr.	23,6	8,5	16,0	27,2	3,2	12,4	76	32	39	29,94
Mai.	25,0	12,3	18,2	30,9	5,8	64,8	92	42	57	30,04
Jun.	30,1	15,0	22,2	34,9	11,2	26,2	76	28	38	35,75
Jul.	32,0	16,3	23,8	40,9	11,9	16,2	78	38	34	32,94
Ago.	32,8	17,5	24,7	38,7	12,7	3,2	66	32	28	30,69
Set.	25,3	12,7	18,4	35,1	8,2	56,2	84	46	43	22,22
Out.	26,0	12,0	18,0	32,4	7,5	36,0	86	42	48	16,25
Nov.	17,1	9,0	12,5	24,3	2,7	109,6	99	67	79	7,76
Dez.	13,3	6,3	9,4	18,0	-2,8	220,2	94	74	82	5,13
Ano	22,7	10,6	16,3	40,9	-2,8	710,5	86	49	54	20,77

Quadro AII.3 - Valores dos elementos do clima recolhidos na estação Climatológica da Quinta do Seixo (Pinhão) em 1996 (Latitude: 41°10'N; Longitude: 07°33'W; Altitude: 100m).

Mês	Temperatura do ar (°C)					R total (mm)	Humidade relativa (%)			PPFD (mol.m ⁻²) ∫ diário
	Máx.	Min.	Méd.	Máx.	Min.		9 h	15 h	18 h	
Jan.	12,5	6,9	9,4	17,2	2,3	227,2	94	76	80	5,05
Fev.	12,9	4,0	7,9	18,5	-1,7	61,0	93	61	61	12,19
Mar.	16,9	5,9	10,9	23,6	0,0	4,4	84	55	53	17,31
Abr.	21,0	9,1	14,6	26,1	4,9	20,2	80	47	51	25,61
Mai.	22,2	10,5	16,0	29,3	4,7	90,9	86	55	60	28,49
Jun.	30,6	14,5	22,4	36,4	10,2	0,8	67	35	36	36,20
Jul.	32,7	16,1	24,3	38,4	9,4	1,6	61	30	30	36,00
Ago.	29,7	15,9	22,7	34,8	11,0	1,4	67	36	39	29,80
Set.	26,0	12,5	18,6	34,0	8,9	59,4	88	45	49	22,13
Out.	22,3	9,0	14,5	28,2	2,7	52,6	96	51	61	16,50
Nov.	16,2	6,0	10,5	22,1	-0,4	83,4	91	64	81	8,93
Dez.	11,4	5,0	8,1	16,8	0,1	151,8	96	77	88	5,25
Ano	21,2	9,7	15,0	38,4	-1,7	754,7	84	53	57	20,29

Quadro AII.4 - Valores dos elementos do clima recolhidos na estação Climatológica da Quinta do Seixo (Pinhão) em 1997 (Latitude: 41°10'N; Longitude: 07°33'W; Altitude: 100m).

Mês	Temperatura do ar (°C)					R total (mm)	Humidade relativa (%)			PPFD (mol.m ⁻²) ∫ diário
	Máx.	Min.	Méd.	Máx.	Min.		9 h	15 h	18 h	
Jan.	10,7	3,9	6,6	16,5	-2,4	102,6	92	74	83	5,59
Fev.	15,9	6,3	10,2	21,9	1,4	4,2	94	63	74	10,25
Mar.	24,2	6,1	14,0	27,5	4,3	4,8	82	29	35	22,67
Abr.	24,1	10,2	16,7	29,7	6,7	39,8	86	42	48	24,80
Mai.	22,2	11,1	16,4	31,6	4,0	86,2	84	53	55	24,65
Jun.	24,2	13,3	18,8	31,0	9,1	36,6	75	49	50	28,84
Jul.	32,2	16,3	23,9	38,7	9,7	31,8	69	34	35	33,04
Ago.	31,5	16,8	23,7	40,0	11,3	87,0	76	40	40	28,96
Set.	30,5	15,2	21,9	36,2	12,0	31,2	86	38	41	23,23
Out.	24,1	12,6	17,6	32,0	3,8	63,4	91	52	60	14,48
Nov.	15,9	9,1	12,1	19,2	3,6	259,2	95	73	86	6,78
Dez.	12,4	6,3	9,1	17,6	-0,5	185,2	96	75	86	5,14
Ano	22,3	10,6	15,9	40,0	-2,4	932,0	86	52	58	19,04

ANEXO III - Descrição da casta “Touriga Nacional” e porta-enxerto 1103P

TOURIGA NACIONAL

Extraído do *Boletim da Casa do Douro*, **341**: 27 (1990), Anónimo.

SINONÍMIA

REGIONAL - Tourigão, Touriga Fêmea, Touriga Macho.

NACIONAL - Tourigo Nacional (Região Demarcada do Dão); Preto Mortágua (Região Demarcada da Bairrada); Amaral (Beira Litoral).

CLASSIFICAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA

Casta recomendada para “Vinho do Porto” e vinho de mesa com denominação de origem “Douro”.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

PARTE TERMINAL FOLHOSA - Aberta, cotonilhosa, branca com orla carminada.

FOLHA - Tamanho médio, pentagonal, quinquelobada, cor verde, plana e de empolamento médio.

FLOR - Hermafrodita. Primeira inflorescência inserida a partir do 3º nó, com duas a três inflorescências por ramo e de curto comprimento.

GAVINHAS - Longas. Distribuição regular descontínua com fórmula O2.

CACHO - Médio e não muito compacto. Pedúnculo longo e de fraca lenhificação.

BAGO - Dimensão média, arredondado de cor negro-azulado, com 2-3 grânhas.

PORTE - Semi-erecto.

VIGOR - Vigorosa.

CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS (para a RDD)

DATA DE ABROLHAMENTO - 2ª quinzena de Março (19/3 na Régua e 27/3 no Pinhão).

DATA DE FLORAÇÃO - 2ª quinzena de Maio (19/5 no Pinhão e 22/5 na Régua).

DATA DO PINTOR - 2ª quinzena de Julho (26/7 no Pinhão e 29/7 na Régua).

DATA DE MATURAÇÃO - 1ª quinzena de Setembro (13/9 na Régua).

CARACTERÍSTICAS CULTURAIS

HÁBITOS DE FRUTIFICAÇÃO - Índices de fertilidade reais dos níveis: 1 = 1,98; 2 = 2,13 e 3 = 2,21 inflorescências por gomo abrolhado.

MODO DE CONDUÇÃO - Podem utilizar-se tanto o Guyot simples ou duplo, assim como o cordão bilateral ou unilateral.

AFINIDADE COM O PORTA-ENXERTO - R110, R99 e 196-17, todos apresentam boa afinidade traduzida numa relação produção/açúcar elevada.

TERRENO FAVORÁVEL - Requer terrenos quentes e secos.

RENDIMENTO - Casta de bom rendimento (superior a 1,5 Kg).

COMPORTAMENTO QUANTO A DOENÇAS E ACIDENTES FISIOLÓGICOS

MÍLDIO - Moderadamente sensível.

OÍDIO - Sensível.

PODRIDÃO - Moderadamente sensível.

ESCORIOSE - Muito sensível.

DESAVINHO - Sensível.

PORTA-ENXERTO 1103 Paulsen (1103P)

Extraído de Duarte & Dias (1989).

ORIGEM

Berlandieri Résséguier n°2 x Rupestris du Lot.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

EXTREMIDADE DO RAMO JOVEM - Semi-aberta, com fraca densidade de pêlos prostrados. Pigmentação antociânica média e generalizada.

FOLHA JOVEM - Verde com reflexos bronzeados. Pigmentação antociânica das 6 primeiras folhas com fraca intensidade.

PÂMPANO - Entrenós e nós vermelhos com fraca densidade de pêlos prostrados. Gomos com pigmentação antociânica fraca.

GAVINHAS - Com comprimento médio. Distribuição regular descontínua com fórmula O2.

FLOR - Masculina.

FOLHA ADULTA - Reniforme, pequena e inteira. Verde médio apresentando nas nervuras principais pigmentação antociânica média. Limbo involuto com fraco empolamento. Página inferior glabra com fraca intensidade de pêlos erectos sobre as nervuras. Página superior com pêlos erectos sobre as nervuras principais.

SARMENTO - Circular, costado estriado e castanho escuro.

CARACTERÍSTICAS E APTIDÕES CULTURAIS

Trata-se de um porta-enxerto muito vigoroso. Dado o seu bom desenvolvimento precoce, pode muitas vezes ser enxertado no próprio ano da plantação.

Possui melhor resposta ao enraizamento que o 110 R e 140 Ru.

Apresenta boa resposta à enxertia no local e na mão.

Em média suporta até 17-18% de calcário activo.

A sua resistência à secura é bastante elevada devido ao sistema radicular profundante (Carbonneau, 1985; Ezzahouani e Williams, 1995; Sousa, 1996) adaptando-se igualmente bem a solos húmidos desde que o sub-solo não permaneça húmido demasiado tempo na Primavera.

Possui uma certa tolerância à salinidade.

Apresenta boa adaptação a solos ácidos.

É sensível à filoxera galícola e resistente aos nemátodos do género *Meloidogynae*.

ANEXO IV

**Quadros da análise de variância e estimativa das variâncias esperadas expressas em
percentagem da variação total**

ANEXO IV.1 - Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros da geometria dos copados em 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.1.1 - Resumo das análises de variância dos valores da altura da parede de vegetação, espessura da parede de vegetação e superfície foliar exposta em 20.7.95.

Origem de variação	altura da parede de vegetação (cm)						espessura da parede de vegetação (cm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	123,50	5,54	*	2,2744	0,16	1	263,02	8,48	**	5,2138	6,94
2- Forma	1	62403,43	2800,38	***	1401,823	97,67	1	1760,98	56,80	***	38,8759	51,77
3- F*T	1	219,42	9,85	**	8,8599	0,62	1	23,88	0,77	ns	0,0000	0,00
4- Resíduo	85	22,28			22,2839	1,55	85	31,00			31,0013	41,28
5- Total	88				1435,2417	100,00	88				75,0910	100,00

Origem de variação	superfície foliar exposta (m ² .m ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,148	9,56	**	0,0030	0,61
2- Forma	1	20,944	1352,77	***	0,4703	95,82
3- F*T	1	0,061	3,94	ns	0,0020	0,42
4- Resíduo	85	0,015			0,0155	3,15
5- Total	88				0,4908	100,00

Quadro AIV.1.2 - Resumo das análises de variância dos valores da altura da parede de vegetação, espessura da parede de vegetação e superfície foliar exposta em 10.7.96.

Origem de variação	altura da parede de vegetação (cm)						espessura da parede de vegetação (cm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	56,77	2,634	ns	0,5969	0,10	1	34,06	1,317	ns	0,1389	0,48
2- Forma	1	35187,78	1632,21	***	596,0377	96,42	1	145,30	5,617	*	2,0243	6,93
3- F*T	1	17,16	0,796	ns	0,0000	0,00	1	60,02	2,323	ns	1,1598	3,97
4- Resíduo	114	21,56			21,5584	3,49	114	25,87			25,8686	88,62
5- Total	117				618,1929	100,00	117				29,1917	100,00

Origem de variação	superfície foliar exposta (m ² .m ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,009	0,658	ns	0,0000	0,00
2- Forma	1	14,994	1161,30	***	0,2539	95,16
3- F*T	1	0,000	0,002	ns	0,0000	0,00
4- Resíduo	114	0,013			0,0129	4,84
5- Total	117				0,2668	100,00

Quadro AIV.1.3 - Resumo das análises de variância dos valores da altura da parede de vegetação, espessura da parede de vegetação e superfície foliar exposta em 22.7.97.

Origem de variação	altura da parede de vegetação (cm)						espessura da parede de vegetação (cm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	31,01	1,410	ns	0,1409	0,02	1	261,63	9,731	**	3,6679	9,24
2- Forma	1	47470,51	2158,93	***	741,3831	96,99	1	416,88	15,506	***	6,0937	15,34
3- F*T	1	15,82	0,719	ns	0,0000	0,00	1	14,45	0,537	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	23,63	1,075	ns	0,0257	0,00	1	8,51	0,316	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	2,26	0,103	ns	0,0000	0,00	1	59,13	2,199	ns	1,0077	2,54
6- C*F	1	9,57	0,435	ns	0,0000	0,00	1	53,82	2,002	ns	0,8417	2,12
7- C*F*T	1	35,07	1,595	ns	0,8176	0,11	1	46,32	1,723	ns	1,2146	3,06
8- Resíduo	120	21,99			21,9880	2,88	120	26,89			26,8859	67,70
9- Total	127				764,3554	100,00	127				39,7116	100,00

Origem de variação	superfície foliar exposta (m ² .m ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,075	7,673	**	0,0010	0,30
2- Forma	1	20,809	2128,80	***	0,3250	96,63
3- F*T	1	0,014	1,432	ns	0,0001	0,04
4- Calda bordalesa	1	0,016	1,637	ns	0,0001	0,03
5- C*T	1	0,011	1,125	ns	0,0000	0,01
6- C*F	1	0,018	1,841	ns	0,0003	0,08
7- C*F*T	1	0,003	0,307	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	120	0,010			0,0098	2,91
9- Total	127				0,3363	100,00

ANEXO IV.2 - Quadros da análise de variância dos valores relativos à área foliar estimada através do método semi-empírico da interceptação da PPFD (Oliveira & Santos, 1995), nos ensaios de 1996 e 1997.

Quadro AIV.2.1 - Resumo das análises de variância dos valores da área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 1996.

área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 16.7.96						
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,500	4,083	ns*	0,0236	3,50
2- Forma	1	7,085	57,854	***	0,4352	64,46
3- F*T	1	0,873	7,129	*	0,0938	13,90
4- Resíduo	28	0,122			0,1225	18,14
5- Total	31				0,6750	100,00

área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 13.9.96						
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,510	9,951	**	0,0143	7,10
2- Forma	1	3,286	64,117	***	0,1011	50,05
3- F*T	1	0,078	1,522	ns	0,0017	0,83
4- Calda bordalesa	1	0,286	5,580	*	0,0073	3,63
5- C*T	1	0,303	5,912	*	0,0157	7,79
6- C*F	1	0,220	4,293	*	0,0105	5,22
7- C*F*T	1	0,032	0,624	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	56	0,051			0,0513	25,38
9- Total	63				0,2020	100,00

Quadro AIV.2.2 - Resumo das análises de variância dos valores da área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 1997.

área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) ao pintor (25.7.97)							área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) à maturação (5.9.97)					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,856	14,672	***	0,0540	16,36	1	3,776	34,233	***	0,1146	20,89
2- Forma	1	0,036	0,285	ns	0,0000	0,00	1	0,842	7,633	**	0,0229	4,17
3- F*T	1	1,030	8,142	**	0,0565	17,09	1	1,865	16,908	***	0,1097	20,00
4- Calda bordalesa	1	0,041	0,324	ns	0,0000	0,00	1	0,622	5,639	*	0,0160	2,92
5- C*T	1	0,116	0,917	ns	0,0000	0,00	1	0,023	0,209	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	1,620	12,806	***	0,0933	28,26	1	2,911	26,391	***	0,1750	31,92
7- C*F*T	1	0,000	0,002	ns	0,0000	0,00	1	0,102	0,925	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	56	0,127			0,1265	38,29	56	0,110			0,1103	20,11
9- Total	63				0,3304	100,00	63				0,5484	100,00

ANEXO IV.3 - Quadros da análise de variância relativos à área foliar estimada através do método de Carbonneau (1976), nos ensaios de 1995 e 1997.

Quadro AIV.3.1 - Resumo das análises de variância da área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 1995 e 1997.

área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 20.7.95							área foliar ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$) em 7.7.97					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3,255	5,890	*	0,1126	9,36	1	70,728	23,762	***	1,3827	28,41
2- Forma	1	13,449	24,337	***	0,5373	44,68	1	25,511	8,571	**	0,4599	9,45
3- F*T	1	0,335	0,606	ns	0,0000	0,00	1	4,145	1,393	ns	0,0477	0,98
4- Resíduo	44	0,553			0,5526	45,95	94	2,976			2,9765	61,16
5- Total	47				1,2026	100,00	97				4,8668	100,00

ANEXO IV.4 - Quadros da análise de variância relativos aos valores do peso da lenha de poda (Kg) por videira e peso/sarmento (g), nos ensaios de 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.4.1 - Resumo das análises de variância relativas ao ensaio de 1995.

lenha da poda (Kg)							peso/sarmento (g)					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,3578	3,1581	ns	0,01	5,12	1	2026,0	3,679	ns	36,88	6,18
2- Forma	1	0,0878	0,7750	ns	0,00	0,00	1	908,4	1,649	ns	8,94	1,50
3- F*T	1	0,0025	0,0221	ns	0,00	0,00	1	208,1	0,378	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	76	0,1133			0,11	94,88	76	550,7			550,74	92,32
5- Total	79				0,12	100,00	79				596,57	100,00

Quadro AIV.4.2 - Resumo das análises de variância relativas ao ensaio de 1996.

Origem de variação	lenha da poda (Kg)						peso/sarmento (g)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,033	0,429	ns	0,000	0,00	1	10394,5	14,846	***	124,29	10,49
2- Forma	1	0,564	7,233	**	0,006	5,84	1	8997,2	12,851	***	106,37	8,98
3- F*T	1	0,266	3,409	ns	0,005	4,52	1	4686,3	6,693	*	102,21	8,63
4- Calda bordalesa	1	0,013	0,172	ns	0,000	0,00	1	32,0	0,046	ns	0,00	0,00
5- C*T	1	0,664	8,519	**	0,015	14,09	1	6602,4	9,430	**	151,34	12,78
6- C*F	1	0,180	2,309	ns	0,003	2,45	1	371,0	0,530	ns	0,00	0,00
7- C*F*T	1	0,003	0,032	ns	0,000	0,00	1	87,7	0,125	ns	0,00	0,00
8- Resíduo	148	0,078			0,078	73,10	148	700,1			700,14	59,12
9- Total	155				0,107	100,00	155				1184,35	100,00

Quadro AIV.4.3 - Resumo das análises de variância relativas ao ensaio de 1997.

Origem de variação	lenha da poda (Kg)						peso/sarmento (g)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,796	11,853	***	0,021	9,65	1	3555,1	5,987	*	37,02	4,77
2- Forma	1	2,563	16,919	***	0,030	14,15	1	8862,5	14,925	***	103,36	13,32
3- F*T	1	0,097	0,637	ns	0,000	0,00	1	188,8	0,318	ns	0,00	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,292	1,925	ns	0,002	0,82	1	1568,8	2,642	ns	12,19	1,57
5- C*T	1	0,002	0,011	ns	0,000	0,00	1	4,6	0,008	ns	0,00	0,00
6- C*F	1	0,295	1,947	ns	0,004	1,68	1	856,6	1,442	ns	6,57	0,85
7- C*F*T	1	0,262	1,727	ns	0,006	2,58	1	1052,7	1,773	ns	22,94	2,96
8- Resíduo	152	0,151			0,151	71,11	152	593,8			593,81	76,53
9- Total	159				0,213	100,00	159				775,89	100,00

ANEXO IV.5 - Quadros da análise de variância relativos aos valores dos parâmetros do microclima luminoso no interior do copado ao nível dos cachos, nos ensaios de 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.5.1 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD e razão *red/far-red* no período do pintor em 20.7.95.

Origem de variação	PPFD (%)						razão <i>red/far-red</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0780	16,2442	***	0,0012	9,74	1	0,1370	8,2299	**	0,0020	9,39
2- Forma	1	0,1830	38,1113	***	0,0030	23,70	1	0,1460	8,7706	**	0,0022	10,10
3- F*T	1	0,1110	23,1167	***	0,0035	28,25	1	0,0330	1,9824	ns	0,0005	2,55
4- Resíduo	116	0,0048			0,0048	38,32	116	0,0166			0,0166	77,96
5- Total	119				0,0125	100,00	119				0,0214	100,00

Quadro AIV.5.2 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD e razão *red/far-red* no período da maturação em 25.8.95

Origem de variação	PPFD (%)						razão <i>red/far-red</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0003	0,0454	ns	0,0000	0,00	1	0,0060	0,1085	ns	0,0000	0,00
2- Forma	1	0,1040	18,3529	***	0,0036	31,64	1	0,4830	8,7351	**	0,0156	20,87
3- F*T	1	0,0200	6,0000	*	0,0021	18,23	1	0,1060	1,9170	ns	0,0037	4,95
4- Resíduo	51	0,0057			0,0057	50,13	51	0,0553			0,0553	74,19
5- Total	54				0,0113	100,00	54				0,0745	100,00

Quadro AIV.5.3 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD, medida com o ceptómetro, no período do pintor (22.7.96) e da maturação (13.9.96).

Origem de variação	PPFD (%), no pintor						PPFD (%), na maturação					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0869	67,495	**	0,00535	71,89	1	1,1750	105,112	***	0,03637	47,12
2- Forma	1	0,0041	3,184	ns*	0,00018	2,36	1	0,5160	46,160	***	0,01578	20,44
3- F*T	1	0,0020	1,553	ns	0,00009	1,20	1	0,0230	2,058	ns	0,00074	0,96
4- Calda bordalesa	1	0,0083	6,447	*	0,00044	5,89	1	0,1120	10,019	**	0,00315	4,08
5- C*T	1	0,0001	0,078	ns	0,00000	0,00	1	0,0470	4,204	*	0,00224	2,90
6- C*F	1	0,0021	1,631	ns	0,00010	1,36	1	0,1350	12,077	**	0,00774	10,03
7- C*F*T	1	0,0000	0,025	ns	0,00000	0,00	1	0,0040	0,358	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	24	0,0013			0,00129	17,30	56	0,0112			0,01118	14,48
9- Total	31				0,00744	100,00	63				0,07719	100,00

Quadro AIV.5.4 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD, medida com o sensor quântico, e da razão *red/far-red* no período do pintor em 29.7.96.

Origem de variação	PPFD (%)						razão <i>red/far-red</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,2153	74,563	***	0,00354	42,84	1	0,2003	65,119	***	0,00329	50,06
2- Forma	1	0,0454	15,723	***	0,00071	8,57	1	0,0144	4,682	*	0,00019	2,87
3- F*T	1	0,0081	2,805	ns*	0,00017	2,10	1	0,0035	1,138	ns	0,00001	0,22
4- Calda bordalesa	1	0,0082	2,840	ns*	0,00009	1,07	1	0,0011	0,358	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,0001	0,035	ns	0,00000	0,00	1	0,0009	0,293	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,0040	1,385	ns	0,00004	0,45	1	0,0001	0,033	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,0153	5,299	*	0,00083	10,01	1	0,0011	0,358	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	112	0,0029			0,00289	34,94	112	0,0031			0,00308	46,85
9- Total	119				0,00826	100,00	119				0,00657	100,00

Quadro AIV.5.5 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD, medida com o ceptómetro, no período do pintor (25.7.97) e da maturação (5.9.97).

Origem de variação	PPFD (%), no pintor						PPFD (%), na maturação					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0764	29,264	***	0,00231	34,02	1	0,1491	41,458	***	0,00455	33,34
2- Forma	1	0,0388	14,862	***	0,00113	16,69	1	0,0171	4,755	*	0,00042	3,09
3- F*T	1	0,0040	1,532	ns	0,00009	1,28	1	0,0120	3,337	ns*	0,00053	3,85
4- Calda bordalesa	1	0,0000	0,006	ns	0,00000	0,00	1	0,0299	8,314	**	0,00082	6,03
5- C*T	1	0,0010	0,383	ns	0,00000	0,00	1	0,0115	3,198	ns*	0,00049	3,62
6- C*F	1	0,0129	4,941	*	0,00064	9,49	1	0,0553	15,376	***	0,00323	23,69
7- C*F*T	1	0,0022	0,843	ns	0,00000	0,00	1	0,0008	0,222	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,0026			0,00261	38,52	56	0,0036			0,00360	26,37
9- Total	63				0,00678	100,00	63				0,01364	100,00

Quadro AIV.5.6 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD, medida com o sensor quântico, e da razão *red/far-red* no período do pintor em 29.7.97.

Origem de variação	PPFD (%)						razão <i>red/far-red</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0586	10,300	**	0,00083	10,82	1	0,0003	0,015	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,0474	8,332	**	0,00065	8,53	1	0,3690	19,152	***	0,00546	18,84
3- F*T	1	0,0096	1,687	ns	0,00012	1,60	1	0,0010	0,052	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,0034	0,598	ns	0,00000	0,00	1	0,1040	5,398	*	0,00132	4,56
5- C*T	1	0,0105	1,846	ns	0,00015	1,97	1	0,0460	2,388	ns	0,00084	2,88
6- C*F	1	0,0084	1,476	ns	0,00008	1,11	1	0,0870	4,516	*	0,00212	7,30
7- C*F*T	1	0,0075	1,318	ns	0,00011	1,48	1	0,0001	0,005	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	120	0,0057			0,00569	74,48	120	0,0193			0,01927	66,42
9- Total	127				0,00764	100,00	127				0,02901	100,00

Quadro AIV.5.7 - Resumo das análises de variância dos valores percentuais da PPFD, medida com o sensor quântico, e da razão *red/far-red* na da maturação em 21.8.97.

Origem de variação	PPFD (%)						razão <i>red/far-red</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,1184	9,957	**	0,00166	10,81	1	0,5460	22,748	***	0,00816	23,05
2- Forma	1	0,0793	6,672	*	0,00105	6,85	1	0,2128	8,867	**	0,00295	8,34
3- F*T	1	0,0155	1,303	ns	0,00011	0,73	1	0,0330	1,375	ns	0,00028	0,79
4- Calda bordalesa	1	0,0089	0,748	ns	0,00000	0,00	1	0,0026	0,109	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,0034	0,286	ns	0,00000	0,00	1	0,0237	0,988	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,0179	1,505	ns	0,00019	1,22	1	0,0220	0,917	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,0196	1,648	ns	0,00048	3,13	1	0,0136	0,567	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	120	0,0119			0,01189	77,26	120	0,0240			0,02400	67,82
9- Total	127				0,01539	100,00	127				0,03539	100,00

ANEXO IV.6 - Quadros da análise de variância relativos aos valores da temperatura da folha (°C), posicionadas na face NE, SW e interior do copado, nos ensaios de 1996.

Quadro AIV.6.1 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas da face NE do copado e medidas às 11 e 15 horas em 10.7.96.

Origem de variação	11 horas						15 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,1379	0,0304	ns	0,0000	0,00	1	0,6983	0,3227	ns	0,0000	0,00
2- Forma	1	11,1724	2,4642	ns	0,1145	2,40	1	0,4224	0,1952	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	7,7586	1,7113	ns	0,1112	2,34	1	1,4569	0,6733	ns	0,0000	0,00
4- Resíduo	112	4,5339			4,5339	95,26	112	2,1638			2,1638	100,00
5- Total	115				4,7595	100,00	115				2,1638	100,00

Quadro AIV.6.2 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas da face SW do copado e medidas às 11 e 15 horas em 10.7.96.

Origem de variação	11 horas						15 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	49,7931	36,1161	***	0,8347	36,67	1	52,4483	7,3605	**	0,7814	9,22
2- Forma	1	2,2069	1,6007	ns	0,0143	0,63	1	39,8621	5,5942	*	0,5644	6,66
3- F*T	1	2,7931	2,0259	ns	0,0488	2,14	1	3,4483	0,4839	ns	0,0000	0,00
4- Resíduo	112	1,3787			1,3787	60,56	112	7,1256			7,1256	84,11
5- Total	115				2,2765	100,00	115				8,4715	100,00

Quadro AIV.6.3 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas do interior do copado e medidas às 11 e 15 horas em 10.7.96.

Origem de variação	11 horas						15 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	28,009	28,4287	***	0,4659	25,43	1	1,690	1,2234	ns	0,0053	0,27
2- Forma	1	1,457	1,4788	ns	0,0081	0,44	1	29,000	20,9969	***	0,4762	24,31
3- F*T	1	11,802	11,9787	***	0,3730	20,36	1	4,172	3,0209	ns*	0,0962	4,91
4- Resíduo	112	0,985			0,9852	53,77	112	1,381			1,3812	70,51
5- Total	115				1,8323	100,00	115				1,9589	100,00

Quadro AIV.6.4 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas da face NE do copado e medidas às 11 e 15 horas em 23.7.96.

Origem de variação	11 horas						15 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	210,675	113,295	***	3,48026	49,57	1	2,700	2,452	ns	0,02665	1,71
2- Forma	1	1,875	1,008	ns	0,00026	0,00	1	7,500	6,811	*	0,10665	6,86
3- F*T	1	1,408	0,757	ns	0,00000	0,00	1	7,500	6,811	*	0,21329	13,72
4- Calda bordalesa	1	14,008	7,533	**	0,20248	2,88	1	0,833	0,757	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	42,008	22,591	***	1,33829	19,06	1	0,833	0,757	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	6,075	3,267	ns*	0,14052	2,00	1	0,300	0,272	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	1,008	0,542	ns	0,00000	0,00	1	2,700	2,452	ns	0,10659	6,86
8- Resíduo	112	1,860			1,85952	26,48	112	1,101			1,10119	70,85
9- Total	119				7,02133	100,00	119				1,55436	100,00

Quadro AIV.6.5 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas da face SW do copado e medidas às 11 e 15 horas em 23.7.96.

Origem de variação	11 horas						15 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	418,133	214,035	***	6,93633	58,19	1	145,200	55,719	***	2,37657	32,74
2- Forma	1	0,300	0,154	ns	0,00000	0,00	1	104,533	40,113	***	1,69879	23,40
3- F*T	1	9,633	4,931	*	0,25599	2,15	1	3,333	1,279	ns	0,02424	0,33
4- Calda bordalesa	1	43,200	22,113	***	0,68744	5,77	1	22,533	8,647	**	0,33212	4,58
5- C*T	1	64,533	33,033	***	2,08599	17,50	1	8,533	3,275	ns*	0,19758	2,72
6- C*F	1	0,033	0,017	ns	0,00000	0,00	1	3,333	1,279	ns	0,02424	0,33
7- C*F*T	1	0,833	0,427	ns	0,00000	0,00	1	2,133	0,819	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	112	1,954			1,95357	16,39	112	2,606			2,60595	35,90
9- Total	119				11,91932	100,00	119				7,25950	100,00

Quadro AIV.6.6 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas do interior do copado e medidas às 11 e 15 horas em 23.7.96.

Origem de variação	11 horas						15 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	396,033	404,706	***	6,58425	68,41	1	23,4083	35,557	***	0,37917	25,78
2- Forma	1	26,133	26,706	***	0,41925	4,36	1	12,6750	19,253	***	0,20028	13,62
3- F*T	1	8,533	8,720	**	0,25182	2,62	1	2,4083	3,658	ns*	0,05833	3,97
4- Calda bordalesa	1	34,133	34,881	***	0,55258	5,74	1	3,0083	4,570	*	0,03917	2,66
5- C*T	1	26,133	26,706	***	0,83849	8,71	1	3,6750	5,582	*	0,10056	6,84
6- C*F	1	0,833	0,852	ns	0,00000	0,00	1	1,0083	1,532	ns	0,01167	0,79
7- C*F*T	1	0,300	0,307	ns	0,00000	0,00	1	1,0083	1,532	ns	0,02333	1,59
8- Resíduo	112	0,979			0,97857	10,17	112	0,6583			0,65833	44,76
9- Total	119				9,62496	100,00	119				1,47083	100,00

Quadro AIV.6.7 - Resumo das análises de variância dos valores da temperatura de folhas da face NE e SW do copado e medidas às 11 e 15 horas em 3.9.96.

Origem de variação	face NE						face SW					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	20,4167	11,994	***	0,15595	7,37	1	43,35	7,346	**	0,31207	3,12
2- Forma	1	0,8167	0,480	ns	0,00000	0,00	1	28,02	4,748	*	0,18430	1,84
3- F*T	1	16,0167	9,409	**	0,23857	11,28	1	45,07	7,637	**	0,65276	6,52
4- Calda bordalesa	1	0,4167	0,245	ns	0,00000	0,00	1	52,27	8,857	**	0,38638	3,86
5- C*T	1	0,4167	0,245	ns	0,00000	0,00	1	20,42	3,460	ns*	0,24193	2,42
6- C*F	1	2,8167	1,655	ns	0,01857	0,88	1	98,82	16,745	***	1,54859	15,47
7- C*F*T	1	1,3500	0,793	ns	0,00000	0,00	1	29,40	4,982	*	0,78330	7,82
8- Resíduo	232	1,7023			1,70230	80,47	232	5,90			5,90115	58,95
9- Total	239				2,11540	100,00	239				10,01047	100,00

ANEXO IV.7 - Quadros da análise de variância relativos aos valores da PPFD ($\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e razão *red-far-red* transmitida pelas folhas expostas ao Sol em 29.7.96.

Quadro AIV.7.1 - Resumo das análises de variância dos valores da PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e razão *red-far-red* transmitida pelas folhas.

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						razão <i>red-far-red</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	26816,99	60,720	***	439,589	19,61	1	0,0507	28,449	***	0,00082	16,63
2- Forma	1	923,45	2,091	ns	8,030	0,36	1	0,0197	11,054	**	0,00030	6,09
3- F*T	1	7484,42	16,946	***	234,759	10,47	1	0,0103	5,780	*	0,00028	5,79
4- Calda bordalesa	1	48482,09	109,774	***	800,674	35,71	1	0,0304	17,058	***	0,00048	9,73
5- C*T	1	859,79	1,947	ns	13,938	0,62	1	0,0185	10,381	**	0,00056	11,37
6- C*F	1	3972,34	8,994	**	117,690	5,25	1	0,0166	9,315	**	0,00049	10,07
7- C*F*T	1	3226,40	7,305	**	185,650	8,28	1	0,0047	2,637	ns	0,00019	3,97
8- Resíduo	112	441,65			441,652	19,70	112	0,0018			0,00178	36,35
9- Total	119				2241,982	100,00	119				0,00490	100,00

ANEXO IV.8 - Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros registados pelo IRGA em 1995.

Quadro AIV.8.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 29.6.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	805,8	0,077	ns	0,00	0,00	1	0,528	1,282	ns	0,005	1,14
2- Forma	1	15199,2	1,456	ns	194,33	1,83	1	0,000	0,000	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	0,3	0,000	ns	0,00	0,00	1	0,076	0,185	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	45	10438,1			10438,11	98,17	45	0,412			0,412	98,86
5- Total	48				10632,44	100,00	48				0,417	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	118096,7	26,406	***	4637,7	46,60	1	3,199	23,438	***	0,125	44,22
2- Forma	1	16442,1	3,676	ns*	488,6	4,91	1	0,655	4,799	*	0,021	7,49
3- F*T	1	8802,3	1,968	ns	353,5	3,55	1	0,102	0,749	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	45	4472,4			4472,4	44,94	45	0,137			0,137	48,29
5- Total	47				9952,2	100,00	48				0,283	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1808,05	10,814	**	66,97	21,68	1	15,078	5,383	*	0,501	15,17
2- Forma	1	1998,16	11,951	**	74,73	24,19	1	1,013	0,362	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	30,36	0,182	ns	0,00	0,00	1	2,779	0,992	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	45	167,19			167,19	54,13	45	2,801			2,801	84,83
5- Total	48				308,90	100,00	48				3,302	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1395,88	24,757	***	54,67	42,85	1	83,47	1,470	ns	1,09	1,84
2- Forma	1	461,54	8,186	**	16,54	12,96	1	91,05	1,604	ns	1,40	2,36
3- F*T	1	2,13	0,038	ns	0,00	0,00	1	46,19	0,814	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	45	56,38			56,38	44,19	45	56,77			56,77	95,80
5- Total	48				127,59	100,00	48				59,26	100,00

Quadro AIV.8.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 29.6.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3091,5	0,893	ns	0,0	0,00	1	0,035	0,042	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	79,0	0,023	ns	0,0	0,00	1	0,377	0,463	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	3916,5	1,131	ns	39,6	1,13	1	1,143	1,402	ns	0,029	3,38
4- Resíduo	42	3461,5			3461,5	98,87	42	0,815			0,815	96,62
5- Total	45				3501,1	100,00	45				0,844	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	131535,0	9,986	**	5146,2	25,25	1	15,099	15,030	***	0,613	35,74
2- Forma	1	60568,6	4,598	*	2060,7	10,11	1	3,242	3,227	ns*	0,097	5,67
3- F*T	1	5898,7	0,448	ns	0,0	0,00	1	0,778	0,774	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	42	13172,4			13172,4	64,64	42	1,005			1,005	58,59
5- Total	45				20379,3	100,00	45				1,715	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	164,64	1,328	ns	1,77	1,08	1	44,446	10,029	**	1,740	27,51
2- Forma	1	991,84	8,000	**	37,733	23,08	1	7,956	1,795	ns	0,153	2,42
3- F*T	1	83,09	0,670	ns	0,00	0,00	1	0,002	0,001	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	42	123,97			123,97	75,84	42	4,432			4,432	70,07
5- Total	45				163,48	100,00	45				6,325	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	677,33	12,499	***	27,09	28,59	1	779,15	9,976	**	30,48	28,07
2- Forma	1	364,14	6,719	*	13,48	14,22	1	64,65	0,828	ns	0,00	0,00
3- F*T	1	6,48	0,120	ns	0,00	0,00	1	1,48	0,019	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	42	54,19			54,19	57,19	42	78,10			78,10	71,93
5- Total	45				94,76	100,00	45				108,58	100,00

Quadro AIV.8.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 29.6.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	38428,9	1,022	ns	32,748	0,08	1	0,047	0,132	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	60635,2	1,613	ns	903,583	2,35	1	0,116	0,325	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	26479,9	0,704	ns	0,000	0,00	1	0,064	0,178	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	47	37593,9			37593,878	97,57	47	0,358			0,358	100,00
5- Total	50				38530,208	100,00	50				0,358	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	18439,0	4,386	*	558,240	6,38	1	5,059	7,582	**	0,172	20,01
2- Forma	1	97467,6	23,185	***	3657,403	41,80	1	1,212	1,817	ns	0,021	2,48
3- F*T	1	8412,5	2,001	ns	330,088	3,77	1	0,097	0,146	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	47	4203,9			4203,877	48,05	47	0,667			0,667	77,51
5- Total	49				8749,608	100,00	50				0,861	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1285,11	11,146	**	45,875	14,88	1	2,292	1,671	ns	0,036	1,58
2- Forma	1	3308,03	28,691	***	125,205	40,62	1	20,469	14,929	***	0,749	32,84
3- F*T	1	393,77	3,415	ns*	21,841	7,09	1	2,959	2,158	ns	0,125	5,46
4- Resíduo	47	115,30			115,298	37,41	47	1,371			1,371	60,12
5- Total	50				308,219	100,00	50				2,281	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	751,62	11,684	**	26,953	15,13	1	2,37	0,096	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	1965,50	30,554	***	74,556	41,85	1	126,61	5,146	*	4,000	13,98
3- F*T	1	221,28	3,440	ns*	12,310	6,91	1	24,70	1,004	ns	0,008	0,03
4- Resíduo	47	64,33			64,328	36,11	47	24,60			24,604	85,99
5- Total	50				178,146	100,00	50				28,611	100,00

Quadro AIV.8.4 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 3.8.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	48848,4	11,287	**	3871,36	22,45	1	21,133	71,348	***	1,812	40,21
2- Forma	1	63391,6	14,648	**	5135,99	29,79	1	0,137	0,463	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	26786,8	6,190	*	3905,93	22,65	1	14,085	47,553	***	2,398	53,22
4- Resíduo	19	4327,7			4327,69	25,10	19	0,296			0,296	6,57
5- Total	22				17240,98	100,00	22				4,506	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	5771,7	2,898	ns	328,7	5,31	1	1,312	7,758	*	0,099	11,20
2- Forma	1	29308,6	14,716	**	2375,4	38,40	1	2,550	15,078	***	0,207	23,34
3- F*T	1	10555,5	5,300	*	1489,4	24,08	1	2,536	14,996	***	0,412	46,40
4- Resíduo	19	1991,7			1991,7	32,20	19	0,169			0,169	19,06
5- Total	22				6185,1	100,00	22				0,887	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,78	0,006	ns	0,00	0,00	1	1,453	0,603	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	970,75	8,014	*	73,88	23,53	1	19,770	8,203	**	1,510	38,33
3- F*T	1	805,53	6,650	*	119,03	37,90	1	2,517	1,044	ns	0,019	0,47
4- Resíduo	19	121,14			121,14	38,57	19	2,410			2,410	61,20
5- Total	22				314,04	100,00	22				3,938	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	328,45	3,974	ns*	21,37	7,84	1	32,62	0,807	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	852,61	10,316	**	66,95	24,56	1	244,82	6,059	*	17,78	30,55
3- F*T	1	667,13	8,072	*	101,65	37,29	1	9,77	0,242	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	19	82,65			82,65	30,32	19	40,41			40,41	69,45
5- Total	22				272,63	100,00	22				58,18	100,00

Quadro AIV.8.5 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 3.8.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	16853,9	4,062	ns*	590,9	9,20	1	5,214	32,523	***	0,235	30,84
2- Forma	1	40315,9	9,716	**	1682,2	26,19	1	0,103	0,639	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	1873,3	0,451	ns	0,0	0,00	1	4,103	25,597	***	0,367	48,13
4- Resíduo	39	4149,5			4149,5	64,61	39	0,160			0,160	21,03
5- Total	42				6422,6	100,00	42				0,762	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	14,7	0,022	ns	0,0	0,00	1	0,416	0,894	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	7520,9	11,456	**	319,3	29,82	1	7,348	15,788	***	0,320	35,39
3- F*T	1	1678,4	2,557	ns	95,1	8,88	1	1,744	3,748	ns*	0,119	13,15
4- Resíduo	39	656,5			656,5	61,31	39	0,465			0,465	51,45
5- Total	42				1070,8	100,00	42				0,904	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	368,04	0,717	ns	0,00	0,00	1	0,000	0,000	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	55,34	0,108	ns	0,00	0,00	1	18,080	7,829	**	0,734	23,98
3- F*T	1	743,64	1,449	ns	0,00	0,00	1	2,479	1,073	ns	0,016	0,52
4- Resíduo	39	513,27			513,27	100,00	39	2,309			2,309	75,50
5- Total	42				513,27	100,00	42				3,059	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	93,60	0,527	ns	0,00	0,00	1	0,25	0,004	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	148,10	0,833	ns	0,00	0,00	1	384,83	5,973	*	14,90	18,79
3- F*T	1	431,03	2,426	ns	23,57	11,71	1	46,84	0,727	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	39	177,70			177,70	88,29	39	64,42			64,42	81,21
5- Total	42				201,26	100,00	42				79,33	100,00

Quadro AIV.8.6 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 3.8.95

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	128960,1	5,956	*	6132,0	20,39	1	1,265	3,839	ns	0,053	13,89
2- Forma	1	61785,6	2,854	ns	2293,4	7,63	1	0,364	1,104	ns	0,002	0,51
3- F*T	1	150,4	0,007	ns	0,0	0,00	1	0,001	0,002	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	31	21650,6			21650,6	71,99	31	0,330			0,330	85,60
5- Total	34				30076,0	100,00	34				0,385	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	246,1	0,351	ns	0,0	0,00	1	0,006	0,017	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	1968,6	2,805	ns	72,4	6,86	1	0,838	2,495	ns	0,029	6,05
3- F*T	1	3160,0	4,502	*	280,9	26,62	1	1,299	3,868	ns*	0,110	23,20
4- Resíduo	31	701,9			701,9	66,52	31	0,336			0,336	70,76
5- Total	34				1055,2	100,00	34				0,475	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	829,79	2,111	ns	24,95	3,46	1	1,730	0,717	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	3733,40	9,497	**	190,87	26,50	1	0,862	0,358	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	1368,12	3,480	ns*	111,43	15,47	1	5,210	2,160	ns	0,320	11,71
4- Resíduo	31	393,12			393,12	54,57	31	2,412			2,412	88,29
5- Total	34				720,38	100,00	34				2,731	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	93,60	0,469	ns	0,00	0,00	1	115,07	1,695	ns	2,70	3,82
2- Forma	1	1591,26	7,967	**	79,52	22,35	1	14,31	0,211	ns	0,00	0,00
3- F*T	1	869,17	4,352	*	76,51	21,51	1	54,94	0,809	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	31	199,72			199,72	56,14	31	67,89			67,89	96,18
5- Total	34				355,75	100,00	34				70,59	100,00

Quadro AIV.8.7 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 25.8.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	169569,7	6,613	*	4718,96	14,43	1	23,058	5,055	*	0,606	11,27
2- Forma	1	97268,0	3,793	ns*	2348,41	7,18	1	0,183	0,040	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	17349,3	0,677	ns	0,00	0,00	1	7,805	1,711	ns	0,213	3,95
4- Resíduo	57	25641,5			25641,49	78,39	57	4,561			4,561	84,77
5- Total	60				32708,85	100,00	60				5,380	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	104,3	0,114	ns	0,0	0,00	1	0,720	2,313	ns	0,013	1,90
2- Forma	1	24318,7	26,666	***	767,4	45,70	1	10,647	34,213	***	0,339	47,95
3- F*T	1	332,7	0,365	ns	0,0	0,00	1	0,972	3,123	ns*	0,043	6,13
4- Resíduo	57	912,0			912,0	54,30	57	0,311			0,311	44,03
5- Total	60				1679,4	100,00	60				0,707	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	352,28	0,296	ns	0,00	0,00	1	0,181	0,066	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	5536,56	4,657	*	142,55	10,71	1	53,130	19,290	***	1,652	37,49
3- F*T	1	513,91	0,432	ns	0,00	0,00	1	0,494	0,179	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	57	1188,87			1188,87	89,29	57	2,754			2,754	62,51
5- Total	60				1331,42	100,00	60				4,406	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)						g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,04	0,000	ns	0,00	0,00	1	12,19	0,181	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	4107,71	7,959	**	117,76	18,58	1	892,33	13,253	***	27,05	28,66
3- F*T	1	488,40	0,946	ns	0,00	0,00	1	7,18	0,107	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	57	516,12			516,12	81,42	57	67,33			67,33	71,34
5- Total	60				633,88	100,00	60				94,38	100,00

Quadro AIV.8.8 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 25.8.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	15924,7	1,132	ns	90,5	0,64	1	3,703	14,171	***	0,168	39,12
2- Forma	1	14927,5	1,061	ns	41,8	0,29	1	0,020	0,076	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	2148,4	0,153	ns	0,0	0,00	1	0,121	0,464	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	37	14069,6			14069,6	99,07	37	0,261			0,261	60,88
5- Total	40				14201,9	100,00	40				0,429	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	433,2	1,218	ns	3,8	0,81	1	1,201	1,987	ns	0,029	3,51
2- Forma	1	2621,6	7,372	**	110,5	23,52	1	4,599	7,608	**	0,195	23,52
3- F*T	1	0,0	0,000	ns	0,0	0,00	1	0,000	0,001	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	37	355,6			355,6	75,67	37	0,605			0,605	72,97
5- Total	40				469,9	100,00	40				0,828	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	719,03	0,276	ns	0,00	0,00	1	0,511	0,313	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	751,87	0,289	ns	0,00	0,00	1	6,726	4,120	*	0,248	13,21
3- F*T	1	3300,82	1,269	ns	68,20	2,55	1	0,135	0,083	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	37	2601,82			2601,82	97,45	37	1,633			1,633	86,79
5- Total	40				2670,01	100,00	40				1,881	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)						g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	312,24	0,288	ns	0,00	0,00	1	4,43	0,076	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	262,87	0,242	ns	0,00	0,00	1	134,86	2,299	ns	3,72	5,96
3- F*T	1	1154,36	1,063	ns	6,68	0,61	1	17,21	0,293	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	37	1085,94			1085,94	99,39	37	58,65			58,65	94,04
5- Total	40				1092,62	100,00	40				62,37	100,00

Quadro AIV.8.9 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 25.8.95

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	168392,6	24,730	***	7344,69	51,77	1	0,001	0,001	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	7555,7	1,110	ns	33,92	0,24	1	14,099	13,525	***	0,593	36,28
3- F*T	1	414,5	0,061	ns	0,00	0,00	1	0,711	0,682	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	40	6809,4			6809,37	47,99	40	1,042			1,042	63,72
5- Total	43				14187,99	100,00	43				1,636	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	171,4	1,220	ns	1,40	0,66	1	0,470	1,286	ns	0,005	0,84
2- Forma	1	1669,6	11,879	**	69,50	32,87	1	4,630	12,681	***	0,194	34,39
3- F*T	1	0,5	0,004	ns	0,000	0,00	1	0,000	0,001	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	40	140,6			140,55	66,47	40	0,365			0,365	64,77
5- Total	43				211,46	100,00	43				0,564	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	10067,1	0,956	ns	0,00	0,00	1	0,635	0,912	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	8817,9	0,837	ns	0,00	0,00	1	4,037	5,794	*	0,152	17,89
3- F*T	1	42,9	0,004	ns	0,00	0,00	1	0,002	0,003	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	40	10535,8			10535,76	100,00	40	0,697			0,697	82,11
5- Total	43				10535,76	100,00	43				0,849	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)						g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	432,34	0,142	ns	0,0	0,00	1	2,000	0,039	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	2039,30	0,671	ns	0,0	0,00	1	58,428	1,142	ns	0,45	0,88
3- F*T	1	253,46	0,083	ns	0,0	0,00	1	48,807	0,954	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	40	3041,06			3041,1	100,00	40	51,180			51,180	99,12
5- Total	43				3041,1	100,00	43				51,633	100,00

ANEXO IV.9 - Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros registrados pelo IRGA em 1996.

Quadro AIV.9.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 8.7.96

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	5408,0	0,923	ns	0,000	0,000	1	40,500	236,565	***	2,521	72,173
2- Forma	1	2850,1	0,487	ns	0,000	0,000	1	7,801	45,568	***	0,477	13,655
3- F*T	1	16653,1	2,843	ns	1349,405	18,723	1	2,761	16,129	***	0,324	9,271
4- Resíduo	28	5857,9			5857,884	81,277	28	0,171			0,171	4,902
5- Total	31				7207,289	100,000	31				3,492	100,000

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	75695,5	4,239	*	3614,87	16,142	1	0,150	0,368	ns	0,000	0,000
2- Forma	1	32613,3	1,826	ns	922,23	4,118	1	0,188	0,460	ns	0,000	0,000
3- F*T	1	5270,6	0,295	ns	0,00	0,000	1	1,190	2,920	ns*	0,098	19,351
4- Resíduo	28	17857,6			17857,56	79,740	28	0,408			0,408	80,649
5- Total	31				22394,66	100,000	31				0,505	100,000

Origem de variação	C_i (ppm)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3,290	0,031	ns	0,000	0,000	1	36,125	9,009	**	2,007	33,168
2- Forma	1	701,060	6,599	*	37,177	22,536	1	4,560	1,137	ns	0,034	0,568
3- F*T	1	278,720	2,624	ns	21,561	13,070	1	0,006	0,001	ns	0,000	0,000
4- Resíduo	28	106,230			106,230	64,394	28	4,010			4,010	66,264
5- Total	31				164,968	100,000	31				6,052	100,000

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	25,898	0,395	ns	0,000	0,000	1	598,490	8,070	**	32,770	30,645
2- Forma	1	241,681	3,684	ns*	11,005	12,075	1	15,056	0,203	ns	0,000	0,000
3- F*T	1	181,833	2,772	ns	14,528	15,941	1	8,313	0,112	ns	0,000	0,000
4- Resíduo	28	65,607			65,607	71,985	28	74,164			74,164	69,355
5- Total	31				91,139	100,000	31				106,934	100,000

Quadro AIV.9.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 8.7.96

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	56784,50	33,356	***	3442,631	66,91	1	0,0153	0,282	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	197,81	0,116	ns	0,000	0,00	1	0,0674	1,244	ns	0,001	1,50
3- F*T	1	618,47	0,363	ns	0,000	0,00	1	0,0087	0,161	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	28	1702,40			1702,401	33,09	28	0,0542			0,054	98,50
5- Total	31				5145,032	100,00	31				0,055	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	133079,0	4,093	ns*	6285,34	15,46	1	6,275	2,681	ns	0,246	7,84
2- Forma	1	62092,7	1,910	ns	1848,70	4,55	1	8,863	3,786	ns*	0,408	13,00
3- F*T	1	16589,2	0,510	ns	0,00	0,00	1	3,481	1,487	ns	0,143	4,54
4- Resíduo	28	32513,5			32513,54	79,99	28	2,341			2,341	74,62
5- Total	31				40647,58	100,00	31				3,137	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	188,132	1,283	ns	2,593	1,02	1	39,316	7,302	*	2,121	26,74
2- Forma	1	1836,617	12,525	**	105,624	41,44	1	8,968	1,665	ns	0,224	2,82
3- F*T	1	110,832	0,756	ns	0,000	0,00	1	7,005	1,301	ns	0,203	2,55
4- Resíduo	28	146,638			146,638	57,54	28	5,385			5,385	67,89
5- Total	31				254,855	100,00	31				7,932	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	125,631	0,933	ns	0,000	0,00	1	640,104	8,071	**	35,050	29,45
2- Forma	1	802,163	5,956	*	41,718	22,32	1	38,239	0,482	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	218,846	1,625	ns	10,521	5,63	1	116,521	1,469	ns	4,652	3,91
4- Resíduo	28	134,676			134,676	72,05	28	79,305			79,305	66,64
5- Total	31				186,915	100,00	31				119,007	100,00

Quadro AIV.9.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 8.7.96

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	60232,06	3,175	ns*	2578,96	9,97	1	0,6586	3,768	ns*	0,030	2,00
2- Forma	1	68651,71	3,619	ns*	3105,19	12,00	1	3,3195	18,990	***	0,197	13,01
3- F*T	1	28749,93	1,516	ns	1222,66	4,73	1	9,0452	51,746	***	1,109	73,41
4- Resíduo	28	18968,68			18968,68	73,31	28	0,1748			0,175	11,57
5- Total	31				25875,48	100,00	31				1,510	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	40581,0	4,275	*	1943,07	16,71	1	4,034	3,020	ns*	0,169	9,46
2- Forma	1	12587,0	1,326	ns	193,44	1,66	1	0,551	0,413	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	6145,4	0,647	ns	0,00	0,00	1	3,563	2,667	ns	0,278	15,61
4- Resíduo	28	9491,9			9491,91	81,63	28	1,336			1,336	74,93
5- Total	31				11628,42	100,00	31				1,783	100,00

Origem de variação	C_i (ppm)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	598,905	2,592	ns	22,989	6,26	1	18,447	4,180	*	0,877	16,58
2- Forma	1	1579,111	6,834	*	84,252	22,94	1	0,835	0,189	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	463,087	2,004	ns	29,002	7,90	1	0,559	0,127	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	28	231,075			231,075	62,91	28	4,413			4,413	83,42
5- Total	31				367,318	100,00	31				5,290	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)						g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	408,223	3,205	ns	17,553	8,83	1	244,256	2,717	ns	9,648	9,69
2- Forma	1	516,191	4,052	*	24,301	12,22	1	6,863	0,076	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	364,640	2,863	ns	29,657	14,91	1	0,014	0,000	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	28	127,383			127,383	64,05	28	89,894			89,894	90,31
5- Total	31				198,893	100,00	31				99,542	100,00

Quadro AIV.9.4 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 29.7.96

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	64874,0	5,517	*	1435,56	6,93	1	0,003	0,000	ns	0,0000	0,00
2- Forma	1	34586,0	2,941	ns*	616,97	2,98	1	50,280	9,670	**	1,2184	15,97
3- F*T	1	97337,7	8,278	**	4625,92	22,33	1	25,231	4,852	*	1,0828	14,20
4- Calda bordalesa	1	35990,6	3,061	ns*	654,93	3,16	1	9,891	1,902	ns	0,1268	1,66
5- C*T	1	22758,6	1,936	ns	594,62	2,87	1	2,798	0,538	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	30783,8	2,618	ns	1028,41	4,96	1	1,684	0,324	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	1120,5	0,095	ns	0,00	0,00	1	0,620	0,119	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	66	11758,2			11758,18	56,76	66	5,200			5,1998	68,17
9- Total	73				20714,59	100,00	73				7,6277	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	4,081	0,746	ns	0,0000	0,00	1	11,501	12,592	***	0,2862	11,69
2- Forma	1	79,987	14,611	***	2,0139	23,62	1	13,634	14,926	***	0,3438	14,04
3- F*T	1	18,489	3,377	ns*	0,7035	8,25	1	7,590	8,310	**	0,3609	14,74
4- Calda bordalesa	1	17,865	3,263	ns*	0,3349	3,93	1	3,656	4,002	*	0,0741	3,03
5- C*T	1	1,980	0,362	ns	0,0000	0,00	1	1,368	1,498	ns	0,0246	1,00
6- C*F	1	3,856	0,704	ns	0,0000	0,00	1	0,335	0,367	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	0,005	0,001	ns	0,0000	0,00	1	5,030	5,506	*	0,4450	18,18
8- Resíduo	66	5,474			5,4743	64,20	66	0,913			0,9134	37,31
9- Total	73				8,5265	100,00	73				2,4479	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	95180,8	10,090	**	2317,51	10,03	1	31,091	6,738	*	0,7156	8,36
2- Forma	1	279742,8	29,656	***	7305,68	31,62	1	101,870	22,077	***	2,6285	30,69
3- F*T	1	417,6	0,044	ns	0,00	0,00	1	1,869	0,405	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	50730,4	5,378	*	1116,15	4,83	1	14,433	3,128	ns*	0,2654	3,10
5- C*T	1	8438,1	0,895	ns	0,00	0,00	1	0,362	0,078	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	30579,7	3,242	ns*	1143,08	4,95	1	1,708	0,370	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	25970,0	2,753	ns	1787,81	7,74	1	7,764	1,683	ns	0,3405	3,98
8- Resíduo	66	9432,8			9432,76	40,83	66	4,614			4,6142	53,88
9- Total	73				23102,99	100,00	73				8,5641	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	213,442	3,123	ns*	3,9218	4,10	1	4573,769	16,585	***	116,1617	17,54
2- Forma	1	899,083	13,157	***	22,4527	23,49	1	6900,977	25,023	***	179,0592	27,04
3- F*T	1	22,455	0,329	ns	0,0000	0,00	1	618,578	2,243	ns	18,5293	2,80
4- Calda bordalesa	1	100,670	1,473	ns	0,8739	0,91	1	1879,337	6,814	*	43,3392	6,55
5- C*T	1	0,090	0,001	ns	0,0000	0,00	1	438,536	1,590	ns	8,7973	1,33
6- C*F	1	0,677	0,010	ns	0,0000	0,00	1	481,595	1,746	ns	11,1248	1,68
7- C*F*T	1	67,171	0,983	ns	0,0000	0,00	1	362,146	1,313	ns	9,3363	1,41
8- Resíduo	66	68,335			68,3353	71,49	66	275,786			275,7857	41,65
9- Total	73				95,5836	100,00	73				662,1336	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	2884,21	21,134	***	74,2633	20,28
2- Forma	1	3135,40	22,975	***	81,0523	22,13
3- F*T	1	562,70	4,123	*	23,0393	6,29
4- Calda bordalesa	1	759,62	5,566	*	16,8418	4,60
5- C*T	1	328,98	2,411	ns	10,4061	2,84
6- C*F	1	195,32	1,431	ns	3,1811	0,87
7- C*F*T	1	330,61	2,423	ns	20,9880	5,73
8- Resíduo	66	136,47			136,4695	37,26
9- Total	73				366,2415	100,00

Quadro AIV.9.5 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 29.7.96

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	63292,69	37,323	***	2566,536	44,69	1	0,2552	2,056	ns	0,0055	2,22
2- Forma	1	19400,52	11,440	**	737,696	12,85	1	0,1102	0,888	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	8347,69	4,923	*	554,323	9,65	1	1,2352	9,953	**	0,0926	37,60
4- Calda bordalesa	1	1,69	0,001	ns	0,000	0,00	1	0,0002	0,002	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	99,19	0,058	ns	0,000	0,00	1	0,3852	3,104	ns*	0,0218	8,84
6- C*F	1	3870,02	2,282	ns	181,184	3,15	1	0,1519	1,224	ns	0,0023	0,94
7- C*F*T	1	1740,02	1,026	ns	7,368	0,13	1	0,0019	0,015	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	40	1695,81			1695,813	29,53	40	0,1241			0,1241	50,40
9- Total	47				5742,920	100,00	47				0,2462	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,7008	2,899	ns*	0,0191	4,36	1	22,7013	25,300	***	0,9085	32,32
2- Forma	1	1,8408	7,616	**	0,0666	15,19	1	15,7667	17,571	***	0,6196	22,04
3- F*T	1	0,8533	3,530	ns*	0,0510	11,62	1	1,8921	2,109	ns	0,0829	2,95
4- Calda bordalesa	1	0,0408	0,169	ns	0,0000	0,00	1	1,0355	1,154	ns	0,0058	0,20
5- C*T	1	0,9633	3,986	ns*	0,0601	13,71	1	1,7672	1,969	ns	0,0725	2,58
6- C*F	1	0,0133	0,055	ns	0,0000	0,00	1	3,5916	4,003	ns*	0,2245	7,99
7- C*F*T	1	0,0075	0,031	ns	0,0000	0,00	1	0,3979	0,443	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	40	0,2417			0,2417	55,11	40	0,8973			0,8973	31,92
9- Total	47				0,4386	100,00	47				2,8110	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	15495,17	26,509	***	621,277	32,05	1	27,1653	20,979	***	1,0779	26,97
2- Forma	1	11520,84	19,710	***	455,680	23,51	1	20,6850	15,974	***	0,8079	20,22
3- F*T	1	1767,10	3,023	ns*	98,547	5,08	1	1,0532	0,813	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	768,00	1,314	ns	7,645	0,39	1	8,9874	6,941	*	0,3205	8,02
5- C*T	1	979,57	1,676	ns	32,920	1,70	1	2,2145	1,710	ns	0,0766	1,92
6- C*F	1	2235,60	3,825	ns*	137,589	7,10	1	6,3148	4,877	*	0,4183	10,47
7- C*F*T	1	191,92	0,328	ns	0,000	0,00	1	0,1441	0,111	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	40	584,53			584,530	30,16	40	1,2949			1,2949	32,40
9- Total	47				1938,188	100,00	47				3,9962	100,00

Origem de variação	g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	366,694	12,684	***	14,0743	17,39	1	5719,023	12,067	**	218,5450	22,26
2- Forma	1	318,013	11,000	**	12,0459	14,89	1	2517,203	5,311	*	85,1358	8,67
3- F*T	1	3,147	0,109	ns	0,0000	0,00	1	832,000	1,755	ns	29,8381	3,04
4- Calda bordalesa	1	342,454	11,845	**	13,0643	16,15	1	2883,310	6,084	*	100,3903	10,23
5- C*T	1	93,996	3,251	ns*	5,4237	6,70	1	637,292	1,345	ns	13,6124	1,39
6- C*F	1	117,657	4,070	ns*	7,3955	9,14	1	1198,001	2,528	ns	60,3381	6,15
7- C*F*T	1	7,324	0,253	ns	0,0000	0,00	1	158,413	0,334	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	40	28,911			28,9111	35,73	40	473,943			473,9434	48,27
9- Total	47				80,9148	100,00	47				981,8030	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1664,07	8,084	**	60,759	16,81
2- Forma	1	863,18	4,193	*	27,389	7,58
3- F*T	1	153,28	0,745	ns	0,000	0,00
4- Calda bordalesa	1	1450,31	7,046	*	51,852	14,35
5- C*T	1	80,25	0,390	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	386,20	1,876	ns	15,029	4,16
7- C*F*T	1	208,89	1,015	ns	0,508	0,14
8- Resíduo	40	205,85			205,847	56,96
9- Total	47				361,384	100,00

Quadro AIV.9.6 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 29.7.96

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	37790	0,728	ns	0,0	0,00	1	8,6297	67,844	***	0,3470	45,53
2- Forma	1	1457446	28,090	***	57369,8	44,14	1	1,0436	8,204	**	0,0374	4,91
3- F*T	1	13684	0,264	ns	0,0	0,00	1	2,9385	23,101	***	0,2295	30,11
4- Calda bordalesa	1	395115	7,615	**	14009,4	10,78	1	0,0064	0,050	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	41327	0,797	ns	0,0	0,00	1	0,2159	1,697	ns	0,0072	0,95
6- C*F	1	115215	2,221	ns	5169,7	3,98	1	0,2971	2,336	ns	0,0139	1,82
7- C*F*T	1	61252	1,181	ns	1529,1	1,18	1	0,1122	0,882	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	41	51886			51885,5	39,92	41	0,1272			0,1272	16,69
9- Total	48				129963,5	100,00	48				0,7622	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	14,2824	26,943	***	0,5613	40,93	1	1,6442	3,389	ns*	0,0473	3,56
2- Forma	1	3,7335	7,043	*	0,1308	9,53	1	7,4400	15,334	***	0,2839	21,35
3- F*T	1	0,6283	1,185	ns	0,0080	0,58	1	6,7745	13,962	***	0,5134	38,61
4- Calda bordalesa	1	1,5253	2,877	ns*	0,0406	2,96	1	0,0069	0,014	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	0,0022	0,004	ns	0,0000	0,00	1	0,0162	0,033	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	1,7621	3,324	ns*	0,1006	7,33	1	0,2247	0,463	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	0,3133	0,591	ns	0,0000	0,00	1	0,2237	0,461	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	41	0,5301			0,5301	38,65	41	0,4852			0,4852	36,49
9- Total	48				1,3714	100,00	48				1,3298	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3911,24	4,273	*	122,285	7,46	1	9,8377	10,275	**	0,3625	9,22
2- Forma	1	6029,02	6,587	*	208,725	12,73	1	26,8069	28,000	***	1,0551	26,83
3- F*T	1	5536,64	6,049	*	377,256	23,02	1	19,8420	20,725	***	1,5416	39,20
4- Calda bordalesa	1	127,97	0,140	ns	0,000	0,00	1	1,2702	1,327	ns	0,0128	0,32
5- C*T	1	6,81	0,007	ns	0,000	0,00	1	0,9978	1,042	ns	0,0033	0,08
6- C*F	1	1105,20	1,208	ns	15,506	0,95	1	0,0293	0,031	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	202,57	0,221	ns	0,000	0,00	1	0,1273	0,133	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	41	915,25			915,249	55,84	41	0,9574			0,9574	24,35
9- Total	48				1639,023	100,00	48				3,9326	100,00

Origem de variação	g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	162,534	5,619	*	5,4533	6,19	1	528,166	0,892	ns	0,0000	0,00
2- Forma	1	620,807	21,461	***	24,1584	27,41	1	128,173	0,217	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	345,467	11,943	**	25,8400	29,31	1	1138,422	1,923	ns	44,6160	5,99
4- Calda bordalesa	1	119,820	4,142	*	3,7099	4,21	1	1541,448	2,604	ns	38,7580	5,20
5- C*T	1	29,694	1,027	ns	0,0626	0,07	1	81,738	0,138	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	6,291	0,217	ns	0,0000	0,00	1	1032,803	1,745	ns	35,9940	4,83
7- C*F*T	1	14,068	0,486	ns	0,0000	0,00	1	797,634	1,348	ns	33,5931	4,51
8- Resíduo	41	28,927			28,9270	32,82	41	591,876			591,8761	79,46
9- Total	48				88,1512	100,00	48				744,8372	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Terreno	1	678,774	2,716	ns	17,506	5,24						
2- Forma	1	242,247	0,969	ns	0,000	0,00						
3- F*T	1	793,277	3,175	ns*	44,358	13,27						
4- Calda bordalesa	1	602,298	2,410	ns	14,384	4,30						
5- C*T	1	31,173	0,125	ns	0,000	0,00						
6- C*F	1	327,462	1,310	ns	6,333	1,90						
7- C*F*T	1	260,351	1,042	ns	1,708	0,51						
8- Resíduo	41	249,887			249,887	74,78						
9- Total	48				334,176	100,00						

Quadro AIV.9.7 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 12.9.96

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1497700	159,172	***	48796,4	42,70	1	250,836	314,686	***	8,1980	58,08
2- Forma	1	49233	5,232	*	1305,7	1,14	1	1,260	1,580	ns	0,0152	0,11
3- F*T	1	829617	88,170	***	53784,1	47,06	1	65,145	81,728	***	4,2196	29,89
4- Calda bordalesa	1	33561	3,567	ns*	791,9	0,69	1	0,016	0,020	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	10374	1,102	ns	63,2	0,06	1	8,426	10,571	**	0,5002	3,54
6- C*F	1	11464	1,218	ns	134,8	0,12	1	0,128	0,160	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	225	0,024	ns	0,0	0,00	1	3,735	4,686	*	0,3853	2,73
8- Resíduo	53	9409			9409,3	8,23	53	0,797			0,7971	5,65
9- Total	60				114285,4	100,00	60				14,1154	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	350,416	333,253	***	11,4546	62,66	1	2,801	6,010	*	0,0766	6,84
2- Forma	1	0,422	0,401	ns	0,0000	0,00	1	0,016	0,034	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	72,201	68,664	***	4,6655	25,52	1	6,595	14,150	***	0,4019	35,93
4- Calda bordalesa	1	0,171	0,163	ns	0,0000	0,00	1	0,228	0,489	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	7,824	7,441	**	0,4441	2,43	1	0,443	0,951	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	0,110	0,105	ns	0,0000	0,00	1	0,235	0,505	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	6,120	5,820	*	0,6647	3,64	1	1,792	3,845	ns*	0,1739	15,55
8- Resíduo	53	1,052			1,0515	5,75	53	0,466			0,4661	41,67
9- Total	60				18,2804	100,00	60				1,1185	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	118102,7	35,551	***	3763,299	39,52	1	47,850	25,456	***	1,5072	34,68
2- Forma	1	183,4	0,055	ns	0,000	0,00	1	0,168	0,089	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	10753,4	3,237	ns*	487,300	5,12	1	8,227	4,377	*	0,4162	9,58
4- Calda bordalesa	1	384,4	0,116	ns	0,000	0,00	1	1,796	0,955	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	59,9	0,018	ns	0,000	0,00	1	1,065	0,567	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	5136,4	1,546	ns	118,967	1,25	1	0,602	0,320	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	17281,4	5,202	*	1830,722	19,23	1	6,023	3,204	ns*	0,5434	12,50
8- Resíduo	53	3322,1			3322,107	34,89	53	1,880			1,8797	43,25
9- Total	60				9522,396	100,00	60				4,3465	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	71,394	2,718	ns	1,4797	3,15	1	35000,64	79,113	***	1133,057	58,78
2- Forma	1	1,650	0,063	ns	0,0000	0,00	1	121,494	0,275	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	253,760	9,662	**	14,9178	31,72	1	535,506	1,210	ns	6,1046	0,32
4- Calda bordalesa	1	19,441	0,740	ns	0,0000	0,00	1	748,241	1,691	ns	10,0272	0,52
5- C*T	1	65,176	2,482	ns	2,5516	5,43	1	248,461	0,562	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	53,921	2,053	ns	1,8136	3,86	1	718,974	1,625	ns	18,1353	0,94
7- C*F*T	1	23,507	0,895	ns	0,0000	0,00	1	2867,005	6,480	*	317,9797	16,50
8- Resíduo	53	26,263			26,2635	55,85	53	442,411			442,4105	22,95
9- Total	60				47,0262	100,00	60				1927,714	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	7097,360	31,979	***	225,4236	37,89
2- Forma	1	41,932	0,189	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	319,124	1,438	ns	6,3727	1,07
4- Calda bordalesa	1	398,894	1,797	ns	5,8017	0,98
5- C*T	1	0,748	0,003	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	223,233	1,006	ns	0,0848	0,01
7- C*F*T	1	1253,338	5,647	*	135,2652	22,74
8- Resíduo	53	221,941			221,9407	37,31
9- Total	60				594,8887	100,00

Quadro AIV.9.8 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 12-13 horas, em 12.9.96

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	78085,6	25,408	***	2586,63	32,61	1	12,226	58,413	***	0,4144	44,51
2- Forma	1	4145,1	1,349	ns	36,96	0,47	1	4,710	22,503	***	0,1552	16,67
3- F*T	1	2840,3	0,924	ns	0,00	0,00	1	0,390	1,864	ns	0,0125	1,34
4- Calda bordalesa	1	544,6	0,177	ns	0,00	0,00	1	1,984	9,477	**	0,0612	6,57
5- C*T	1	2782,3	0,905	ns	0,00	0,00	1	0,003	0,012	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	35478,3	11,544	**	2234,83	28,17	1	0,927	4,428	*	0,0495	5,32
7- C*F*T	1	3084,5	1,004	ns	1,56	0,02	1	0,419	2,003	ns	0,0290	3,11
8- Resíduo	50	3073,2			3073,21	38,74	50	0,209			0,2093	22,48
9- Total	57				7933,20	100,00	57				0,9309	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	40,721	103,959	***	1,3907	76,49	1	30,853	18,392	***	1,0061	28,32
2- Forma	1	1,372	3,502	ns*	0,0338	1,86	1	4,247	2,532	ns	0,0886	2,49
3- F*T	1	0,106	0,272	ns	0,0000	0,00	1	0,235	0,140	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,445	1,136	ns	0,0018	0,10	1	21,659	12,911	***	0,6890	19,40
5- C*T	1	0,055	0,141	ns	0,0000	0,00	1	0,209	0,125	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	0,060	0,153	ns	0,0000	0,00	1	0,679	0,405	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	0,013	0,033	ns	0,0000	0,00	1	2,339	1,395	ns	0,0913	2,57
8- Resíduo	50	0,392			0,3917	21,55	50	1,678			1,6775	47,22
9- Total	57				1,8180	100,00	57				3,5525	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	67544,1	15,436	***	2178,220	27,31	1	90,200	24,484	***	2,9833	34,25
2- Forma	1	10956,1	2,504	ns	226,910	2,85	1	2,226	0,604	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	3895,9	0,890	ns	0,000	0,00	1	0,030	0,008	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	36667,2	8,380	**	1113,501	13,96	1	62,908	17,076	***	2,0422	23,45
5- C*T	1	3831,6	0,876	ns	0,000	0,00	1	0,184	0,050	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	3738,9	0,854	ns	0,000	0,00	1	0,339	0,092	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	4964,5	1,135	ns	81,212	1,02	1	3,073	0,834	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	50	4375,7			4375,705	54,86	50	3,684			3,6840	42,30
9- Total	57				7975,548	100,00	57				8,7095	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1558,599	22,971	***	51,4051	29,88	1	7072,752	20,590	***	232,0432	35,25
2- Forma	1	3,301	0,049	ns	0,0000	0,00	1	1089,440	3,172	ns*	25,7221	3,91
3- F*T	1	25,700	0,379	ns	0,0000	0,00	1	642,789	1,871	ns	20,6406	3,14
4- Calda bordalesa	1	1598,447	23,558	***	52,7792	30,68	1	19,055	0,055	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	8,173	0,120	ns	0,0000	0,00	1	769,661	2,241	ns	29,3904	4,46
6- C*F	1	0,697	0,010	ns	0,0000	0,00	1	444,601	1,294	ns	6,9725	1,06
7- C*F*T	1	33,103	0,488	ns	0,0000	0,00	1	168,351	0,490	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	50	67,852			67,8515	39,44	50	343,501			343,5005	52,18
9- Total	57				172,0357	100,00	57				658,2692	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3306,526	16,743	***	107,2083	33,63
2- Forma	1	523,944	2,653	ns	11,2572	3,53
3- F*T	1	65,372	0,331	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	276,098	1,398	ns	2,7108	0,85
5- C*T	1	198,725	1,006	ns	0,0854	0,03
6- C*F	1	146,809	0,743	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	73,767	0,374	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	50	197,486			197,4856	61,96
9- Total	57				318,7473	100,00

Quadro AIV.9.9 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 12.9.96

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	645441,9	104,610	***	22043,86	56,43	1	2,9297	14,243	***	0,0939	13,96
2- Forma	1	84208,6	13,648	***	2690,99	6,89	1	6,8966	33,527	***	0,2307	34,29
3- F*T	1	105376,4	17,079	***	6841,82	17,51	1	0,0056	0,027	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	12935,5	2,097	ns	233,29	0,60	1	0,0917	0,446	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	21885,4	3,547	ns*	1083,82	2,77	1	1,0323	5,018	*	0,0570	8,47
6- C*F	1	3,1	0,001	ns	0,00	0,00	1	0,0013	0,006	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	2550,4	0,413	ns	0,00	0,00	1	0,8250	4,011	ns*	0,0854	12,70
8- Resíduo	50	6170,0			6169,98	15,79	50	0,2057			0,2057	30,57
9- Total	57				39063,76	100,00	57				0,6728	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	4,936	17,320	***	0,1604	10,63	1	18,190	22,104	***	0,5989	25,08
2- Forma	1	19,465	68,298	***	0,6614	43,85	1	8,643	10,503	**	0,2697	11,30
3- F*T	1	0,802	2,814	ns*	0,0357	2,36	1	0,321	0,390	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	3,143	11,026	**	0,0985	6,53	1	8,485	10,311	**	0,2642	11,07
5- C*T	1	0,165	0,580	ns	0,0000	0,00	1	0,761	0,924	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	0,873	3,062	ns	0,0405	2,69	1	5,299	6,440	*	0,3087	12,93
7- C*F*T	1	1,928	6,765	*	0,2266	15,03	1	1,715	2,084	ns	0,1230	5,15
8- Resíduo	50	0,285			0,2850	18,90	50	0,823			0,8229	34,47
9- Total	57				1,5081	100,00	57				2,3874	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	13197,8	13,932	***	422,431	19,05	1	36,336	18,087	***	1,1837	18,75
2- Forma	1	9579,7	10,112	**	297,668	13,43	1	34,357	17,103	***	1,1155	17,67
3- F*T	1	121,4	0,128	ns	0,000	0,00	1	0,468	0,233	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	8019,1	8,465	**	243,855	11,00	1	30,834	15,349	***	0,9940	15,74
5- C*T	1	315,0	0,333	ns	0,000	0,00	1	0,466	0,232	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	5361,8	5,660	*	304,449	13,73	1	15,968	7,948	**	0,9627	15,25
7- C*F*T	1	956,4	1,010	ns	1,248	0,06	1	2,359	1,174	ns	0,0483	0,77
8- Resíduo	50	947,3			947,316	42,73	50	2,009			2,0089	31,82
9- Total	57				2216,966	100,00	57				6,3130	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	604,02	11,306	**	18,9861	12,37	1	13118,99	19,900	***	429,6463	21,77
2- Forma	1	1098,81	20,567	***	36,0478	23,48	1	696,430	1,056	ns	1,2822	0,06
3- F*T	1	71,16	1,332	ns	1,2232	0,80	1	3531,184	5,356	*	198,0646	10,04
4- Calda bordalesa	1	842,44	15,769	***	27,2074	17,72	1	424,491	0,644	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	2,39	0,045	ns	0,0000	0,00	1	1454,814	2,207	ns	54,8666	2,78
6- C*F	1	294,60	5,514	*	16,6326	10,83	1	5827,039	8,839	**	356,3994	18,06
7- C*F*T	1	35,42	0,663	ns	0,0000	0,00	1	2643,450	4,010	ns*	273,6831	13,87
8- Resíduo	50	53,43			53,4252	34,80	50	659,248			659,2479	33,41
9- Total	57				153,5223	100,00	57				1973,190	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	4967,21	15,523	***	160,249	17,08
2- Forma	1	222,31	0,695	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	824,98	2,578	ns	34,827	3,71
4- Calda bordalesa	1	313,71	0,980	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	1064,65	3,327	ns*	51,356	5,48
6- C*F	1	2769,89	8,656	**	168,959	18,01
7- C*F*T	1	1788,75	5,590	*	202,589	21,60
8- Resíduo	50	319,99			319,987	34,11
9- Total	57				937,967	100,00

Quadro AIV.9.10 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 12.9.96

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3334000	284,309	***	130285,2	66,41	1	81,3422	638,980	***	3,1849	86,60
2- Forma	1	300745	25,646	***	11334,0	5,78	1	0,5806	4,561	*	0,0178	0,48
3- F*T	1	535815	45,692	***	41105,0	20,95	1	3,3764	26,523	***	0,2548	6,93
4- Calda bordalesa	1	1696	0,145	ns	0,0	0,00	1	0,0749	0,588	ns	0,0000	0,00
5- C*T	1	8180	0,698	ns	0,0	0,00	1	0,1342	1,054	ns	0,0005	0,01
6- C*F	1	11871	1,012	ns	11,3	0,01	1	0,4700	3,692	ns*	0,0269	0,73
7- C*F*T	1	22653	1,932	ns	1713,9	0,87	1	0,5454	4,284	*	0,0656	1,78
8- Resíduo	43	11727			11726,7	5,98	43	0,1273			0,1273	3,46
9- Total	50				196176,1	100,00	50				3,6778	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	140,833	438,733	***	5,5103	77,70	1	0,565	1,220	ns	0,0040	0,44
2- Forma	1	1,084	3,376	ns*	0,0299	0,42	1	3,876	8,373	**	0,1338	14,88
3- F*T	1	11,185	34,845	***	0,8521	12,02	1	0,266	0,575	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,580	1,806	ns	0,0101	0,14	1	5,375	11,611	**	0,1926	21,41
5- C*T	1	1,277	3,979	ns*	0,0750	1,06	1	1,819	3,930	ns*	0,1064	11,82
6- C*F	1	1,275	3,972	ns*	0,0748	1,06	1	0,292	0,631	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	1,715	5,341	*	0,2186	3,08	1	0,176	0,380	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	43	0,321			0,3210	4,53	43	0,463			0,4629	51,45
9- Total	1				7,0919	100,00	50				0,8997	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	92,5	0,100	ns	0,000	0,00	1	7,829	12,238	**	0,2819	12,62
2- Forma	1	7127,6	7,733	**	243,368	15,85	1	8,507	13,299	***	0,3085	13,81
3- F*T	1	435,2	0,472	ns	0,000	0,00	1	0,348	0,543	ns	0,0000	0,00
4- Calda bordalesa	1	7697,0	8,350	**	265,694	17,30	1	11,010	17,212	***	0,4067	18,20
5- C*T	1	1996,1	2,166	ns	84,266	5,49	1	8,254	12,903	***	0,5972	26,73
6- C*F	1	1186,8	1,288	ns	20,789	1,35	1	0,033	0,051	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	502,1	0,545	ns	0,000	0,00	1	0,122	0,191	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	43	921,8			921,755	60,02	43	0,640			0,6397	28,63
9- Total	50				1535,873	100,00	50				2,2340	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	726,44	41,821	***	27,8068	44,49	1	15266,55	10,092	**	539,3635	21,13
2- Forma	1	79,35	4,568	*	2,4304	3,89	1	1424,48	0,942	ns	0,0000	0,00
3- F*T	1	25,26	1,454	ns	0,6190	0,99	1	4590,22	3,034	ns*	241,3679	9,46
4- Calda bordalesa	1	105,13	6,052	*	3,4415	5,51	1	8124,10	5,370	*	259,2678	10,16
5- C*T	1	155,46	8,949	**	10,8302	17,33	1	637,00	0,421	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	5,06	0,291	ns	0,0000	0,00	1	1220,52	0,807	ns	0,0000	0,00
7- C*F*T	1	3,56	0,205	ns	0,0000	0,00	1	409,13	0,270	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	43	17,37			17,3703	27,79	43	1512,78			1512,777	59,26
9- Total	50				62,4983	100,00	50				2552,776	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	8655,84	5,745	*	280,363	8,63
2- Forma	1	4195,17	2,785	ns	105,435	3,24
3- F*T	1	8482,87	5,631	*	547,161	16,84
4- Calda bordalesa	1	11531,35	7,654	**	393,128	12,10
5- C*T	1	6573,34	4,363	*	397,394	12,23
6- C*F	1	1754,45	1,165	ns	19,442	0,60
7- C*F*T	1	84,82	0,056	ns	0,000	0,00
8- Resíduo	43	1506,57			1506,571	46,36
9- Total	50				3249,495	100,00

ANEXO IV.10 - Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros registrados pelo IRGA em 1997.

Quadro AIV.10.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 25.7.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	273612,0	78,840	***	11255,9	39,38	1	111,935	284,099	***	4,648	71,15
2- Forma	1	241968,0	69,722	***	9937,4	34,77	1	28,985	73,566	***	1,191	18,24
3- F*T	1	48387,0	13,942	***	3743,0	13,10	1	3,360	8,528	**	0,247	3,78
4- Calda bordalesa	1	574,0	0,165	ns	0,0	0,00	1	1,577	4,003	ns*	0,049	0,75
5- C*T	1	4524,1	1,304	ns	87,8	0,31	1	0,285	0,723	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	4524,1	1,304	ns	87,8	0,31	1	0,422	1,071	ns	0,002	0,04
7- C*F*T	1	234,1	0,067	ns	0,0	0,00	1	0,152	0,386	ns	0,000	0,00
8- Resíduo	40	3470,5			3470,5	12,14	40	0,394			0,394	6,03
9- Total	47				28582,4	100,00	47				6,532	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	119,701	295,558	***	4,971	65,17	1	1,783	5,213	*	0,060	6,70
2- Forma	1	42,941	106,027	***	1,772	23,24	1	0,523	1,529	ns	0,008	0,84
3- F*T	1	3,413	8,427	**	0,251	3,29	1	0,628	1,836	ns	0,024	2,66
4- Calda bordalesa	1	5,201	12,842	***	0,200	2,62	1	4,669	13,652	***	0,180	20,11
5- C*T	1	0,213	0,526	ns	0,000	0,00	1	0,220	0,643	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,750	1,852	ns	0,029	0,38	1	0,046	0,135	ns	0,000	0,00
7- C*F*T	1	0,041	0,101	ns	0,000	0,00	1	2,038	5,959	*	0,283	31,53
8- Resíduo	40	0,405			0,405	5,31	40	0,342			0,342	38,15
9- Total	47				7,627	100,00	47				0,896	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	925,0	0,036	ns	0,0	0,00	1	9,284	4,811	*	0,306	4,77
2- Forma	1	281105,4	10,959	**	10644,0	14,00	1	18,938	9,814	**	0,709	11,02
3- F*T	1	13480,7	0,526	ns	0,0	0,00	1	1,956	1,014	ns	0,002	0,03
4- Calda bordalesa	1	470248,0	18,333	***	18524,9	24,36	1	53,954	27,961	***	2,168	33,72
5- C*T	1	19086,2	0,744	ns	0,0	0,00	1	0,054	0,028	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	58462,4	2,279	ns	2734,3	3,60	1	2,071	1,073	ns	0,012	0,18
7- C*F*T	1	136560,0	5,324	*	18485,0	24,31	1	9,747	5,051	*	1,303	20,27
8- Resíduo	40	25650,3			25650,3	33,73	40	1,930			1,930	30,01
9- Total	47				76038,4	100,00	47				6,429	100,00

Origem de variação	g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	51,047	2,161	ns	1,14	1,72	1	885,801	16,187	***	34,63	17,83
2- Forma	1	90,420	3,828	ns*	2,78	4,19	1	2085,08	38,102	***	84,60	43,56
3- F*T	1	43,434	1,839	ns	1,65	2,48	1	69,120	1,263	ns	1,20	0,62
4- Calda bordalesa	1	588,70	24,926	***	23,55	35,42	1	343,256	6,272	*	12,02	6,19
5- C*T	1	1,688	0,071	ns	0,00	0,00	1	22,359	0,409	ns	0,00	0,00
6- C*F	1	15,709	0,665	ns	0,00	0,00	1	41,664	0,761	ns	0,00	0,00
7- C*F*T	1	105,970	4,487	*	13,73	20,65	1	96,901	1,771	ns	7,03	3,62
8- Resíduo	40	23,618			23,62	35,53	40	54,724			54,72	28,18
9- Total	47				66,47	100,00	47				194,20	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	7,17	0,177	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	410,85	10,149	**	15,43	16,07
3- F*T	1	0,69	0,017	ns	0,00	0,00
4- Calda bordalesa	1	491,84	12,149	**	18,81	19,59
5- C*T	1	6,10	0,151	ns	0,00	0,00
6- C*F	1	32,32	0,798	ns	0,00	0,00
7- C*F*T	1	168,19	4,155	*	21,28	22,17
8- Resíduo	40	40,48			40,48	42,17
9- Total	47				96,01	100,00

Quadro AIV.10.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 12-13 horas, em 25.7.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	70954,7	6,226	*	2290,7	9,46	1	69,307	128,823	***	2,645	48,96
2- Forma	1	72354,8	6,348	*	2344,5	9,69	1	13,960	25,948	***	0,516	9,56
3- F*T	1	96753,8	8,489	**	6565,9	27,13	1	18,028	33,509	***	1,345	24,90
4- Calda bordalesa	1	48822,9	4,284	*	1439,5	5,95	1	1,132	2,104	ns	0,023	0,42
5- C*T	1	3476,6	0,305	ns	0,0	0,00	1	2,809	5,221	*	0,175	3,23
6- C*F	1	13577,4	1,191	ns	167,7	0,69	1	2,036	3,784	ns*	0,115	2,13
7- C*F*T	1	1585,8	0,139	ns	0,0	0,00	1	0,831	1,545	ns	0,045	0,83
8- Resíduo	44	11397,2			11397,2	47,09	44	0,538			0,538	9,96
9- Total	51				24205,4	100,00	51				5,402	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	40,542	54,201	***	1,531	34,64	1	31,365	26,831	***	1,161	26,95
2- Forma	1	18,331	24,507	***	0,676	15,31	1	5,278	4,515	*	0,158	3,67
3- F*T	1	9,745	13,028	***	0,692	15,66	1	14,200	12,147	**	1,002	23,26
4- Calda bordalesa	1	6,845	9,151	**	0,235	5,31	1	7,292	6,238	*	0,236	5,47
5- C*T	1	2,017	2,697	ns	0,098	2,21	1	0,648	0,554	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	6,460	8,636	**	0,439	9,94	1	8,747	7,482	**	0,583	13,53
7- C*F*T	1	0,443	0,592	ns	0,000	0,00	1	0,453	0,388	ns	0,000	0,00
8- Resíduo	44	0,748			0,748	16,93	44	1,169			1,169	27,13
9- Total	51				4,418	100,00	51				4,309	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	60599,5	5,332	*	1893,6	4,47	1	0,958	0,218	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	192811,3	16,964	***	6978,7	16,46	1	14,907	3,389	ns*	0,404	5,21
3- F*T	1	58143,0	5,116	*	3598,2	8,49	1	12,419	2,823	ns	0,617	7,95
4- Calda bordalesa	1	169663,6	14,928	***	6088,4	14,36	1	15,201	3,456	ns*	0,415	5,36
5- C*T	1	5029,0	0,442	ns	0,0	0,00	1	1,836	0,417	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	162231,6	14,274	***	11605,1	27,37	1	29,364	6,675	*	1,920	24,76
7- C*F*T	1	17048,4	1,500	ns	874,3	2,06	1	0,314	0,071	ns	0,000	0,00
8- Resíduo	44	11365,8			11365,8	26,80	44	4,399			4,399	56,72
9- Total	51				42404,0	100,00	51				7,756	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	19,11	0,278	ns	0,00	0,00	1	14,12	0,171	ns	0,00	0,00
2- Forma	1	120,89	1,758	ns	2,00	1,81	1	1206,84	14,583	***	43,23	22,46
3- F*T	1	245,37	3,568	ns*	13,58	12,27	1	384,10	4,641	*	23,18	12,04
4- Calda bordalesa	1	141,04	2,051	ns*	2,78	2,51	1	982,85	11,877	**	34,62	17,98
5- C*T	1	26,94	0,392	ns	0,00	0,00	1	6,78	0,082	ns	0,00	0,00
6- C*F	1	375,15	5,455	*	23,57	21,29	1	196,27	2,372	ns	8,73	4,54
7- C*F*T	1	8,17	0,119	ns	0,00	0,00	1	55,14	0,666	ns	0,00	0,00
8- Resíduo	44	68,77			68,77	62,12	44	82,75			82,75	42,98
9- Total	51				110,71	100,00	51				192,52	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	482,38	13,318	***	17,16	16,30
2- Forma	1	466,99	12,893	***	16,57	15,74
3- F*T	1	27,37	0,756	ns	0,00	0,00
4- Calda bordalesa	1	545,56	15,062	***	19,59	18,61
5- C*T	1	10,16	0,280	ns	0,00	0,00
6- C*F	1	240,80	6,648	*	15,74	14,95
7- C*F*T	1	1,03	0,028	ns	0,00	0,00
8- Resíduo	44	36,22			36,22	34,41
9- Total	51				105,28	100,00

Quadro AIV.10.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 25.7.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	19760,7	1,302	ns	183,5	0,56	1	16,245	159,265	***	0,6457	50,37
2- Forma	1	110611,9	7,290	**	3817,5	11,68	1	8,720	85,490	***	0,3447	26,89
3- F*T	1	12195,0	0,804	ns	0,0	0,00	1	2,268	22,235	***	0,1733	13,52
4- Calda bordalesa	1	109640,7	7,226	*	3778,7	11,56	1	0,285	2,794	ns	0,0073	0,57
5- C*T	1	6036,5	0,398	ns	0,0	0,00	1	0,198	1,941	ns	0,0077	0,60
6- C*F	1	136764,8	9,013	**	9727,3	29,76	1	0,119	1,167	ns	0,0014	0,11
7- C*F*T	1	10829,8	0,714	ns	0,0	0,00	1	0,019	0,186	ns	0,0000	0,00
8- Resíduo	42	15173,4			15173,4	46,43	42	0,102			0,1020	7,96
9- Total	49				32680,5	100,00	49				1,2821	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	18,727	67,363	***	0,7380	32,88	1	1,438	1,118	ns	0,0061	0,14
2- Forma	1	10,319	37,119	***	0,4016	17,89	1	3,702	2,879	ns*	0,0966	2,20
3- F*T	1	5,670	20,396	***	0,4314	19,22	1	2,450	1,905	ns	0,0931	2,12
4- Calda bordalesa	1	6,958	25,029	***	0,2672	11,90	1	12,726	9,896	**	0,4576	10,43
5- C*T	1	0,286	1,029	ns	0,0006	0,03	1	0,437	0,340	ns	0,0000	0,00
6- C*F	1	1,243	4,471	*	0,0772	3,44	1	22,770	17,706	***	1,7187	39,17
7- C*F*T	1	0,594	2,137	ns	0,0506	2,25	1	5,844	4,544	*	0,7293	16,62
8- Resíduo	42	0,278			0,2780	12,39	42	1,286			1,2860	29,31
9- Total	49				2,2446	100,00	49				4,3874	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	16053,1	5,608	*	527,62	5,70	1	21,242	13,359	***	0,7861	12,94
2- Forma	1	26432,6	9,234	**	942,80	10,19	1	20,551	12,925	***	0,7584	12,49
3- F*T	1	8820,5	3,081	ns*	476,63	5,15	1	5,086	3,198	ns*	0,2797	4,60
4- Calda bordalesa	1	39106,4	13,661	***	1449,75	15,67	1	29,151	18,334	***	1,1024	18,15
5- C*T	1	5003,8	1,748	ns	171,29	1,85	1	2,852	1,793	ns	0,1009	1,66
6- C*F	1	38132,5	13,321	***	2821,59	30,50	1	18,362	11,548	**	1,3417	22,09
7- C*F*T	1	1145,6	0,400	ns	0,00	0,00	1	2,300	1,447	ns	0,1136	1,87
8- Resíduo	42	2862,7			2862,66	30,94	42	1,590			1,5901	26,18
9- Total	49				9252,33	100,00	49				6,0730	100,00

Origem de variação	g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	314,45	11,113	**	11,45	12,24	1	338,57	2,165	ns	7,29	2,63
2- Forma	1	299,17	10,573	**	10,83	11,59	1	340,40	2,177	ns	7,36	2,66
3- F*T	1	64,46	2,278	ns	2,89	3,09	1	295,69	1,891	ns	11,14	4,02
4- Calda bordalesa	1	477,74	16,884	***	17,98	19,23	1	49,48	0,316	ns	0,00	0,00
5- C*T	1	38,83	1,372	ns	0,84	0,90	1	187,74	1,201	ns	2,51	0,91
6- C*F	1	250,65	8,858	**	17,79	19,02	1	1309,40	8,373	**	92,24	33,31
7- C*F*T	1	49,71	1,757	ns	3,43	3,66	1	29,31	0,187	ns	0,00	0,00
8- Resíduo	42	28,30			28,30	30,26	42	156,38			156,38	56,47
9- Total	49				93,50	100,00	49				276,93	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Terreno	1	0,49	0,007	ns	0,000	0,00						
2- Forma	1	37,46	0,571	ns	0,000	0,00						
3- F*T	1	39,23	0,598	ns	0,000	0,00						
4- Calda bordalesa	1	8,32	0,127	ns	0,000	0,00						
5- C*T	1	68,89	1,050	ns	0,262	0,23						
6- C*F	1	645,95	9,843	**	46,426	40,22						
7- C*F*T	1	85,11	1,297	ns	3,118	2,70						
8- Resíduo	42	65,62			65,624	56,85						
9- Total	49				115,430	100,00						

Quadro AIV.10.4 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 25.7.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	2911900	856,686	***	80791,7	65,94	1	0,001	0,005	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	160209	47,134	***	4355,8	3,55	1	8,475	32,383	***	0,228	28,04
3- F*T	1	544909	160,313	***	30083,9	24,55	1	2,292	8,760	**	0,113	13,87
4- Calda bordalesa	1	4373	1,287	ns	27,1	0,02	1	0,092	0,353	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	3126	0,920	ns	0,0	0,00	1	0,002	0,008	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	73083	21,501	***	3871,3	3,16	1	0,020	0,077	ns	0,000	0,00
7- C*F*T	1	2240	0,659	ns	0,0	0,00	1	2,160	8,252	**	0,211	25,92
8- Resíduo	64	3399			3399,0	2,77	64	0,262			0,262	32,17
9- Total	71				122528,9	100,00	71				0,814	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3,050	5,564	*	0,069	5,07	1	8,210	9,198	**	0,203	10,82
2- Forma	1	16,718	30,496	***	0,449	32,76	1	1,340	1,501	ns	0,012	0,66
3- F*T	1	0,558	1,017	ns	0,001	0,04	1	1,657	1,857	ns	0,042	2,26
4- Calda bordalesa	1	4,743	8,652	**	0,117	8,50	1	17,467	19,568	***	0,460	24,51
5- C*T	1	0,310	0,565	ns	0,000	0,00	1	1,137	1,274	ns	0,014	0,72
6- C*F	1	0,418	0,762	ns	0,000	0,00	1	5,463	6,121	*	0,254	13,52
7- C*F*T	1	2,232	4,071	*	0,187	13,65	1	0,039	0,044	ns	0,000	0,00
8- Resíduo	64	0,548			0,548	39,99	64	0,893			0,893	47,51
9- Total	71				1,371	100,00	71				1,879	100,00

Origem de variação	g _s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	8094,5	7,985	**	196,7	8,31	1	0,949	0,746	ns	0,000	0,00
2- Forma	1	6920,0	6,826	*	164,1	6,93	1	6,132	4,821	*	0,135	4,17
3- F*T	1	4027,5	3,973	ns*	167,4	7,07	1	2,042	1,605	ns	0,043	1,32
4- Calda bordalesa	1	16791,2	16,564	***	438,3	18,52	1	54,064	42,506	***	1,466	45,24
5- C*T	1	1640,9	1,619	ns	34,8	1,47	1	0,983	0,773	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	7343,0	7,244	**	351,6	14,86	1	7,126	5,603	*	0,325	10,03
7- C*F*T	1	331,5	0,327	ns	0,0	0,00	1	0,623	0,490	ns	0,000	0,00
8- Resíduo	64	1013,7			1013,7	42,83	64	1,272			1,272	39,24
9- Total	71				2366,6	100,00	71				3,241	100,00

Origem de variação	g _m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C _i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	15,286	0,620	ns	0,00	0,00	1	13892,36	41,525	***	376,61	38,07
2- Forma	1	74,664	3,029	ns*	1,39	2,04	1	406,55	1,215	ns	2,00	0,20
3- F*T	1	4,800	0,195	ns	0,00	0,00	1	1795,32	5,366	*	81,15	8,20
4- Calda bordalesa	1	1367,869	55,499	***	37,31	54,88	1	2588,70	7,738	**	62,62	6,33
5- C*T	1	1,058	0,043	ns	0,00	0,00	1	263,72	0,788	ns	0,00	0,00
6- C*F	1	108,233	4,391	*	4,64	6,83	1	1182,45	3,534	ns*	47,11	4,76
7- C*F*T	1	17,741	0,720	ns	0,00	0,00	1	1101,24	3,292	ns*	85,19	8,61
8- Resíduo	64	24,647			24,65	36,25	64	334,55			334,55	33,82
9- Total	71				67,99	100,00	71				989,22	100,00

Origem de variação	A/g _s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Terreno	1	3761,25	25,678	***	100,41	29,15						
2- Forma	1	63,57	0,434	ns	0,00	0,00						
3- F*T	1	487,42	3,328	ns*	18,94	5,50						
4- Calda bordalesa	1	499,56	3,410	ns*	9,81	2,85						
5- C*T	1	112,74	0,770	ns	0,00	0,00						
6- C*F	1	729,40	4,980	*	32,38	9,40						
7- C*F*T	1	474,93	3,242	ns*	36,50	10,59						
8- Resíduo	64	146,48			146,48	42,52						
9- Total	71				344,52	100,00						

Quadro AIV.10.5 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 21.8.97

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	705432,5	15,734	***	27524,9	38,04	1	19,508	10,562	**	0,736	27,97
2- Calda bordalesa	1	315,2	0,007	ns	0,0	0,00	1	0,333	0,180	ns	0,000	0,00
3- C*T	1	17290,0	0,386	ns	0,0	0,00	1	2,430	1,316	ns	0,049	1,85
4- Resíduo	44	44835,6			44835,6	61,96	44	1,847			1,847	70,19
5- Total	47				72360,5	100,00	47				2,631	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	29,453	11,388	**	1,119	30,19	1	1,059	3,057	ns*	0,030	7,53
2- Calda bordalesa	1	0,908	0,351	ns	0,000	0,00	1	0,778	2,245	ns	0,018	4,56
3- C*T	1	2,613	1,010	ns	0,002	0,06	1	0,199	0,574	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	2,586			2,586	69,75	44	0,347			0,347	87,91
5- Total	47				3,708	100,00	47				0,394	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	796,8	0,349	ns	0,00	0,00	1	1,577	0,675	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	6049,2	2,649	ns	156,89	6,43	1	11,233	4,812	*	0,371	13,71
3- C*T	1	684,1	0,300	ns	0,00	0,00	1	0,407	0,174	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	2283,9			2283,88	93,57	44	2,335			2,335	86,29
5- Total	47				2440,77	100,00	47				2,705	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	67,190	2,107	ns	1,471	3,76	1	838,842	3,349	ns*	24,516	8,88
2- Calda bordalesa	1	169,538	5,316	*	5,735	14,67	1	276,864	1,105	ns	1,100	0,40
3- C*T	1	9,109	0,286	ns	0,000	0,00	1	25,317	0,101	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	31,894			31,894	81,57	44	250,453			250,453	90,72
5- Total	47				39,100	100,00	47				276,069	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1128,30	6,433	*	39,705	18,21
2- Calda bordalesa	1	246,80	1,407	ns	2,975	1,36
3- C*T	1	0,538	0,003	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	175,39			175,391	80,43
5- Total	47				218,071	100,00

Quadro AIV.10.6 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 12-13 horas, em 21.8.97

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	57378,4	12,680	***	2114,1	31,80	1	23,538	16,776	***	0,885	36,36
2- Calda bordalesa	1	4323,3	0,955	ns	0,0	0,00	1	0,262	0,187	ns	0,000	0,00
3- C*T	1	4642,6	1,026	ns	9,4	0,14	1	3,233	2,304	ns	0,146	6,01
4- Resíduo	46	4525,3			4525,3	68,06	46	1,403			1,403	57,63
5- Total	49				6648,8	100,00	49				2,435	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	19,379	12,367	**	0,712	28,96	1	3,732	5,865	*	0,124	10,96
2- Calda bordalesa	1	4,217	2,691	ns	0,106	4,31	1	9,886	15,537	***	0,370	32,74
3- C*T	1	2,498	1,594	ns	0,074	3,03	1	0,016	0,025	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	46	1,567			1,567	63,70	46	0,636			0,636	56,30
5- Total	49				2,460	100,00	49				1,130	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1797,8	2,730	ns	45,58	4,08	1	0,135	0,099	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	11003,9	16,712	***	413,82	37,02	1	18,834	13,889	***	0,699	34,02
3- C*T	1	0,9	0,001	ns	0,00	0,00	1	0,496	0,366	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	46	658,4			658,44	58,90	46	1,356			1,356	65,98
5- Total	49				1117,84	100,00	49				2,055	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	2,214	0,081	ns	0,000	0,00	1	2,345	0,006	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	255,393	9,294	**	9,303	25,29	1	202,000	0,495	ns	0,000	0,00
3- C*T	1	2,780	0,101	ns	0,000	0,00	1	357,674	0,876	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	46	27,480			27,480	74,71	46	408,120			408,120	100,00
5- Total	49				36,783	100,00	49				408,120	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	292,992	0,327	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	216,693	0,242	ns	0,000	0,00
3- C*T	1	2346,522	2,620	ns	116,066	11,47
4- Resíduo	46	895,694			895,694	88,53
5- Total	49				1011,761	100,00

Quadro AIV.10.7 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 21.8.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	24508,0	8,041	**	875,9	22,32	1	2,617	13,364	***	0,099	32,62
2- Calda bordalesa	1	1753,1	0,575	ns	0,0	0,00	1	0,003	0,016	ns	0,000	0,00
3- C*T	1	218,3	0,072	ns	0,0	0,00	1	0,298	1,521	ns	0,008	2,75
4- Resíduo	45	3048,0			3048,0	77,68	45	0,196			0,196	64,63
5- Total	48				3923,9	100,00	48				0,303	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,782	1,655	ns	0,013	2,33	1	1,509	1,095	ns	0,005	0,32
2- Calda bordalesa	1	1,604	3,392	ns*	0,046	8,52	1	8,825	6,404	*	0,304	18,02
3- C*T	1	0,595	1,259	ns	0,010	1,85	1	0,342	0,248	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	45	0,473			0,473	87,30	45	1,378			1,378	81,67
5- Total	48				0,542	100,00	48				1,687	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	261,1	0,302	ns	0,00	0,00	1	0,001	0,001	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	5206,8	6,015	*	177,19	16,99	1	7,835	6,061	*	0,267	17,12
3- C*T	1	172,2	0,199	ns	0,00	0,00	1	0,149	0,115	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	45	865,6			865,60	83,01	45	1,293			1,293	82,88
5- Total	48				1042,79	100,00	48				1,560	100,00

Origem de variação	g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	7,826	0,341	ns	0,000	0,00	1	12,380	0,013	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	143,445	6,256	*	5,128	18,28	1	81,755	0,084	ns	0,000	0,00
3- C*T	1	1,265	0,055	ns	0,000	0,00	1	21,785	0,022	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	45	22,929			22,929	81,72	45	976,028			976,028	100,00
5- Total	48				28,058	100,00	48				976,028	100,00

Origem de variação	A/g_s ($\text{mmol.CO}_2/\text{mol.H}_2\text{O}$)											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Terreno	1	374,075	0,564	ns	0,000	0,00						
2- Calda bordalesa	1	5,636	0,008	ns	0,000	0,00						
3- C*T	1	1,707	0,003	ns	0,000	0,00						
4- Resíduo	45	663,235			663,235	100,00						
5- Total	48				663,235	100,00						

Quadro AIV.10.8 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 21.8.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	423890,3	19,415	***	25128,6	52,37	1	0,008	0,035	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	38157,0	1,748	ns	1020,2	2,13	1	1,320	5,789	*	0,068	23,04
3- C*T	1	2945,3	0,135	ns	0,0	0,00	1	0,090	0,395	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	28	21833,5			21833,5	45,50	28	0,228			0,228	76,96
5- Total	31				47982,3	100,00	31				0,296	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,280	4,169	*	0,061	16,53	1	0,022	0,051	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	0,005	0,016	ns	0,000	0,00	1	4,154	9,638	**	0,233	35,06
3- C*T	1	0,011	0,036	ns	0,000	0,00	1	0,060	0,139	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	28	0,307			0,307	83,47	28	0,431			0,431	64,94
5- Total	31				0,368	100,00	31				0,664	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	4,1	0,021	ns	0,00	0,00	1	0,679	1,049	ns	0,002	0,16
2- Calda bordalesa	1	1723,9	8,628	**	95,26	32,28	1	9,224	14,257	***	0,536	42,40
3- C*T	1	13,2	0,066	ns	0,00	0,00	1	1,280	1,978	ns	0,079	6,26
4- Resíduo	28	199,8			199,80	67,72	28	0,647			0,647	51,18
5- Total	31				295,06	100,00	31				1,264	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	70,753	3,489	ns*	3,883	8,79	1	11869,52	6,572	*	774,111	16,12
2- Calda bordalesa	1	159,996	7,890	*	10,747	24,32	1	5516,94	3,055	ns*	285,451	5,94
3- C*T	1	80,582	3,974	ns*	9,277	21,00	1	14393,17	7,969	**	1936,476	40,33
4- Resíduo	28	20,280			20,280	45,90	28	1806,07			1806,071	37,61
5- Total	31				44,187	100,00	31				4802,110	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	15641,9	14,456	***	909,99	31,90
2- Calda bordalesa	1	1345,9	1,244	ns	16,49	0,58
3- C*T	1	7838,5	7,244	*	844,55	29,6
4- Resíduo	28	1082,0			1082,03	37,93
5- Total	31				2853,07	100,00

Quadro AIV.10.9 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9-10 horas, em 2.9.97

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	247701,5	13,111	***	9948,2	34,49	1	9,685	5,978	*	0,351	17,79
2- Calda bordalesa	1	1,4	0,000	ns	0,0	0,00	1	0,757	0,467	ns	0,000	0,00
3- C*F	1	2464,0	0,130	ns	0,0	0,00	1	0,165	0,102	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	42	18893,2			18893,2	65,51	42	1,620			1,620	82,21
5- Total	45				28841,4	100,00	45				1,971	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	11,348	6,191	*	0,414	18,41	1	1,908	6,000	*	0,069	15,34
2- Calda bordalesa	1	0,611	0,333	ns	0,000	0,00	1	0,007	0,022	ns	0,000	0,00
3- C*F	1	0,819	0,447	ns	0,000	0,00	1	1,047	3,292	ns*	0,063	14,07
4- Resíduo	42	1,833			1,833	81,59	42	0,318			0,318	70,58
5- Total	45				2,247	100,00	45				0,451	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	15288,1	2,522	ns	401,1	4,35	1	5,049	2,147	ns	0,117	2,91
2- Calda bordalesa	1	389,2	0,064	ns	0,0	0,00	1	9,826	4,178	*	0,325	8,06
3- C*F	1	37839,8	6,242	*	2763,3	29,95	1	16,597	7,057	*	1,239	30,71
4- Resíduo	42	6061,8			6061,8	65,70	42	2,352			2,352	58,32
5- Total	45				9226,2	100,00	45				4,033	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	100,23	2,761	ns	2,78	4,31	1	50,18	0,211	ns	0,00	0,00
2- Calda bordalesa	1	217,52	5,992	*	7,88	12,23	1	746,52	3,143	ns*	22,13	8,52
3- C*F	1	237,30	6,537	*	17,48	27,12	1	15,71	0,066	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	42	36,30			36,30	56,34	42	237,51			237,51	91,48
5- Total	45				64,44	100,00	45				259,64	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	200,10	1,639	ns	3,39	2,61
2- Calda bordalesa	1	223,05	1,827	ns	4,39	3,38
3- C*F	1	64,78	0,531	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	42	122,11			122,11	94,01
5- Total	45				129,89	100,00

Quadro AIV.10.10 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 12-13 horas, em 2.9.97

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	147,0	0,033	ns	0,0	0,00	1	7,130	13,504	***	0,275	31,11
2- Calda bordalesa	1	13601,3	3,100	ns*	383,9	7,77	1	2,475	4,688	*	0,081	9,17
3- C*F	1	6394,1	1,457	ns	167,2	3,38	1	0,317	0,600	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	4388,1			4388,1	88,84	44	0,528			0,528	59,71
5- Total	47				4939,1	100,00	47				0,884	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	7,053	9,379	**	0,263	19,84	1	0,018	0,038	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	8,168	10,862	**	0,309	23,35	1	6,631	14,079	***	0,257	35,27
3- C*F	1	0,607	0,807	ns	0,000	0,00	1	0,023	0,049	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	0,752			0,752	56,82	44	0,471			0,471	64,73
5- Total	47				1,324	100,00	47				0,728	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	3847,8	1,704	ns	66,3	1,69	1	0,174	0,084	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	40077,4	17,752	***	1575,8	40,31	1	36,908	17,847	***	1,452	41,24
3- C*F	1	2374,7	1,052	ns	9,8	0,25	1	0,005	0,002	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	44	2257,7			2257,7	57,75	44	2,068			2,068	58,76
5- Total	47				3909,5	100,00	47				3,520	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	4,95	0,152	ns	0,00	0,00	1	1290,34	6,267	*	45,19	16,17
2- Calda bordalesa	1	577,27	17,720	***	22,70	41,06	1	353,87	1,719	ns	6,17	2,21
3- C*F	1	6,29	0,193	ns	0,00	0,00	1	472,19	2,293	ns	22,19	7,94
4- Resíduo	44	32,58			32,58	58,94	44	205,90			205,90	73,68
5- Total	47				55,27	100,00	47				279,44	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Forma	1	130,45	2,118	ns	2,87	3,93						
2- Calda bordalesa	1	238,57	3,873	ns*	7,37	10,10						
3- C*F	1	75,23	1,221	ns	1,14	1,56						
4- Resíduo	44	61,60			61,60	84,41						
5- Total	47				72,98	100,00						

Quadro AIV.10.11 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14-15 horas, em 2.9.97

Origem de variação	PPFD (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)						Temperatura do ar (°C)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	1633,5	0,371	ns	0,0	0,00	1	1,170	19,180	***	0,092	25,05
2- Calda bordalesa	1	400,2	0,091	ns	0,0	0,00	1	2,470	40,492	***	0,201	54,40
3- C*F	1	280,2	0,064	ns	0,0	0,00	1	0,150	2,459	ns	0,015	4,02
4- Resíduo	20	4401,5			4401,5	100,00	20	0,061			0,061	16,53
5- Total	23				4401,5	100,00	23				0,369	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha (°C)						E (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	1,450	8,286	**	0,106	19,17	1	0,002	0,002	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	3,450	19,714	***	0,273	49,25	1	0,657	0,696	ns	0,000	0,00
3- C*F	1	0,070	0,400	ns	0,000	0,00	1	0,131	0,139	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	20	0,175			0,175	31,58	20	0,944			0,944	100,00
5- Total	23				0,554	100,00	23				0,944	100,00

Origem de variação	g_s (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						A (μmol.m ⁻² .s ⁻¹)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	3573,1	1,003	ns	0,9	0,02	1	0,065	0,026	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	6805,4	1,910	ns	270,3	7,05	1	6,605	2,611	ns	0,340	11,83
3- C*F	1	5,5	0,002	ns	0,0	0,00	1	0,182	0,072	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	20	3562,3			3562,3	92,93	20	2,530			2,530	88,17
5- Total	115				3833,5	100,00	23				2,870	100,00

Origem de variação	g_m (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	5,12	0,114	ns	0,00	0,00	1	1007,12	6,357	*	70,72	30,86
2- Calda bordalesa	1	112,93	2,522	ns	5,68	11,25	1	114,45	0,722	ns	0,00	0,00
3- C*F	1	5,21	0,116	ns	0,00	0,00	1	9,21	0,058	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	20	44,79			44,79	88,75	20	158,43			158,43	69,14
5- Total	23				50,46	100,00	23				229,15	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	168,17	2,325	ns	7,99	9,95
2- Calda bordalesa	1	37,93	0,524	ns	0,00	0,00
3- C*F	1	5,31	0,073	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	20	72,32			72,32	90,05
5- Total	23				80,31	100,00

Quadro AIV.10.12 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 17-18 horas, em 2.9.97

Origem de variação	PPFD ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	40909,6	6,241	*	1347,2	15,83	1	3,849	4,248	*	0,115	8,16
2- Calda bordalesa	1	392,5	0,060	ns	0,0	0,00	1	3,335	3,681	ns*	0,095	6,74
3- C*F	1	14328,9	2,186	ns	609,7	7,16	1	4,696	5,183	*	0,297	21,02
4- Resíduo	47	6555,4			6555,4	77,01	47	0,906			0,906	64,08
5- Total	50				8512,3	100,00	50				1,414	100,00

Origem de variação	Temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$)						E ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	2,193	2,361	ns	0,050	3,83	1	0,102	0,146	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	6,680	7,191	*	0,226	17,42	1	2,166	3,108	ns*	0,058	7,35
3- C*F	1	2,086	2,245	ns	0,091	7,01	1	1,075	1,542	ns	0,030	3,78
4- Resíduo	47	0,929			0,929	71,75	47	0,697			0,697	88,87
5- Total	50				1,295	100,00	50				0,784	100,00

Origem de variação	g_s ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						A ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	241,0	0,243	ns	0,0	0,00	1	0,037	0,021	ns	0,000	0,00
2- Calda bordalesa	1	4065,5	4,102	*	120,6	10,74	1	17,245	9,771	**	0,607	25,59
3- C*F	1	1135,4	1,146	ns	11,3	1,01	1	0,832	0,471	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	47	991,1			991,1	88,26	47	1,765			1,765	74,41
5- Total	47				1123,0	100,00	50				2,372	100,00

Origem de variação	g_m ($\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)						C_i (ppm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	0,013	0,000	ns	0,00	0,00	1	21,48	0,057	ns	0,00	0,00
2- Calda bordalesa	1	423,242	10,820	**	15,06	27,80	1	91,43	0,242	ns	0,00	0,00
3- C*F	1	21,751	0,556	ns	0,00	0,00	1	52,18	0,138	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	47	39,117			39,12	72,20	47	378,57			378,57	100,00
5- Total	50				54,18	100,00	50				378,57	100,00

Origem de variação	A/g_s (mmol.CO ₂ /mol.H ₂ O)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Forma	1	69,16	0,379	ns	0,00	0,00
2- Calda bordalesa	1	131,76	0,722	ns	0,00	0,00
3- C*F	1	0,83	0,005	ns	0,00	0,00
4- Resíduo	47	182,45			182,45	100,00
5- Total	50				182,45	100,00

ANEXO IV.11 - Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros da fluorescência da clorofila *a* em 1996 e 1997.

Quadro AIV.11.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 7 horas, em 16.7.96

Origem de variação	F_v/F_m						F_o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0138	10,615	**	0,000625	24,51	1	0,00040	12,308	**	0,000018	34,59
2- Forma	1	0,0009	0,692	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,308	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,0001	0,077	ns	0,000000	0,00	1	0,00000	0,000	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,0038	2,923	ns*	0,000125	4,90	1	0,00001	0,308	ns	0,000000	0,00
5- O*T	1	0,0007	0,538	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	1,231	ns	0,000001	1,41
6- O*F	1	0,0000	0,009	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,308	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,0038	2,923	ns*	0,000500	19,61	1	0,00004	1,231	ns	0,000002	2,82
8- Resíduo	32	0,0013			0,001300	50,98	32	0,00003			0,000033	61,18
9- Total	39	0,0244			0,002550	100,00	39	0,00054			0,000053	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,02860	28,600	***	0,001380	47,02	1	0,02300	28,750	***	0,001110	44,94
2- Forma	1	0,00070	0,700	ns	0,000000	0,00	1	0,00060	0,750	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00030	0,300	ns	0,000000	0,00	1	0,00030	0,375	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,00650	6,500	*	0,000275	9,37	1	0,00480	6,000	*	0,000200	8,10
5- O*T	1	0,00000	0,003	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,125	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,00030	0,300	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,125	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,00240	2,400	ns	0,000280	9,54	1	0,00260	3,250	ns	0,000360	14,57
8- Resíduo	32	0,00100			0,001000	34,07	32	0,00080			0,000800	32,39
9- Total	39	0,03980			0,002935	100,00	39	0,03230			0,002470	100,00

Quadro AIV.11.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 10 horas, em 16.7.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0035	4,375	*	0,000135	12,80	1	0,00024	6,857	**	0,000010	22,16
2- Forma	1	0,0000	0,028	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,400	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,0020	2,500	ns	0,000120	11,37	1	0,00000	0,003	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,0000	0,006	ns	0,000000	0,00	1	0,00000	0,029	ns	0,000000	0,00
5- O*T	1	0,0004	0,500	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,400	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,0003	0,375	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,400	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,0003	0,375	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	1,143	ns	0,000001	2,16
8- Resíduo	32	0,0008			0,000800	75,83	32	0,00004			0,000035	75,68
9- Total	39	0,0073			0,001055	100,00	39	0,00036			0,000046	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,01374	13,740	***	0,000637	37,98	1	0,00930	11,625	***	0,000425	33,33
2- Forma	1	0,00014	0,140	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,125	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00140	1,400	ns	0,000040	2,39	1	0,00130	1,625	ns	0,000050	3,92
4- Orientação (O)	1	0,00004	0,040	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,125	ns	0,000000	0,00
5- O*T	1	0,00050	0,500	ns	0,000000	0,00	1	0,00060	0,750	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,00030	0,300	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,125	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,00000	0,000	ns	0,000000	0,00	1	0,00002	0,028	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	32	0,00100			0,001000	59,63	32	0,00080			0,000800	62,75
9- Total	39	0,01712			0,001677	100,00	39	0,01232			0,001275	100,00

Quadro AIV.11.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14 horas, em 16.7.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0118	1,903	ns	0,000311	1,05	1	0,00030	3,000	ns*	0,000011	2,47
2- Forma	1	0,0075	1,210	ns	0,000072	0,24	1	0,00000	0,034	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,0031	0,500	ns	0,000000	0,00	1	0,00020	2,000	ns	0,000011	2,47
4- Orientação (O)	1	0,3568	57,548	***	0,019478	65,57	1	0,00560	56,000	***	0,000306	67,90
5- O*T	1	0,0208	3,355	ns	0,001622	5,46	1	0,00010	1,000	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,0029	0,468	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	0,380	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,0153	2,468	ns	0,002022	6,81	1	0,00020	2,000	ns	0,000022	4,94
8- Resíduo	28	0,0062			0,006200	20,87	28	0,00010			0,000100	22,22
9- Total	35	0,4244			0,029706	100,00	35	0,00654			0,000450	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00020	0,400	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,018	ns	0,000000	0,00
2- Forma	1	0,00054	1,080	ns	0,000002	0,41	1	0,00050	1,000	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00040	0,800	ns	0,000000	0,00	1	0,00003	0,067	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,00110	2,200	ns	0,000033	6,22	1	0,01150	23,000	***	0,000611	53,92
5- O*T	1	0,00010	0,200	ns	0,000000	0,00	1	0,00050	1,000	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,00010	0,200	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,200	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,00003	0,068	ns	0,000000	0,00	1	0,00060	1,200	ns	0,000022	1,96
8- Resíduo	28	0,00050			0,000500	93,36	28	0,00050			0,000500	44,12
9- Total	35	0,00297			0,000536	100,00	35	0,01374			0,001133	100,00

Quadro AIV.11.4 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 16 horas, em 16.7.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0204	1,545	ns	0,000400	1,05	1	0,00120	6,000	*	0,000056	16,39
2- Forma	1	0,0057	0,432	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,500	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,0028	0,212	ns	0,000000	0,00	1	0,00003	0,158	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,4529	34,311	***	0,024428	64,24	1	0,00170	8,500	**	0,000083	24,59
5- O*T	1	0,0030	0,227	ns	0,000000	0,00	1	0,00000	0,004	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,0123	0,932	ns	0,000000	0,00	1	0,00005	0,226	ns	0,000000	0,00
7- O*F*T	1	0,0025	0,189	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,046	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	28	0,0132			0,013200	34,71	28	0,00020			0,000200	59,02
9- Total	35	0,5128			0,038028	100,00	35	0,00329			0,000339	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00001	0,010	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,010	ns	0,000000	0,00
2- Forma	1	0,00001	0,009	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,009	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00150	1,667	ns	0,000067	1,95	1	0,00150	1,667	ns	0,000067	1,95
4- Orientação (O)	1	0,04090	45,444	***	0,002222	65,15	1	0,04090	45,444	***	0,002222	65,15
5- O*T	1	0,00020	0,222	ns	0,000000	0,00	1	0,00020	0,222	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,00290	3,222	ns	0,000222	6,51	1	0,00290	3,222	ns*	0,000222	6,51
7- O*F*T	1	0,00060	0,667	ns	0,000000	0,00	1	0,00060	0,667	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	28	0,00090			0,000900	26,38	28	0,00090			0,000900	26,38
9- Total	35	0,04702			0,003411	100,00	35	0,04702			0,003411	100,00

Quadro AIV.11.5 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 18 horas, em 16.7.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,0003	0,028	ns	0,000000	0,00	1	0,00060	3,000	ns*	0,000020	7,69
2- Forma	1	0,0057	0,538	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	0,200	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,0022	0,208	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	0,200	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,1289	12,160	**	0,005915	35,69	1	0,00060	3,000	ns	0,000020	7,69
5- O*T	1	0,0073	0,689	ns	0,000000	0,00	1	0,00000	0,004	ns	0,000000	0,00
6- O*F	1	0,0002	0,019	ns	0,000000	0,00	1	0,00040	2,000	ns	0,000020	7,69
7- O*F*T	1	0,0109	1,028	ns	0,000060	0,36	1	0,00020	1,000	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	32	0,0106			0,010600	63,95	32	0,00020			0,000200	76,92
9- Total	39	0,1661			0,016575	100,00	39	0,00208			0,000260	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00550	5,000	*	0,000220	8,13	1	0,00140	0,933	ns	0,000000	0,00
2- Forma	1	0,00040	0,364	ns	0,000000	0,00	1	0,00120	0,800	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00210	1,909	ns	0,000100	3,70	1	0,00120	0,800	ns	0,000000	0,00
4- Orientação (O)	1	0,01720	15,636	***	0,000805	29,76	1	0,02500	16,667	***	0,001175	37,12
5- O*T	1	0,00160	1,455	ns	0,000050	1,85	1	0,00200	1,333	ns	0,000050	1,58
6- O*F	1	0,00340	3,091	ns*	0,000230	8,50	1	0,00170	1,133	ns	0,000020	0,63
7- O*F*T	1	0,00210	1,909	ns	0,000200	7,39	1	0,00360	2,400	ns	0,000420	13,27
8- Resíduo	32	0,00110			0,001100	40,67	32	0,00150			0,001500	47,39
9- Total	39	0,03340			0,002705	100,00	39	0,03760			0,003165	100,00

Quadro AIV.11.6 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 7 horas, em 13.9.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00002	0,021	ns	0,000000	0,00	1	0,01690	28,167	***	0,000453	25,35
2- Forma	1	0,00330	4,125	ns*	0,000069	5,83	1	0,00080	1,333	ns	0,000006	0,31
3- F*T	1	0,00530	6,625	*	0,000250	20,98	1	0,00000	0,000	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00070	0,875	ns	0,000000	0,00	1	0,02200	36,667	***	0,000594	33,28
5- C*T	1	0,00210	2,625	ns	0,000072	6,06	1	0,00250	4,167	*	0,000106	5,91
6- C*F	1	0,00000	0,000	ns	0,000000	0,00	1	0,00110	1,833	ns	0,000028	1,56
7- C*F*T	1	0,00070	0,875	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	0,074	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	64	0,00080			0,000800	67,13	64	0,00060			0,000600	33,59
9- Total	71	0,01292			0,001192	100,00	71	0,04394			0,001786	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,25930	28,185	***	0,006947	21,78	1	0,14310	23,459	***	0,003806	19,05
2- Forma	1	0,05670	6,163	*	0,001319	4,14	1	0,04110	6,738	*	0,000972	4,87
3- F*T	1	0,02230	2,424	ns	0,000728	2,28	1	0,02150	3,525	ns*	0,000856	4,28
4- Calda bordalesa	1	0,36120	39,261	***	0,009778	30,65	1	0,20480	33,574	***	0,005519	27,62
5- C*T	1	0,07980	8,674	**	0,003922	12,30	1	0,05520	9,049	**	0,002728	13,65
6- C*F	1	0,00930	1,011	ns	0,000006	0,02	1	0,00350	0,574	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00200	0,217	ns	0,000000	0,00	1	0,00190	0,311	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	64	0,00920			0,009200	28,84	64	0,00610			0,006100	30,53
9- Total	71	0,79980			0,031900	100,00	71	0,47720			0,019981	100,00

Quadro AIV.11.7 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 14 horas, em 13.9.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00180	0,600	ns	0,000000	0,00	1	0,01840	26,286	***	0,000738	24,65
2- Forma	1	0,00090	0,300	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,143	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00010	0,033	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,143	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00950	3,167	ns*	0,000271	8,01	1	0,03200	45,714	***	0,001304	43,59
5- C*T	1	0,00430	1,433	ns	0,000108	3,21	1	0,00370	5,286	*	0,000250	8,36
6- C*F	1	0,00050	0,167	ns	0,000000	0,00	1	0,00000	0,000	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00001	0,002	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,143	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	40	0,00300			0,003000	88,78	40	0,00070			0,000700	23,40
9- Total	47	0,02011			0,003379	100,00	47	0,05510			0,002992	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,09900	11,786	**	0,003775	20,90	1	0,03470	5,597	*	0,001188	13,41
2- Forma	1	0,00370	0,440	ns	0,000000	0,00	1	0,00320	0,516	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00270	0,321	ns	0,000000	0,00	1	0,00150	0,242	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,14960	17,810	***	0,005883	32,58	1	0,04140	6,677	*	0,001467	16,56
5- C*T	1	0,00700	0,833	ns	0,000000	0,00	1	0,00020	0,032	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,00070	0,083	ns	0,000000	0,00	1	0,00080	0,129	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00030	0,036	ns	0,000000	0,00	1	0,00020	0,032	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	40	0,00840			0,008400	46,52	40	0,00620			0,006200	70,02
9- Total	47	0,27140			0,018058	100,00	47	0,08820			0,008854	100,00

Quadro AIV.11.8 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 18 horas, em 13.9.96

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00760	3,304	ns*	0,000221	7,78	1	0,01330	19,000	***	0,000525	25,35
2- Forma	1	0,00390	1,696	ns	0,000067	2,35	1	0,00070	1,000	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00310	1,348	ns	0,000067	2,35	1	0,00070	1,000	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00120	0,522	ns	0,000000	0,00	1	0,02080	29,714	***	0,000838	40,44
5- C*T	1	0,00160	0,696	ns	0,000000	0,00	1	0,00080	1,143	*	0,000008	0,40
6- C*F	1	0,00450	1,957	ns	0,000183	6,46	1	0,00040	0,571	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00080	0,348	ns	0,000000	0,00	1	0,00010	0,143	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	40	0,00230			0,002300	81,06	40	0,00070			0,000700	33,80
9- Total	47	0,02011			0,002838	100,00	47	0,03750			0,002071	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,28210	21,534	***	0,011208	28,66	1	0,17640	17,818	***	0,006938	27,06
2- Forma	1	0,04200	3,206	ns*	0,001204	3,08	1	0,03050	3,081	ns*	0,000858	3,35
3- F*T	1	0,00100	0,076	ns	0,000000	0,00	1	0,00002	0,002	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,27910	21,305	***	0,011083	28,34	1	0,15080	15,232	***	0,005871	22,90
5- C*T	1	0,00440	0,336	ns	0,000000	0,00	1	0,00150	0,152	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,04320	3,298	ns*	0,002508	6,41	1	0,03470	3,505	ns*	0,002067	8,06
7- C*F*T	1	0,00080	0,061	ns	0,000000	0,00	1	0,00200	0,202	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	40	0,01310			0,013100	33,50	40	0,00990			0,009900	38,62
9- Total	47	0,66570			0,039104	100,00	47	0,40582			0,025633	100,00

Quadro AIV.11.9 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 7 horas, em 30.7.97

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00185	16,363	***	0,000054	19,04	1	0,01381	23,969	***	0,000413	14,22
2- Forma	1	0,00101	8,920	**	0,000028	9,82	1	0,00226	3,917	ns*	0,000053	1,81
3- F*T	1	0,00020	1,735	ns	0,000005	1,82	1	0,00001	0,010	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00035	3,115	ns*	0,000007	2,62	1	0,04840	84,028	***	0,001495	51,42
5- C*T	1	0,00009	0,796	ns	0,000000	0,00	1	0,00360	6,250	*	0,000189	6,50
6- C*F	1	0,00005	0,469	ns	0,000000	0,00	1	0,00023	0,391	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00073	6,451	*	0,000077	27,03	1	0,00203	3,516	ns*	0,000181	6,23
8- Resíduo	56	0,00011			0,000113	39,67	56	0,00058			0,000576	19,82
9- Total	63	0,00439			0,000285	100,00	63	0,07089			0,002907	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,11139	9,180	**	0,003102	5,95	1	0,04410	5,582	*	0,001131	3,55
2- Forma	1	0,00289	0,238	ns	0,000000	0,00	1	0,00003	0,003	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00375	0,309	ns	0,000000	0,00	1	0,00420	0,532	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	1,13689	93,694	***	0,035149	67,39	1	0,71400	90,380	***	0,022066	69,33
5- C*T	1	0,04050	3,338	ns*	0,001773	3,40	1	0,01960	2,481	ns	0,000731	2,30
6- C*F	1	0,00013	0,010	ns	0,000000	0,00	1	0,00003	0,003	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00263	0,216	ns	0,000000	0,00	1	0,00003	0,003	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	56	0,01213			0,012134	23,26	56	0,00790			0,007900	24,82
9- Total	63	1,31031			0,052157	100,00	63	0,78988			0,031828	100,00

Quadro AIV.11.10 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 9 horas, em 30.7.97

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00015	0,626	ns	0,000000	0,00	1	0,00660	12,249	***	0,000189	7,87
2- Forma	1	0,00044	1,855	ns	0,000006	2,54	1	0,00214	3,968	ns*	0,000050	2,08
3- F*T	1	0,00006	0,264	ns	0,000000	0,00	1	0,00004	0,072	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00044	1,855	ns	0,000006	2,54	1	0,04254	78,922	***	0,001313	54,50
5- C*T	1	0,00012	0,528	ns	0,000000	0,00	1	0,00406	7,540	*	0,000220	9,15
6- C*F	1	0,00001	0,034	ns	0,000000	0,00	1	0,00008	0,143	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00001	0,047	ns	0,000000	0,00	1	0,00131	2,438	ns	0,000097	4,02
8- Resíduo	56	0,00024			0,000235	94,93	56	0,00054			0,000539	22,38
9- Total	63	0,00146			0,000248	100,00	63	0,05731			0,002408	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,14726	15,056	***	0,004296	9,53	1	0,08700	13,385	***	0,002516	9,28
2- Forma	1	0,01294	1,323	ns	0,000099	0,22	1	0,00420	0,646	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,00150	0,154	ns	0,000000	0,00	1	0,00140	0,215	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,85794	87,715	***	0,026505	58,79	1	0,50770	78,108	***	0,015663	57,80
5- C*T	1	0,05700	5,828	*	0,002951	6,55	1	0,03060	4,708	*	0,001506	5,56
6- C*F	1	0,00345	0,353	ns	0,000000	0,00	1	0,00200	0,308	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,02139	2,187	ns	0,001451	3,22	1	0,01380	2,123	ns	0,000913	3,37
8- Resíduo	56	0,00978			0,009781	21,70	56	0,00650			0,006500	23,99
9- Total	63	1,11127			0,045083	100,00	63	0,65320			0,027097	100,00

Quadro AIV.11.11 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 12 horas, em 30.7.97

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00164	0,407	ns	0,000000	0,00	1	0,00391	3,633	ns*	0,000088	1,60
2- Forma	1	0,02681	6,655	*	0,000712	9,07	1	0,01501	13,959	***	0,000435	7,86
3- F*T	1	0,01118	2,776	ns	0,000447	5,70	1	0,00063	0,581	ns	0,000000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,04829	11,986	**	0,001383	17,62	1	0,12426	115,587	***	0,003849	69,52
5- C*T	1	0,00459	1,139	ns	0,000035	0,45	1	0,00023	0,209	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,00664	1,649	ns	0,000163	2,08	1	0,00250	2,326	ns	0,000089	1,61
7- C*F*T	1	0,01266	3,141	ns*	0,001078	13,74	1	0,00006	0,052	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	56	0,00403			0,004029	51,34	56	0,00108			0,001075	19,41
9- Total	63	0,11584			0,007848	100,00	63	0,14765			0,005537	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,04895	3,888	ns*	0,001136	3,87	1	0,02760	2,509	ns	0,000519	2,81
2- Forma	1	0,00191	0,152	ns	0,000000	0,00	1	0,00620	0,564	ns	0,000000	0,00
3- F*T	1	0,01856	1,475	ns	0,000373	1,27	1	0,02680	2,436	ns	0,000988	5,34
4- Calda bordalesa	1	0,38595	30,658	***	0,011668	39,71	1	0,07220	6,564	*	0,001913	10,34
5- C*T	1	0,00975	0,775	ns	0,000000	0,00	1	0,00740	0,673	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,00114	0,090	ns	0,000000	0,00	1	0,00700	0,636	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,04151	3,298	ns*	0,003616	12,31	1	0,04360	3,964	ns*	0,004075	22,03
8- Resíduo	56	0,01259			0,012589	42,85	56	0,01100			0,011000	59,48
9- Total	63	0,52038			0,029382	100,00	63	0,20180			0,018494	100,00

Quadro AIV.11.12 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 15 horas, em 30.7.97

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00035	0,017	ns	0,000000	0,00	1	0,00226	1,118	ns	0,000007	0,10
2- Forma	1	0,04580	2,190	ns	0,000778	2,63	1	0,01156	5,726	*	0,000298	4,05
3- F*T	1	0,02984	1,427	ns	0,000558	1,89	1	0,00250	1,239	ns	0,000030	0,41
4- Calda bordalesa	1	0,16728	7,999	**	0,004574	15,46	1	0,16201	80,280	***	0,005000	67,99
5- C*T	1	0,00369	0,177	ns	0,000000	0,00	1	0,00023	0,111	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,06503	3,109	ns*	0,002757	9,32	1	0,00003	0,012	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,00020	0,010	ns	0,000000	0,00	1	0,00001	0,003	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	56	0,02091			0,020912	70,70	56	0,00202			0,002018	27,44
9- Total	63	0,33310			0,029579	100,00	63	0,18059			0,007353	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00544	0,255	ns	0,000000	0,00	1	0,00544	0,286	ns	0,000000	0,00
2- Forma	1	0,00098	0,046	ns	0,000000	0,00	1	0,02070	1,089	ns	0,000053	0,27
3- F*T	1	0,01129	0,528	ns	0,000000	0,00	1	0,02210	1,163	ns	0,000194	0,99
4- Calda bordalesa	1	0,16504	7,725	**	0,004490	17,24	1	0,00000	0,000	ns	0,000000	0,00
5- C*T	1	0,00508	0,238	ns	0,000000	0,00	1	0,00240	0,126	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,02441	1,143	ns	0,000191	0,73	1	0,02520	1,326	ns	0,000388	1,97
7- C*F*T	1	0,00001	0,001	ns	0,000000	0,00	1	0,00030	0,016	ns	0,000000	0,00
8- Resíduo	56	0,02137			0,021365	82,03	56	0,01900			0,019000	96,77
9- Total	63	0,23361			0,026045	100,00	63	0,09514			0,019634	100,00

Quadro AIV.11.13 - Resumo das análises de variância relativas aos valores do período 18 horas, em 30.7.97

Origem de variação	F _v /F _m						F _o					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00102	0,072	ns	0,000000	0,00	1	0,01823	34,193	***	0,000553	15,61
2- Forma	1	0,00411	0,290	ns	0,000000	0,00	1	0,02641	49,542	***	0,000809	22,83
3- F*T	1	0,05766	4,073	*	0,002719	9,92	1	0,01051	19,711	***	0,000623	17,60
4- Calda bordalesa	1	0,00568	0,401	ns	0,000000	0,00	1	0,03240	60,788	***	0,000996	28,12
5- C*T	1	0,00234	0,165	ns	0,000000	0,00	1	0,00040	0,750	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,00044	0,031	ns	0,000000	0,00	1	0,00006	0,105	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,09836	6,949	*	0,010526	38,42	1	0,00076	1,418	ns	0,000028	0,79
8- Resíduo	56	0,01416			0,014155	51,66	56	0,00053			0,000533	15,05
9- Total	63	0,18376			0,027400	100,00	63	0,08928			0,003541	100,00

Origem de variação	F _m						F _v					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,08629	6,898	*	0,002306	4,26	1	0,02600	2,321	ns	0,000463	1,29
2- Forma	1	0,11816	9,446	**	0,003302	6,10	1	0,03110	2,777	ns	0,000622	1,74
3- F*T	1	0,30113	24,073	***	0,018039	33,35	1	0,19470	17,384	***	0,011469	32,10
4- Calda bordalesa	1	0,21739	17,379	***	0,006403	11,84	1	0,08190	7,313	**	0,002209	6,18
5- C*T	1	0,00008	0,006	ns	0,000000	0,00	1	0,00030	0,027	ns	0,000000	0,00
6- C*F	1	0,00345	0,276	ns	0,000000	0,00	1	0,00240	0,214	ns	0,000000	0,00
7- C*F*T	1	0,10481	8,379	**	0,011538	21,33	1	0,08930	7,973	**	0,009763	27,33
8- Resíduo	56	0,01251			0,012509	23,12	56	0,01120			0,011200	31,35
9- Total	63	0,84382			0,054096	100,00	63	0,43690			0,035725	100,00

ANEXO IV.12 - Quadros da análise de variância relativos aos valores de potencial hídrico foliar (MPa), medido em 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.12.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 9.6.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00002	0,004	ns	0,00000	0,00	1	0,12960	20,250	***	0,01540	41,90
2- Forma	1	0,03700	7,708	*	0,00322	39,17	1	0,12600	19,688	***	0,01495	40,68
3- F*T	1	0,00580	1,208	ns	0,00020	2,43	1	0,00250	0,391	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	16	0,00480			0,00480	58,39	12	0,00640			0,00640	17,41
5- Total	19				0,00822	100,00	15				0,03675	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00640	1,524	ns	0,00028	5,03	1	0,01210	6,050	*	0,00126	31,66
2- Forma	1	0,01210	2,881	ns	0,00099	18,08	1	0,00090	0,450	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00090	0,214	ns	0,00000	0,00	1	0,00490	2,450	ns	0,00073	18,18
4- Resíduo	12	0,00420			0,00420	76,89	12	0,00200			0,00200	50,16
5- Total	15				0,00546	100,00	15				0,00399	100,00

Quadro AIV.12.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 16.6.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00920	2,629	ns	0,00057	9,24	1	0,01500	1,630	ns	0,00073	6,03
2- Forma	1	0,00085	0,241	ns	0,00000	0,00	1	0,00110	0,120	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,01400	4,000	ns	0,00210	34,04	1	0,01760	1,913	ns	0,00210	17,46
4- Resíduo	16	0,00350			0,00350	56,73	12	0,00920			0,00920	76,51
5- Total	19				0,00617	100,00	15				0,01203	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,01760	5,500	*	0,00180	16,04	1	0,00600	1,500	ns	0,00025	5,88
2- Forma	1	0,00180	0,563	ns	0,00000	0,00	1	0,00110	0,275	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,02810	8,781	*	0,00623	55,46	1	0,00016	0,039	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	12	0,00320			0,00320	28,51	12	0,00400			0,00400	94,12
5- Total	15				0,01123	100,00	15				0,00425	100,00

Quadro AIV.12.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 29.6.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,03300	10,645	**	0,00249	38,48	1	0,00450	1,125	ns	0,00004	0,29
2- Forma	1	0,00260	0,839	ns	0,00000	0,00	1	0,11620	29,050	***	0,00935	64,97
3- F*T	1	0,00840	2,710	ns	0,00088	13,64	1	0,01000	2,500	ns	0,00100	6,95
4- Resíduo	20	0,00310			0,00310	47,88	20	0,00400			0,00400	27,79
5- Total	23				0,00648	100,00	23				0,01439	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,11900	35,000	***	0,00963	51,45	1	0,26040	54,250	***	0,02130	81,61
2- Forma	1	0,01550	4,559	*	0,00101	5,38	1	0,00380	0,792	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,03150	9,265	**	0,00468	25,01	1	0,00042	0,087	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	20	0,00340			0,00340	18,16	20	0,00480			0,00480	18,39
5- Total	23				0,01873	100,00	23				0,02610	100,00

Quadro AIV.12.4 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 14.7.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,06130	9,015	**	0,00341	29,22	1	0,11880	10,513	**	0,00672	37,29
2- Forma	1	0,03000	4,412	*	0,00145	12,44	1	0,00053	0,047	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00150	0,221	ns	0,00000	0,00	1	0,00950	0,841	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,00680			0,00680	58,34	28	0,01130			0,01130	62,71
5- Total	31				0,01166	100,00	31				0,01802	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,05780	2,470	ns	0,00215	6,38	1	0,22780	10,848	**	0,01293	34,81
2- Forma	1	0,15400	6,581	*	0,00816	24,21	1	0,07220	3,438	ns	0,00320	8,62
3- F*T	1	0,01280	0,547	ns	0,00000	0,00	1	0,00500	0,238	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,02340			0,02340	69,41	28	0,02100			0,02100	56,57
5- Total	31				0,03371	100,00	31				0,03713	100,00

Quadro AIV.12.5 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 28.7.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,10470	7,373	*	0,00566	18,20	1	0,12380	7,549	*	0,00671	28,14
2- Forma	1	0,08720	6,141	*	0,00456	14,68	1	0,02820	1,720	ns	0,00074	3,09
3- F*T	1	0,06750	4,754	*	0,00666	21,44	1	0,00015	0,009	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,01420			0,01420	45,69	28	0,01640			0,01640	68,76
5- Total	31				0,03108	100,00	31				0,02385	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00450	0,776	ns	0,00000	0,00	1	0,00600	1,034	ns	0,00001	0,22
2- Forma	1	0,02100	3,621	ns*	0,00095	12,30	1	0,00150	0,259	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,01360	2,345	ns	0,00098	12,62	1	0,00320	0,552	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,00580			0,00580	75,08	28	0,00580			0,00580	99,78
5- Total	31				0,00773	100,00	31				0,00581	100,00

Quadro AIV.12.6 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 3.8.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,37630	30,104	***	0,02274	60,93	1	0,00000	0,000	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,04580	3,664	ns*	0,00208	5,58	1	0,03580	3,346	ns*	0,00157	11,07
3- F*T	1	0,00630	0,504	ns	0,00000	0,00	1	0,02590	2,421	ns	0,00190	13,41
4- Resíduo	28	0,01250			0,01250	33,50	28	0,01070			0,01070	75,52
5- Total	31				0,03732	100,00	31				0,01417	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,10010	28,600	***	0,00604	57,71	1	0,14850	17,267	***	0,00874	50,07
2- Forma	1	0,00053	0,151	ns	0,00000	0,00	1	0,01050	1,221	ns	0,00012	0,68
3- F*T	1	0,01090	3,114	ns*	0,00093	8,84	1	0,00210	0,244	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,00350			0,00350	33,45	28	0,00860			0,00860	49,25
5- Total	31				0,01046	100,00	31				0,01746	100,00

Quadro AIV.12.7 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 18.8.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,17400	10,482	**	0,00984	37,21	1	0,08100	5,956	*	0,00421	20,79
2- Forma	1	0,00320	0,193	ns	0,00000	0,00	1	0,00170	0,125	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00130	0,078	ns	0,00000	0,00	1	0,03320	2,441	ns	0,00245	12,09
4- Resíduo	28	0,01660			0,01660	62,79	28	0,01360			0,01360	67,12
5- Total	31				0,02644	100,00	31				0,02026	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,01580	2,394	ns	0,00058	7,44	1	0,14450	10,547	**	0,00818	37,37
2- Forma	1	0,00690	1,045	ns	0,00002	0,24	1	0,00750	0,547	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,01090	1,652	ns	0,00054	6,95	1	0,00090	0,066	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,00660			0,00660	85,37	28	0,01370			0,01370	62,63
5- Total	31				0,00773	100,00	31				0,02188	100,00

Quadro AIV.12.8 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 25.8.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,05610	3,066	ns*	0,00236	6,07	1	0,02940	2,557	ns	0,00149	8,15
2- Forma	1	0,27380	14,962	***	0,01597	41,04	1	0,01040	0,904	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,03650	1,995	ns	0,00228	5,85	1	0,04330	3,765	ns*	0,00530	28,97
4- Resíduo	28	0,01830			0,01830	47,04	20	0,01150			0,01150	62,87
5- Total	31				0,03891	100,00	23				0,01829	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,03450	4,481	*	0,00223	17,43	1	0,05900	5,514	*	0,00403	27,33
2- Forma	1	0,02870	3,727	ns*	0,00175	13,65	1	0,00840	0,785	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,01450	1,883	ns	0,00113	8,84	1	0,00770	0,720	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	20	0,00770			0,00770	60,08	20	0,01070			0,01070	72,67
5- Total	23				0,01282	100,00	23				0,01473	100,00

Quadro AIV.12.9 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 1.9.95

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,26040	10,941	**	0,01972	43,30	1	0,02800	1,436	ns	0,00071	2,60
2- Forma	1	0,03680	1,546	ns	0,00108	2,38	1	0,10400	5,333	*	0,00704	25,84
3- F*T	1	0,02940	1,235	ns	0,00093	2,05	1	0,01930	0,990	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	20	0,02380			0,02380	52,27	20	0,01950			0,01950	71,56
5- Total	23				0,04553	100,00	23				0,02725	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,03840	2,783	ns	0,00205	12,93	1	0,01310	0,595	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,00060	0,043	ns	0,00000	0,00	1	0,03080	1,400	ns	0,00073	3,18
3- F*T	1	0,00170	0,123	ns	0,00000	0,00	1	0,02410	1,095	ns	0,00035	1,52
4- Resíduo	20	0,01380			0,01380	87,07	20	0,02200			0,02200	95,31
5- Total	23				0,01585	100,00	23				0,02308	100,00

Quadro AIV.12.10 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 5.6.96

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00060	1,706	ns	0,00001	2,53	1	0,07600	21,714	***	0,00302	37,51
2- Forma	1	0,00150	4,251	*	0,00005	11,63	1	0,04030	11,514	**	0,00153	19,04
3- F*T	1	0,00000	0,006	ns	0,00000	0,00	1	0,00025	0,072	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	44	0,00035			0,00035	85,84	44	0,00350			0,00350	43,46
5- Total	47				0,00041	100,00	47				0,00805	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,06160	15,795	***	0,00240	30,76	1	0,06160	8,556	**	0,00227	20,54
2- Forma	1	0,02000	5,128	*	0,00067	8,58	1	0,03520	4,889	*	0,00117	10,57
3- F*T	1	0,01400	3,590	ns*	0,00084	10,77	1	0,01200	1,667	ns	0,00040	3,63
4- Resíduo	44	0,00390			0,00390	49,89	44	0,00720			0,00720	65,26
5- Total	47				0,00782	100,00	47				0,01103	100,00

Quadro AIV.12.11 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 25.6.96

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,12610	26,830	***	0,00506	37,63	1	0,09990	10,194	**	0,00375	26,04
2- Forma	1	0,03630	7,723	**	0,00132	9,80	1	0,03050	3,112	ns*	0,00086	5,98
3- F*T	1	0,03310	7,043	*	0,00237	17,61	1	0,00180	0,184	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	44	0,00470			0,00470	34,97	44	0,00980			0,00980	67,98
5- Total	47				0,01344	100,00	47				0,01442	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00390	0,527	ns	0,00000	0,00	1	0,05600	5,957	*	0,00194	16,13
2- Forma	1	0,05810	7,851	**	0,00211	18,61	1	0,02610	2,777	ns	0,00070	5,78
3- F*T	1	0,02950	3,986	ns*	0,00184	16,22	1	0,00370	0,394	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	44	0,00740			0,00740	65,17	44	0,00940			0,00940	78,09
5- Total	47				0,01135	100,00	47				0,01204	100,00

Quadro AIV.12.12 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 8.7.96

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,07030	31,955	***	0,00426	62,53	1	0,05780	14,450	***	0,00336	44,46
2- Forma	1	0,00780	3,545	ns*	0,00035	5,14	1	0,00720	1,800	ns	0,00020	2,64
3- F*T	1	0,00011	0,051	ns	0,00000	0,00	1	0,00120	0,300	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	28	0,00220			0,00220	32,32	28	0,00400			0,00400	52,89
5- Total	31				0,00681	100,00	31				0,00756	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,07130	13,204	**	0,00412	41,95	1	0,02420	7,118	*	0,00130	26,40
2- Forma	1	0,01020	1,889	ns	0,00030	3,06	1	0,00660	1,941	ns	0,00020	4,06
3- F*T	1	0,00015	0,028	ns	0,00000	0,00	1	0,00360	1,059	ns	0,00003	0,51
4- Resíduo	28	0,00540			0,00540	55,00	28	0,00340			0,00340	69,04
5- Total	31				0,00982	100,00	31				0,00493	100,00

Quadro AIV.12.13 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 23.7.96

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,47150	39,292	***	0,01838	56,86	1	0,57350	35,401	***	0,02064	47,05
2- Forma	1	0,04230	3,525	ns*	0,00121	3,75	1	0,10770	6,648	*	0,00339	7,72
3- F*T	1	0,00100	0,083	ns	0,00000	0,00	1	0,06540	4,037	ns*	0,00364	8,31
4- Calda bordalesa	1	0,02390	1,992	ns	0,00048	1,47	1	0,01040	0,642	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00011	0,009	ns	0,00000	0,00	1	0,00230	0,142	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,01520	1,267	ns	0,00026	0,79	1	0,00130	0,080	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00310	0,258	ns	0,00000	0,00	1	0,00000	0,000	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	42	0,01200			0,01200	37,12	46	0,01620			0,01620	36,92
9- Total	49				0,03232	100,00	53				0,04387	100,00

Quadro AIV.12.14 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 29.7.96

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,00920	57,669	***	0,04132	44,20	1	0,52080	50,563	***	0,02127	60,36
2- Forma	1	0,07210	4,120	*	0,00228	2,43	1	0,06600	6,408	*	0,00232	6,59
3- F*T	1	0,07520	4,297	*	0,00481	5,14	1	0,00610	0,592	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00400	0,229	ns	0,00000	0,00	1	0,00750	0,728	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00560	0,320	ns	0,00000	0,00	1	0,00480	0,466	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,05200	2,971	ns	0,00288	3,08	1	0,00610	0,592	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,16570	9,469	**	0,02470	26,42	1	0,01840	1,786	ns	0,00135	3,83
8- Resíduo	40	0,01750			0,01750	18,72	40	0,01030			0,01030	29,23
9- Total	47				0,09348	100,00	47				0,03524	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,16570	38,535	***	0,00673	52,10	1	0,01650	2,426	ns	0,00040	3,78
2- Forma	1	0,00003	0,008	ns	0,00000	0,00	1	0,05400	7,941	**	0,00197	18,39
3- F*T	1	0,01200	2,791	ns	0,00064	4,97	1	0,02210	3,250	ns*	0,00128	11,92
4- Calda bordalesa	1	0,00083	0,194	ns	0,00000	0,00	1	0,00130	0,191	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,01920	4,465	*	0,00124	9,62	1	0,00540	0,794	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00370	0,860	ns	0,00000	0,00	1	0,00180	0,265	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00300	0,698	ns	0,00000	0,00	1	0,00830	1,221	ns	0,00025	2,34
8- Resíduo	40	0,00430			0,00430	33,31	40	0,00680			0,00680	63,58
9- Total	47				0,01291	100,00	47				0,01070	100,00

Quadro AIV.12.15 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 16.8.96

Origem de variação	potencial de base						14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,12810	5,693	*	0,00440	12,24	1	0,16990	15,306	***	0,00662	35,26
2- Forma	1	0,15870	7,053	*	0,00568	15,79	1	0,01130	1,018	ns	0,00001	0,04
3- F*T	1	0,02900	1,289	ns	0,00054	1,51	1	0,01390	1,252	ns	0,00023	1,24
4- Calda bordalesa	1	0,09010	4,004	ns*	0,00282	7,84	1	0,00110	0,099	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00610	0,271	ns	0,00000	0,00	1	0,00430	0,387	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,01400	0,622	ns	0,00000	0,00	1	0,02080	1,874	ns	0,00081	4,31
7- C*F*T	1	0,01080	0,480	ns	0,00000	0,00	1	0,00290	0,261	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	40	0,02250			0,02250	62,62	40	0,01110			0,01110	59,15
9- Total	47				0,03593	100,00	47				0,01877	100,00

Quadro AIV.12.16 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 20.8.96

Origem de variação	potencial de base						14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,27760	12,283	**	0,01063	20,25	1	0,00440	0,312	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,25670	11,358	**	0,00975	18,59	1	0,00850	0,603	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00830	0,367	ns	0,00000	0,00	1	0,00850	0,603	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00180	0,080	ns	0,00000	0,00	1	0,03100	2,199	ns	0,00070	3,19
5- C*T	1	0,05400	2,389	ns	0,00262	4,99	1	0,00068	0,048	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00180	0,080	ns	0,00000	0,00	1	0,07360	5,220	*	0,00496	22,46
7- C*F*T	1	0,06380	2,823	ns	0,00687	13,09	1	0,02800	1,986	ns	0,00232	10,49
8- Resíduo	40	0,02260			0,02260	43,08	40	0,01410			0,01410	63,86
9- Total	47				0,05246	100,00	47				0,02208	100,00

Quadro AIV.12.17 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 12.9.96

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,81900	25,046	***	0,03276	49,29	1	0,00440	0,127	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,02760	0,844	ns	0,00000	0,00	1	0,01690	0,487	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00290	0,089	ns	0,00000	0,00	1	0,06160	1,775	ns	0,00224	6,07
4- Calda bordalesa	1	0,05670	1,734	ns	0,00100	1,50	1	0,01610	0,464	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00290	0,089	ns	0,00000	0,00	1	0,00001	0,000	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,02390	0,731	ns	0,00000	0,00	1	0,01690	0,487	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00460	0,141	ns	0,00000	0,00	1	0,00013	0,004	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	40	0,03270			0,03270	49,20	40	0,03470			0,03470	93,93
9- Total	47				0,06646	100,00	47				0,03694	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,05540	5,226	*	0,00187	6,81	1	0,00610	0,462	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,00460	0,434	ns	0,00000	0,00	1	0,00650	0,492	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,18630	17,575	***	0,01464	53,41	1	0,01200	0,909	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,01170	1,104	ns	0,00005	0,17	1	0,00053	0,040	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00047	0,044	ns	0,00000	0,00	1	0,00400	0,303	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,01370	1,292	ns	0,00026	0,94	1	0,00001	0,001	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00540	0,509	ns	0,00000	0,00	1	0,01840	1,394	ns	0,00087	6,16
8- Resíduo	40	0,01060			0,01060	38,67	40	0,01320			0,01320	93,84
9- Total	47				0,02741	100,00	47				0,01407	100,00

Quadro AIV.12.18 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 24.6.97

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,01320	1,886	ns	0,00019	2,45	1	0,10830	11,772	**	0,00413	30,98
2- Forma	1	0,00490	0,700	ns	0,00000	0,00	1	0,00480	0,522	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,01820	2,600	ns	0,00070	8,87	1	0,00100	0,109	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	60	0,00700			0,00700	88,68	44	0,00920			0,00920	69,02
5- Total	63				0,00789	100,00	47				0,01333	100,00

Origem de variação	14 horas						17 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00460	0,648	ns	0,00000	0,00	1	0,21720	42,588	***	0,01010	53,33
2- Forma	1	0,00390	0,549	ns	0,00000	0,00	1	0,08140	15,961	***	0,00363	19,19
3- F*T	1	0,00500	0,704	ns	0,00000	0,00	1	0,00620	1,216	ns	0,00010	0,55
4- Resíduo	44	0,00710			0,00710	100,00	38	0,00510			0,00510	26,93
5- Total	47				0,00710	100,00	41				0,01894	100,00

Quadro AIV.12.19 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 4.7.97

Origem de variação	potencial de base						10 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00000	0,000	ns	0,00000	0,00	1	0,01050	1,250	ns	0,00009	0,87
2- Forma	1	0,01170	1,009	ns	0,00000	0,03	1	0,02130	2,536	ns	0,00054	5,36
3- F*T	1	0,04260	3,672	ns*	0,00258	18,21	1	0,02040	2,429	ns	0,00100	9,98
4- Resíduo	44	0,01160			0,01160	81,76	44	0,00840			0,00840	83,79
5- Total	47				0,01419	100,00	47				0,01003	100,00

Origem de variação	14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,30880	52,339	***	0,01262	68,14
2- Forma	1	0,00025	0,043	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00035	0,060	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	44	0,00590			0,00590	31,86
5- Total	47				0,01852	100,00

Quadro AIV.12.20 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 25.7.97

Origem de variação	potencial de base						14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,10400	12,683	***	0,00299	21,19	1	0,02330	4,755	*	0,00058	7,84
2- Forma	1	0,04950	6,037	*	0,00129	9,14	1	0,01320	2,694	ns	0,00026	3,54
3- F*T	1	0,02890	3,524	ns*	0,00129	9,16	1	0,02560	5,224	*	0,00129	17,65
4- Calda bordalesa	1	0,00200	0,244	ns	0,00000	0,00	1	0,01000	2,041	ns	0,00016	2,17
5- C*T	1	0,01380	1,683	ns	0,00035	2,48	1	0,00720	1,469	ns	0,00014	1,96
6- C*F	1	0,00140	0,171	ns	0,00000	0,00	1	0,00280	0,571	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00010	0,012	ns	0,00000	0,00	1	0,00140	0,286	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,00820			0,00820	58,04	56	0,00490			0,00490	66,84
9- Total	63				0,01413	100,00	63				0,00733	100,00

Quadro AIV.12.21 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 30.7.97

Origem de variação	potencial de base						14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,26010	21,320	***	0,00775	38,70	1	0,15870	30,519	***	0,00640	46,87
2- Forma	1	0,01440	1,180	ns	0,00007	0,34	1	0,00003	0,006	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00950	0,779	ns	0,00000	0,00	1	0,02800	5,385	*	0,00190	13,92
4- Calda bordalesa	1	0,00300	0,246	ns	0,00000	0,00	1	0,00190	0,365	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00950	0,779	ns	0,00000	0,00	1	0,00370	0,712	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,01050	0,861	ns	0,00000	0,00	1	0,00700	1,346	ns	0,00015	1,10
7- C*F*T	1	0,00900	0,738	ns	0,00000	0,00	1	0,00001	0,002	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,01220			0,01220	60,95	40	0,00520			0,00520	38,11
9- Total	63				0,02002	100,00	47				0,01365	100,00

Quadro AIV.12.22 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 21.8.97

Origem de variação	potencial de base						14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,01410	0,865	ns	0,00000	0,00	1	0,02130	2,731	ns	0,00056	3,64
2- Forma	1	0,00510	0,313	ns	0,00000	0,00	1	0,00047	0,060	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,10970	6,730	*	0,00584	26,37	1	0,08250	10,577	**	0,00623	40,29
4- Calda bordalesa	1	0,00930	0,571	ns	0,00000	0,00	1	0,02850	3,654	ns*	0,00086	5,58
5- C*T	1	0,00540	0,331	ns	0,00000	0,00	1	0,00047	0,060	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00026	0,016	ns	0,00000	0,00	1	0,00590	0,756	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00440	0,270	ns	0,00000	0,00	1	0,00260	0,333	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,01630			0,01630	73,63	40	0,00780			0,00780	50,49
9- Total	63				0,02214	100,00	47				0,01545	100,00

Quadro AIV.12.23 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 2.9.97

Origem de variação	potencial de base						14 horas					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,21160	31,118	***	0,00640	32,36	1	0,23280	23,755	***	0,00697	35,12
2- Forma	1	0,00280	0,412	ns	0,00000	0,00	1	0,00860	0,878	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,01100	1,618	ns	0,00026	1,33	1	0,01100	1,122	ns	0,00008	0,38
4- Calda bordalesa	1	0,05520	8,118	**	0,00151	7,65	1	0,03710	3,786	ns*	0,00085	4,30
5- C*T	1	0,00031	0,045	ns	0,00000	0,00	1	0,00200	0,204	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00640	0,941	ns	0,00000	0,00	1	0,04410	4,500	*	0,00214	10,80
7- C*F*T	1	0,04520	6,647	*	0,00480	24,27	1	0,00680	0,694	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,00680			0,00680	34,39	56	0,00980			0,00980	49,39
9- Total	63				0,01978	100,00	63				0,01984	100,00

ANEXO IV.13 - Quadros da análise de variância relativos aos valores de potencial osmótico foliar (MPa) medido em 1997 através do método crioscópico.

Quadro AIV.13.1 - Resumo das análises de variância dos valores registados em 25.7.97, 30.7.97 e 21.8.97

Origem de variação	25.7.97						30.7.97					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,08380	6,651	*	0,00223	11,91	1	0,11460	8,682	**	0,00317	15,79
2- Forma	1	0,01100	0,873	ns	0,00000	0,00	1	0,03680	2,788	ns	0,00074	3,67
3- F*T	1	0,04840	3,841	*	0,00224	11,98	1	0,03290	2,492	ns	0,00123	6,14
4- Calda bordalesa	1	0,05070	4,024	ns*	0,00119	6,37	1	0,06860	5,197	*	0,00173	8,63
5- C*T	1	0,01950	1,548	ns	0,00043	2,31	1	0,01220	0,924	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00030	0,024	ns	0,00000	0,00	1	0,00060	0,045	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00810	0,643	ns	0,00000	0,00	1	0,00830	0,629	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,01260			0,01260	67,44	56	0,01320			0,01320	65,77
9- Total	63				0,01868	100,00	63				0,02007	100,00

Origem de variação	21.8.97					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00230	0,122	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,05860	3,101	ns*	0,00124	3,09
3- F*T	1	0,12200	6,455	*	0,00644	16,04
4- Calda bordalesa	1	0,25960	13,735	***	0,00752	18,72
5- C*T	1	0,11610	6,143	*	0,00608	15,12
6- C*F	1	0,01000	0,529	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00140	0,074	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	56	0,01890			0,01890	47,04
9- Total	63				0,04018	100,00

ANEXO IV.14 - Quadros da análise de variância relativos aos valores da massa foliar por área (LMA (g.m⁻²)) determinada em 1996 e 1997.

Quadro AIV.14.1 - Resumo das análises de variância dos valores calculados em 1996 (11 de Julho e 24 de Agosto).

Origem de variação	11.7.96					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	859,088	60,987	***	13,203	22,47
2- Forma	1	731,680	51,942	***	11,212	19,09
3- F*T	1	1,517	0,108	ns	0,000	0,00
4- Orientação	1	1242,780	88,225	***	19,198	32,68
5- O*T	1	7,324	0,520	ns	0,000	0,00
6- O*F	1	2,258	0,160	ns	0,000	0,00
7- O*F*T	1	30,846	2,190	ns	1,047	1,78
8- Resíduo	120	14,086			14,086	23,98
9- Total	127				58,748	100,00

24.8.96						
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1324,252	73,198	***	20,4088	25,02
2- Forma	1	712,923	39,407	***	10,8567	13,31
3- Calda bordalesa	1	224,219	12,394	***	3,2208	3,95
4- Orientação	1	1330,164	73,525	***	20,5011	25,13
5- F*T	1	12,523	0,692	ns	0,0000	0,00
6- C*T	1	17,571	0,971	ns	0,0000	0,00
7- C*F	1	160,727	8,884	**	4,4574	5,46
8- O*T	1	32,201	1,780	ns	0,4409	0,54
9- O*F	1	0,021	0,001	ns	0,0000	0,00
10-O*C	1	110,196	6,091	*	2,8783	3,53
11- C*F*T	1	0,000	0,000	ns	0,0000	0,00
12- O*F*T	1	0,019	0,001	ns	0,0000	0,00
13- O*C*T	1	20,691	1,144	ns	0,1625	0,20
14- O*C*F	1	24,880	1,375	ns	0,4243	0,52
15- O*C*F*T	1	19,091	1,055	ns	0,1249	0,15
16- Resíduo	112	18,091			18,0913	22,18
17- Total	127				81,5670	100,00

Quadro AIV.14.2 - Resumo das análises de variância dos valores calculados em 1997 (23 de Julho e 19 de Agosto).

23.7.97							18.8.97					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	662,361	41,312	***	13,46517	25,17	1	333,1119	19,778	***	6,58895	16,14
2- Forma	1	34,4233	2,147	ns	0,38313	0,72	1	42,6373	2,532	ns	0,53739	1,32
3- Calda bordalesa	1	0,9381	0,059	ns	0,00000	0,00	1	3,8248	0,227	ns	0,00000	0,00
4- Orientação	1	1086,451	67,763	***	22,30037	41,69	1	445,0854	26,426	***	8,92173	21,85
5- F*T	1	37,3851	2,332	ns	0,88967	1,66	1	81,4569	4,836	*	2,69227	6,59
6- C*T	1	11,9004	0,742	ns	0,00000	0,00	1	75,0162	4,454	*	2,42391	5,94
7- C*F	1	0,2906	0,018	ns	0,00000	0,00	1	48,6068	2,886	ns	1,32352	3,24
8- O*T	1	24,1964	1,509	ns	0,34014	0,64	1	0,2904	0,017	ns	0,00000	0,00
9- O*F	1	6,1925	0,386	ns	0,00000	0,00	1	11,9032	0,707	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	1,9523	0,122	ns	0,00000	0,00	1	18,4451	1,095	ns	0,06678	0,16
11- C*F*T	1	17,0219	1,062	ns	0,08240	0,15	1	26,2776	1,560	ns	0,78627	1,93
12- O*F*T	1	3,1945	0,199	ns	0,00000	0,00	1	0,6390	0,038	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	4,2977	0,268	ns	0,00000	0,00	1	13,0980	0,778	ns	0,00000	0,00
14- O*C*F	1	3,6247	0,226	ns	0,00000	0,00	1	24,5795	1,459	ns	0,64476	1,58
15- O*C*F*T	1	1,7745	0,111	ns	0,00000	0,00	1	0,3815	0,023	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	80	16,0331			16,03310	29,97	80	16,8424			16,84240	41,25
17- Total	95				53,49398	100,00	95				40,82797	100,00

ANEXO IV.15 - Quadros da análise de variância relativos aos teores em pigmentos clorofilinos e carotenóides totais (mg.dm⁻²) doseados em 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.15.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores quantificados em 25.8.95

	clorofila <i>a</i>						clorofila <i>b</i>					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	17,78459	60,607	***	0,57348	44,39	1	2,81853	37,101	***	0,08992	44,41
2- Forma	1	9,98378	34,023	***	0,31772	24,59	1	1,19203	15,691	***	0,03659	18,07
3- F*T	1	1,92783	6,570	*	0,10717	8,30	1	0,05900	0,777	ns	0,00000	0,00
4- Residuo	57	0,29344			0,29344	22,72	57	0,07597			0,07597	37,52
5- Total	60				1,29181	100,00	60				0,20248	100,00

	clorofila <i>a/b</i>						clorofila <i>total</i>					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,09002	1,708	ns	0,00122	1,29	1	34,74481	57,290	***	1,11929	46,01
2- Forma	1	0,60379	11,457	**	0,01807	19,03	1	18,06238	29,783	***	0,57232	23,53
3- F*T	1	0,40313	7,650	**	0,02298	24,20	1	2,65787	4,383	*	0,13452	5,53
4- Residuo	57	0,05270			0,05270	55,49	57	0,60647			0,60647	24,93
5- Total	60				0,09497	100,00	60				2,43260	100,00

	carotenóides totais ^(442nm)						clorofila <i>total</i> /carotenóides totais ^(442nm)					
Origem de variação	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,14481	26,045	***	0,00457	31,38	1	49,30146	26,695	***	1,55589	36,85
2- Forma	1	0,08600	15,468	***	0,00264	18,12	1	26,84767	14,537	***	0,81970	19,41
3- F*T	1	0,03283	5,905	*	0,00179	12,29	1	1,44789	0,784	ns	0,00000	0,00
4- Residuo	57	0,00556			0,00556	38,21	57	1,84682			1,84682	43,74
5- Total	60				0,01455	100,00	60				4,22241	100,00

Quadro AIV.15.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores quantificados em 14.8.96

Origem de variação	clorofila <i>a</i>						clorofila <i>b</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3,67297	35,900	***	0,17853	23,97	1	0,30206	13,031	**	0,01394	12,28
2- Forma	1	0,03164	0,309	ns	0,00000	0,00	1	0,00671	0,289	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,13537	1,323	ns	0,00331	0,44	1	0,01756	0,758	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	2,41425	23,597	***	0,11560	15,52	1	0,47350	20,427	***	0,02252	19,83
5- C*T	1	0,18510	1,809	ns	0,00828	1,11	1	0,04624	1,995	ns	0,00231	2,03
6- C*F	1	1,72599	16,870	***	0,16237	21,80	1	0,31506	13,592	***	0,02919	25,70
7- C*F*T	1	0,97438	9,524	**	0,17441	23,42	1	0,13526	5,835	*	0,02242	19,74
8- Resíduo	32	0,10231			0,10231	13,74	32	0,02318			0,02318	20,41
9- Total	39				0,74481	100,00	39				0,11355	100,00

Origem de variação	clorofila <i>a/b</i>						clorofila <i>total</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,18212	7,142	*	0,00783	23,09	1	6,07620	29,654	***	0,29357	20,64
2- Forma	1	0,00181	0,071	ns	0,00000	0,00	1	0,06691	0,327	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00127	0,050	ns	0,00000	0,00	1	0,25091	1,225	ns	0,00460	0,32
4- Calda bordalesa	1	0,03727	1,462	ns	0,00059	1,73	1	5,02397	24,519	***	0,24095	16,94
5- C*T	1	0,02525	0,990	ns	0,00000	0,00	1	0,41616	2,031	ns	0,02113	1,49
6- C*F	1	0,01811	0,710	ns	0,00000	0,00	1	3,51530	17,156	***	0,33104	23,27
7- C*F*T	1	0,00027	0,011	ns	0,00000	0,00	1	1,83612	8,961	**	0,32624	22,94
8- Resíduo	32	0,02550			0,02550	75,18	32	0,20490			0,20490	14,40
9- Total	39				0,03392	100,00	39				1,42243	100,00

Origem de variação	carotenóides totais ^(442nm)						clorofila <i>total</i> /carotenóides totais ^(442nm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,03863	12,666	**	0,00178	30,98	1	2,70764	4,171	*	0,10292	3,21
2- Forma	1	0,00915	3,000	ns*	0,00031	5,31	1	0,92203	1,420	ns	0,01364	0,43
3- F*T	1	0,00077	0,252	ns	0,00000	0,00	1	0,44542	0,686	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00319	1,046	ns	0,00001	0,12	1	9,92713	15,291	***	0,46390	14,48
5- C*T	1	0,00689	2,259	ns	0,00038	6,69	1	4,76169	7,334	*	0,41125	12,84
6- C*F	1	0,00099	0,325	ns	0,00000	0,00	1	14,80724	22,808	***	1,41580	44,21
7- C*F*T	1	0,00414	1,357	ns	0,00022	3,80	1	1,37901	2,124	ns	0,14596	4,56
8- Resíduo	32	0,00305			0,00305	53,11	32	0,64922			0,64922	20,27
9- Total	39				0,00574	100,00	39				3,20268	100,00

Quadro AIV.15.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores quantificados em 5.9.96

Origem de variação	clorofila <i>a</i>						clorofila <i>b</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	5,58719	38,159	***	0,14132	28,54	1	0,56821	21,964	***	0,01409	21,10
2- Forma	1	0,01876	0,128	ns	0,00000	0,00	1	0,00358	0,138	ns	0,00000	0,00
3- Calda bordalesa	1	1,28513	8,777	**	0,02958	5,97	1	0,18990	7,341	**	0,00426	6,38
4- Orientação	1	4,71011	32,168	***	0,11854	23,94	1	0,48364	18,695	***	0,01189	17,81
5- F*T	1	0,16924	1,156	ns	0,00119	0,24	1	0,02125	0,821	ns	0,00000	0,00
6- C*T	1	0,26363	1,801	ns	0,00609	1,23	1	0,00073	0,028	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,11597	0,792	ns	0,00000	0,00	1	0,00044	0,017	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,56506	3,859	ns*	0,02175	4,39	1	0,11709	4,526	*	0,00474	7,10
9- O*F	1	0,09071	0,620	ns	0,00000	0,00	1	0,00617	0,239	ns	0,00000	0,00
10- O*C	1	0,11528	0,787	ns	0,00000	0,00	1	0,04512	1,744	ns	0,00100	1,50
11- C*F*T	1	0,39064	2,668	ns	0,02537	5,12	1	0,05503	2,127	ns	0,00303	4,54
12- O*F*T	1	0,08664	0,592	ns	0,00000	0,00	1	0,00022	0,009	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,19350	1,322	ns	0,00489	0,99	1	0,04396	1,699	ns	0,00188	2,82
14- O*C*F	1	0,00507	0,035	ns	0,00000	0,00	1	0,00820	0,317	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00224	0,015	ns	0,00000	0,00	1	0,00603	0,233	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	61	0,14642			0,14642	29,57	61	0,02587			0,02587	38,75
17- Total	76				0,49514	100,00	76				0,06676	100,00

Origem de variação	clorofila <i>a/b</i>						clorofila <i>total</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,11247	6,412	*	0,00247	6,27	1	9,72234	33,866	***	0,24507	27,08
2- Forma	1	0,00034	0,019	ns	0,00000	0,00	1	0,03852	0,134	ns	0,00000	0,00
3- Calda bordalesa	1	0,00004	0,002	**	0,00000	0,00	1	2,46053	8,571	**	0,05645	6,24
4- Orientação	1	0,07197	4,103	*	0,00141	3,60	1	8,21147	28,603	***	0,20583	22,74
5- F*T	1	0,00224	0,128	ns	0,00000	0,00	1	0,31051	1,082	ns	0,00122	0,13
6- C*T	1	0,17553	10,007	**	0,00821	20,87	1	0,29152	1,015	ns	0,00023	0,03
7- C*F	1	0,10174	5,800	*	0,00437	11,12	1	0,13108	0,457	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,01542	0,879	ns	0,00000	0,00	1	1,19657	4,168	*	0,04725	5,22
9- O*F	1	0,00433	0,247	ns	0,00000	0,00	1	0,14422	0,502	ns	0,00000	0,00
10- O*C	1	0,03132	1,786	ns	0,00072	1,82	1	0,30446	1,061	ns	0,00090	0,10
11- C*F*T	1	0,00788	0,449	ns	0,00000	0,00	1	0,73966	2,576	ns	0,04702	5,20
12- O*F*T	1	0,05036	2,871	ns	0,00341	8,67	1	0,09574	0,333	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,00908	0,518	ns	0,00000	0,00	1	0,42138	1,468	ns	0,01395	1,54
14- O*C*F	1	0,01713	0,977	ns	0,00000	0,00	1	0,02603	0,091	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,02331	1,329	ns	0,00120	3,05	1	0,01546	0,054	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	61	0,01754			0,01754	44,60	61	0,28708			0,28708	31,72
17- Total	76				0,03933	100,00	76				0,90500	100,00

Origem de variação	carotenóides totais ^(442nm)						clorofila <i>total</i> /carotenóides totais ^(442nm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,07576	24,439	***	0,00189	20,45	1	2,99346	6,988	*	0,06662	5,95
2- Forma	1	0,00012	0,039	ns	0,00000	0,00	1	0,05946	0,139	ns	0,00000	0,00
3- Calda bordalesa	1	0,02079	6,706	*	0,00046	4,98	1	0,45605	1,065	ns	0,00072	0,06
4- Orientação	1	0,01437	4,635	*	0,00029	3,17	1	14,69494	34,302	***	0,37056	33,09
5- F*T	1	0,01642	5,297	*	0,00069	7,50	1	1,56742	3,659	ns*	0,05917	5,28
6- C*T	1	0,00198	0,639	ns	0,00000	0,00	1	0,23631	0,552	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,00108	0,348	ns	0,00000	0,00	1	2,17576	5,079	*	0,09077	8,11
8- O*T	1	0,01197	3,861	ns*	0,00046	4,99	1	0,00373	0,009	ns	0,00000	0,00
9- O*F	1	0,00522	1,684	ns	0,00011	1,19	1	0,21044	0,491	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	0,00156	0,503	ns	0,00000	0,00	1	0,15916	0,372	ns	0,00000	0,00
11- C*F*T	1	0,02452	7,910	**	0,00223	24,12	1	0,94621	2,209	ns	0,05380	4,80
12- O*F*T	1	0,00206	0,665	ns	0,00000	0,00	1	0,11698	0,273	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,00030	0,097	ns	0,00000	0,00	1	0,90699	2,117	ns	0,04972	4,44
14- O*C*F	1	0,00008	0,026	ns	0,00000	0,00	1	0,05594	0,131	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00020	0,065	ns	0,00000	0,00	1	0,28577	0,667	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	61	0,00310			0,00310	33,59	61	0,42840			0,42840	38,26
17- Total	76				0,00923	100,00	76				1,11977	100,00

Quadro AIV.15.4 - Resumo das análises de variância relativas aos valores quantificados em 19.8.97

Origem de variação	clorofila <i>a</i>						clorofila <i>b</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	8,71794	100,657	***	0,21578	39,82	1	0,86632	75,332	***	0,02137	32,29
2- Forma	1	0,08444	0,975	ns	0,00000	0,00	1	0,05444	4,734	*	0,00107	1,62
3- Calda bordalesa	1	2,39744	27,681	***	0,05777	10,66	1	0,40484	35,203	***	0,00983	14,86
4- Orientação	1	2,52725	29,180	***	0,06102	11,26	1	0,21893	19,037	***	0,00519	7,83
5- F*T	1	0,03583	0,414	ns	0,00000	0,00	1	0,00254	0,221	ns	0,00000	0,00
6- C*T	1	0,14561	1,681	ns	0,00295	0,54	1	0,02302	2,002	ns	0,00058	0,87
7- C*F	1	0,01882	0,217	ns	0,00000	0,00	1	0,00720	0,626	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,43292	4,998	*	0,01732	3,20	1	0,03156	2,744	ns	0,00100	1,52
9- O*F	1	0,30616	3,535	ns*	0,01098	2,03	1	0,04311	3,749	ns*	0,00158	2,39
10-O*C	1	0,28334	3,271	ns*	0,00984	1,82	1	0,05320	4,626	*	0,00209	3,15
11- C*F*T	1	0,68062	7,858	**	0,05940	10,96	1	0,10871	9,453	**	0,00972	14,69
12- O*F*T	1	0,20473	2,364	ns	0,01181	2,18	1	0,01876	1,631	ns	0,00073	1,10
13- O*C*T	1	0,08379	0,967	ns	0,00000	0,00	1	0,00005	0,004	ns	0,00000	0,00
14- O*C*F	1	0,17048	1,968	ns	0,00839	1,55	1	0,00970	0,843	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,05730	0,662	ns	0,00000	0,00	1	0,01919	1,669	ns	0,00154	2,32
16- Resíduo	64	0,08661			0,08661	15,98	64	0,01150			0,01150	17,37
17- Total	79				0,54186	100,00	79				0,06619	100,00

Origem de variação	clorofila <i>a/b</i>						clorofila <i>total</i>					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,05161	4,948	*	0,00103	3,45	1	15,07369	95,597	***	0,37290	38,32
2- Forma	1	0,13961	13,385	***	0,00323	10,82	1	0,27425	1,739	ns	0,00291	0,30
3- Calda bordalesa	1	0,09494	9,103	**	0,00211	7,08	1	4,76874	30,243	***	0,11528	11,85
4- Orientação	1	0,05010	4,803	*	0,00099	3,32	1	4,23384	26,851	***	0,10190	10,47
5- F*T	1	0,00006	0,006	ns	0,00000	0,00	1	0,05767	0,366	ns	0,00000	0,00
6- C*T	1	0,00001	0,001	ns	0,00000	0,00	1	0,28370	1,799	ns	0,00630	0,65
7- C*F	1	0,00808	0,775	ns	0,00000	0,00	1	0,04950	0,314	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,02353	2,256	ns	0,00066	2,19	1	0,69714	4,421	*	0,02697	2,77
9- O*F	1	0,00136	0,130	ns	0,00000	0,00	1	0,57834	3,668	ns*	0,02103	2,16
10-O*C	1	0,02664	2,554	ns	0,00081	2,71	1	0,58106	3,685	ns*	0,02117	2,18
11- C*F*T	1	0,01336	1,281	ns	0,00029	0,98	1	1,33489	8,466	**	0,11772	12,10
12- O*F*T	1	0,00079	0,076	ns	0,00000	0,00	1	0,34716	2,202	ns	0,01895	1,95
13- O*C*T	1	0,06555	6,285	*	0,00551	18,46	1	0,08778	0,557	ns	0,00000	0,00
14- O*C*F	1	0,02074	1,988	ns	0,00103	3,45	1	0,26083	1,654	ns	0,01032	1,06
15- O*C*F*T	1	0,02926	2,805	ns*	0,00377	12,61	1	0,14247	0,904	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	64	0,01043			0,01043	34,93	64	0,15768			0,15768	16,20
17- Total	79				0,02986	100,00	79				0,97314	100,00

Origem de variação	carotenóides totais ^(442nm)						clorofila <i>total</i> /carotenóides totais ^(442nm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,28932	140,447	***	0,00718	62,96	1	3,34194	14,123	***	0,07763	2,50
2- Forma	1	0,00014	0,068	ns	0,00000	0,00	1	0,53187	2,248	ns	0,00738	0,24
3- Calda bordalesa	1	0,00168	0,816	ns	0,00000	0,00	1	14,53086	61,408	***	0,35736	11,51
4- Orientação	1	0,02155	10,461	**	0,00049	4,27	1	55,46615	234,400	***	1,38074	44,48
5- F*T	1	0,00129	0,626	ns	0,00000	0,00	1	0,00003	0,000	ns	0,00000	0,00
6- C*T	1	0,00106	0,515	ns	0,00000	0,00	1	0,02168	0,092	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,00088	0,427	ns	0,00000	0,00	1	0,58739	2,482	ns	0,01754	0,56
8- O*T	1	0,00187	0,908	ns	0,00000	0,00	1	12,47963	52,739	***	0,61215	19,72

9- O*F	1	0,01218	5,913	*	0,00051	4,44	1	0,05592	0,236	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	0,00275	1,335	ns	0,00003	0,30	1	0,57173	2,416	ns	0,01676	0,54
11- C*F*T	1	0,00549	2,665	ns	0,00034	3,01	1	0,76773	3,244	ns*	0,05311	1,71
12- O*F*T	1	0,00106	0,515	ns	0,00000	0,00	1	2,74578	11,604	**	0,25092	8,08
13- O*C*T	1	0,00859	4,170	*	0,00065	5,72	1	1,17588	4,969	*	0,09393	3,03
14- O*C*F	1	0,00347	1,684	ns	0,00014	1,24	1	0,00000	0,000	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00089	0,432	ns	0,00000	0,00	1	0,01198	0,051	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	64	0,00206			0,00206	18,06	64	0,23663			0,23663	7,62
17- Total	79				0,01141	100,00	79				3,10413	100,00

Origem de variação	carotenóides totais ^(470nm)						clorofila total/carotenóides totais ^(470nm)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,54137	105,530	***	0,01341	50,02	1	0,13670	2,184	ns	0,00185	0,41
2- Forma	1	0,00003	0,006	ns	0,00000	0,00	1	0,29077	4,646	*	0,00570	1,27
3- Calda bordalesa	1	0,06045	11,784	**	0,00138	5,16	1	1,41645	22,631	***	0,03385	7,55
4- Orientação	1	0,00618	1,205	ns	0,00003	0,10	1	8,72322	139,371	***	0,21652	48,27
5- F*T	1	0,03947	7,694	**	0,00172	6,41	1	0,59323	9,478	**	0,02653	5,92
6- C*T	1	0,00425	0,828	ns	0,00000	0,00	1	0,01208	0,193	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,00006	0,012	ns	0,00000	0,00	1	0,02661	0,425	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,00413	0,805	ns	0,00000	0,00	1	0,79381	12,683	***	0,03656	8,15
9- O*F	1	0,01599	3,117	ns*	0,00054	2,03	1	0,06630	1,059	ns	0,00019	0,04
10-O*C	1	0,00701	1,366	ns	0,00009	0,35	1	0,26854	4,290	*	0,01030	2,30
11- C*F*T	1	0,02757	5,374	*	0,00224	8,37	1	0,15216	2,431	ns	0,00896	2,00
12- O*F*T	1	0,00004	0,008	ns	0,00000	0,00	1	0,47540	7,595	**	0,04128	9,20
13- O*C*T	1	0,01024	1,996	ns	0,00051	1,91	1	0,07003	1,119	ns	0,00074	0,17
14- O*C*F	1	0,02261	4,407	*	0,00175	6,52	1	0,08353	1,335	ns	0,00209	0,47
15- O*C*F*T	1	0,00088	0,172	ns	0,00000	0,00	1	0,06944	1,109	ns	0,00137	0,31
16- Resíduo	64	0,00513			0,00513	19,14	64	0,06259			0,06259	13,95
17- Total	79				0,02680	100,00	79				0,44853	100,00

ANEXO IV.16 - Quadros da análise de variância relativos aos teores em açúcares solúveis e insolúveis ($\mu\text{mol.cm}^{-2}$) doseados em 1996 e 1997.

Quadro AIV.16.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores quantificados em 16.8.96

Origem de variação	açúcares solúveis (6 horas)						açúcares solúveis (16 horas)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00348	0,205	ns	0,00000	0,00	1	0,05497	2,045	ns	0,00176	6,13
2- Forma	1	0,02757	1,625	ns	0,00066	2,94	1	0,01396	0,519	ns	0,00000	0,00
3- F*T	1	0,00035	0,021	ns	0,00000	0,00	1	0,00953	0,355	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,07117	4,194	ns*	0,00339	15,01	1	0,00052	0,019	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,02931	1,727	ns	0,00154	6,84	1	0,01815	0,675	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00595	0,351	ns	0,00000	0,00	1	0,00078	0,029	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00078	0,046	ns	0,00000	0,00	1	0,00195	0,073	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	24	0,01697			0,01697	75,21	24	0,02688			0,02688	93,87
9- Total	31				0,02256	100,00	31				0,02864	100,00

Origem de variação	sacarose (6 horas)						sacarose (16 horas)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,06652	20,984	***	0,00396	31,07	1	0,32740	53,409	***	0,02008	62,70
2- Forma	1	0,00460	1,451	ns	0,00009	0,70	1	0,04916	8,020	**	0,00269	8,40
3- F*T	1	0,00186	0,587	ns	0,00000	0,00	1	0,00828	1,351	ns	0,00027	0,84
4- Calda bordalesa	1	0,02528	7,975	**	0,00138	10,84	1	0,00176	0,287	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00302	0,953	ns	0,00000	0,00	1	0,00376	0,613	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00627	1,978	ns	0,00039	3,04	1	0,02412	3,935	ns*	0,00225	7,02
7- C*F*T	1	0,01819	5,738	*	0,00376	29,47	1	0,00857	1,398	ns	0,00061	1,90
8- Resíduo	24	0,00317			0,00317	24,88	24	0,00613			0,00613	19,14
9- Total	31				0,01274	100,00	31				0,03203	100,00

Origem de variação	amido (6 horas)						amido (16 horas)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00003	0,009	ns	0,00000	0,00	1	1,42805	16,724	***	0,08392	44,59
2- Forma	1	0,00078	0,236	ns	0,00000	0,00	1	0,38764	4,540	*	0,01889	10,04
3- F*T	1	0,00562	1,703	ns	0,00029	6,50	1	0,01073	0,126	ns	0,00000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00086	0,261	ns	0,00000	0,00	1	0,05848	0,685	ns	0,00000	0,00
5- C*T	1	0,00414	1,255	ns	0,00011	2,35	1	0,06337	0,742	ns	0,00000	0,00
6- C*F	1	0,00945	2,864	ns	0,00077	17,22	1	0,02750	0,322	ns	0,00000	0,00
7- C*F*T	1	0,00101	0,306	ns	0,00000	0,00	1	0,03990	0,467	ns	0,00000	0,00
8- Resíduo	24	0,00330			0,00330	73,93	24	0,08539			0,08539	45,37
9- Total	31				0,00446	100,00	31				0,18820	100,00

Quadro AIV.16.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores quantificados em 19.8.97

Origem de variação	açúcares solúveis (6 horas)						açúcares solúveis (16 horas)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,09834	3,791	ns*	0,00226	5,18	1	0,01730	0,328	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,07439	2,868	ns*	0,00151	3,47	1	0,00099	0,019	ns	0,00000	0,00
3- Calda bordalesa	1	0,05562	2,144	ns	0,00093	2,12	1	0,03411	0,646	ns	0,00000	0,00
4- Orientação	1	0,18845	7,265	**	0,00508	11,62	1	1,02159	19,359	***	0,03028	32,23
5- F*T	1	0,15342	5,914	*	0,00797	18,24	1	0,21184	4,014	ns*	0,00994	10,58
6- C*T	1	0,00189	0,073	ns	0,00000	0,00	1	0,05238	0,993	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,01928	0,743	ns	0,00000	0,00	1	0,02683	0,508	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,00238	0,092	ns	0,00000	0,00	1	0,03006	0,570	ns	0,00000	0,00
9- O*F	1	0,01453	0,560	ns	0,00000	0,00	1	0,00581	0,110	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	0,00413	0,159	ns	0,00000	0,00	1	0,06776	1,284	ns	0,00094	1,00
11- C*F*T	1	0,00438	0,169	ns	0,00000	0,00	1	0,03654	0,692	ns	0,00000	0,00
12- O*F*T	1	0,01059	0,408	ns	0,00000	0,00	1	0,01861	0,353	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,00015	0,006	ns	0,00000	0,00	1	0,01684	0,319	ns	0,00000	0,00
14- O*C*F	1	0,00465	0,179	ns	0,00000	0,00	1	0,04945	0,937	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00056	0,022	ns	0,00000	0,00	1	0,03171	0,601	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	48	0,02594			0,02594	59,37	48	0,05277			0,05277	56,18
17- Total	63				0,04369	100,00	63				0,09392	100,00

Origem de variação	sacarose (6 horas)						sacarose (16 horas)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,03262	10,130	**	0,00092	6,36	1	0,00001	0,001	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,02454	7,621	**	0,00067	4,61	1	0,01350	1,411	ns	0,00012	0,49
3- Calda bordalesa	1	0,04072	12,646	***	0,00117	8,11	1	0,00390	0,408	ns	0,00000	0,00
4- Orientação	1	0,20103	62,432	***	0,00618	42,80	1	0,21073	22,020	***	0,00629	25,30
5- F*T	1	0,01116	3,466	ns*	0,00050	3,44	1	0,08141	8,507	**	0,00449	18,07
6- C*T	1	0,00373	1,158	ns	0,00003	0,22	1	0,00006	0,006	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,01139	3,537	ns*	0,00051	3,54	1	0,01706	1,783	ns	0,00047	1,88
8- O*T	1	0,00075	0,233	ns	0,00000	0,00	1	0,00052	0,054	ns	0,00000	0,00
9- O*F	1	0,02313	7,183	*	0,00124	8,62	1	0,00075	0,078	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	0,00001	0,003	ns	0,00000	0,00	1	0,00240	0,251	ns	0,00000	0,00
11- C*F*T	1	0,00044	0,137	ns	0,00000	0,00	1	0,00049	0,051	ns	0,00000	0,00
12- O*F*T	1	0,00020	0,062	ns	0,00000	0,00	1	0,03139	3,280	ns*	0,00273	10,98
13- O*C*T	1	0,00002	0,006	ns	0,00000	0,00	1	0,01902	1,987	ns	0,00118	4,75
14- O*C*F	1	0,00094	0,292	ns	0,00000	0,00	1	0,00130	0,136	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00064	0,199	ns	0,00000	0,00	1	0,00012	0,013	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	48	0,00322			0,00322	22,30	48	0,00957			0,00957	38,52
17- Total	63				0,01444	100,00	63				0,02485	100,00

Origem de variação	amido (6 horas)						amido (16 horas)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00004	0,114	ns	0,00000	0,00	1	0,06983	6,714	*	0,00186	8,36
2- Forma	1	0,00006	0,171	ns	0,00000	0,00	1	0,02410	2,317	ns	0,00043	1,93
3- Calda bordalesa	1	0,00015	0,429	ns	0,00000	0,00	1	0,03358	3,229	ns*	0,00072	3,26
4- Orientação	1	0,00341	9,743	**	0,00010	10,60	1	0,23474	22,571	***	0,00701	31,57
5- F*T	1	0,00296	8,457	**	0,00016	18,07	1	0,01967	1,891	ns	0,00058	2,61
6- C*T	1	0,00000	0,004	ns	0,00000	0,00	1	0,00566	0,544	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,00000	0,008	ns	0,00000	0,00	1	0,02967	2,853	ns*	0,00120	5,42
8- O*T	1	0,00003	0,086	ns	0,00000	0,00	1	0,00555	0,534	ns	0,00000	0,00
9- O*F	1	0,00031	0,886	ns	0,00000	0,00	1	0,00490	0,471	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	0,00024	0,686	ns	0,00000	0,00	1	0,00144	0,138	ns	0,00000	0,00
11- C*F*T	1	0,00142	4,057	*	0,00013	14,82	1	0,00685	0,659	ns	0,00000	0,00
12- O*F*T	1	0,00165	4,714	*	0,00016	18,01	1	0,00578	0,556	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,00002	0,057	ns	0,00000	0,00	1	0,00360	0,346	ns	0,00000	0,00
14- O*C*F	1	0,00001	0,029	ns	0,00000	0,00	1	0,00801	0,770	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00024	0,686	ns	0,00000	0,00	1	0,00207	0,199	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	48	0,00035			0,00035	38,78	48	0,01040			0,01040	46,84
17- Total	63				0,00090	100,00	63				0,02220	100,00

ANEXO IV.17 - Quadros da análise de variância relativos aos teores em prolina ($\mu\text{mol.dm}^{-2}$) doseados em 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.17.1 - Resumo das análises de variância dos valores quantificados em 1995 (28 Jul., 18 Ago. e 1 Set.).

Origem de variação	28.7.95						18.8.95					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,10841	10,295	**	0,01224	41,34	1	0,00014	0,016	ns	0,00000	0,00
2- Forma	1	0,06515	6,187	*	0,00683	23,07	1	0,29322	33,781	***	0,03557	80,38
3- F*T	1	0,00980	0,931	ns	0,00000	0,00	1	0,00848	0,977	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	12	0,01053			0,01053	35,58	12	0,00868			0,00868	19,62
5- Total	15				0,02959	100,00	15				0,04425	100,00

Origem de variação	1.9.95					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,00689	1,006	ns	0,00001	0,01
2- Forma	1	0,37745	55,102	***	0,04633	87,11
3- F*T	1	0,00000	0,001	ns	0,00000	0,00
4- Resíduo	12	0,00685			0,00685	12,88
5- Total	15				0,05318	100,00

Quadro AIV.17.2 - Resumo das análises de variância dos valores quantificados em 1996 (29 Jul. e 5 Set.).

Origem de variação	29.7.96					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,01690	12,336	**	0,00097	25,11
2- Forma	1	0,01106	8,073	**	0,00061	15,67
3- F*T	1	0,00508	3,708	ns*	0,00046	12,00
4- Orientação	1	0,00023	0,168	ns	0,00000	0,00
5- O*T	1	0,00024	0,175	ns	0,00000	0,00
6- O*F	1	0,00053	0,387	ns	0,00000	0,00
7- O*F*T	1	0,00319	2,328	ns	0,00046	11,77
8- Resíduo	24	0,00137			0,00137	35,45
9- Total	31				0,00387	100,00

Origem de variação	5.9.96					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,17538	100,217	***	0,00543	51,35
2- Forma	1	0,01643	9,389	**	0,00046	4,34
3- Calda bordalesa	1	0,00274	1,566	ns	0,00003	0,29
4- Orientação	1	0,05288	30,217	***	0,00160	15,12
5- F*T	1	0,00030	0,171	ns	0,00000	0,00
6- C*T	1	0,00299	1,709	ns	0,00008	0,73
7- C*F	1	0,00150	0,857	ns	0,00000	0,00
8- O*T	1	0,00615	3,514	ns*	0,00028	2,60
9- O*F	1	0,00753	4,303	*	0,00036	3,42
10- O*C	1	0,00000	0,001	ns	0,00000	0,00
11- C*F*T	1	0,00003	0,017	ns	0,00000	0,00
12- O*F*T	1	0,00000	0,001	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,00267	1,526	ns	0,00012	1,09
14- O*C*F	1	0,00001	0,006	ns	0,00000	0,00
15- O*C*F*T	1	0,00365	2,086	ns	0,00048	4,50
16- Resíduo	48	0,00175			0,00175	16,56
17- Total	63				0,01057	100,00

Quadro AIV.17.3 - Resumo das análises de variância dos valores quantificados em 1997 (29 Jul. e 5 Set.).

Origem de variação	23.7.97						19.8.97					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0,12588	21,969	***	0,00388	10,38	1	2,01351	99,041	***	0,06644	62,26
2- Forma	1	0,01168	2,038	ns	0,00019	0,51	1	0,00270	0,133	ns	0,00000	0,00
3- Calda bordalesa	1	0,02470	4,311	*	0,00061	1,64	1	0,01772	0,872	ns	0,00000	0,00
4- Orientação	1	0,02443	4,264	*	0,00060	1,62	1	0,00255	0,125	ns	0,00000	0,00
5- F*T	1	0,00805	1,405	ns	0,00015	0,40	1	0,00135	0,066	ns	0,00000	0,00
6- C*T	1	0,00285	0,497	ns	0,00000	0,00	1	0,01516	0,746	ns	0,00000	0,00
7- C*F	1	0,00012	0,021	ns	0,00000	0,00	1	0,14995	7,376	**	0,00864	8,10
8- O*T	1	0,01823	3,182	ns*	0,00081	2,16	1	0,00155	0,076	ns	0,00000	0,00
9- O*F	1	0,01314	2,293	ns	0,00048	1,28	1	0,00205	0,101	ns	0,00000	0,00
10-O*C	1	0,02164	3,777	ns*	0,00103	2,75	1	0,00119	0,059	ns	0,00000	0,00
11- C*F*T	1	0,00193	0,337	ns	0,00000	0,00	1	0,10187	5,011	*	0,01087	10,19
12- O*F*T	1	0,00314	0,548	ns	0,00000	0,00	1	0,01561	0,768	ns	0,00000	0,00
13- O*C*T	1	0,09459	16,508	***	0,01147	30,71	1	0,01811	0,891	ns	0,00000	0,00
14- O*C*F	1	0,02508	4,377	*	0,00250	6,69	1	0,02356	1,159	ns	0,00043	0,40
15- O*C*F*T	1	0,04411	7,698	**	0,00990	26,52	1	0,00198	0,097	ns	0,00000	0,00
16- Resíduo	46	0,00573			0,00573	15,35	44	0,02033			0,02033	19,05
17- Total	61				0,03734	100,00	59				0,10671	100,00

ANEXO IV.18 - Quadros da análise de variância relativos aos valores da acidez total (g. ac. tartárico.l⁻¹) e dos açúcares (g.l⁻¹) das uvas em processo de maturação, no ensaio de 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.18.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 1995

Origem de variação	acidez total (18.8.95)						açúcares (18.8.95)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	8,53234	310,606	***	0,70874	92,70	1	20131,83	407,790	***	1673,539	87,32
2- Forma	1	0,28820	10,491	**	0,02173	2,84	1	2374,07	48,089	***	193,725	10,11
3- F*T	1	0,06720	2,446	ns	0,00662	0,87	1	2,34	0,047	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	20	0,02747			0,02747	3,59	20	49,37			49,368	2,58
5- Total	23				0,76456	100,00	23				1916,632	100,00

Origem de variação	acidez total (25.8.95)						açúcares (25.8.95)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	5,63570	147,146	***	0,46645	91,70	1	21534,05	199,594	***	1785,513	88,34
2- Forma	1	0,08520	2,225	ns	0,00391	0,77	1	1641,76	15,217	***	127,823	6,32
3- F*T	1	0,01170	0,305	ns	0,00000	0,00	1	52,51	0,487	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	20	0,03830			0,03830	7,53	20	107,89			107,889	5,34
5- Total	23				0,50866	100,00	23				2021,225	100,00

Origem de variação	acidez total (1.9.95)						açúcares (1.9.95)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	2,59384	92,770	***	0,21382	73,17	1	15125,26	140,762	***	1251,484	81,90
2- Forma	1	0,39784	14,229	**	0,03082	10,55	1	2137,59	19,893	***	169,178	11,07
3- F*T	1	0,14570	5,211	*	0,01962	6,72	1	13,05	0,121	ns	0,000	0,00
4- Resíduo	20	0,02796			0,02796	9,57	20	107,45			107,453	7,03
5- Total	23				0,29223	100,00	23				1528,115	100,00

Origem de variação	acidez total (8.9.95)						açúcares (8.9.95)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	3,75480	30,651	***	0,15135	51,24	1	54412,07	125,145	***	2249,053	78,60
2- Forma	1	0,01980	0,162	ns	0,00000	0,00	1	4440,98	10,214	**	166,924	5,83
3- F*T	1	0,38074	3,108	ns*	0,02152	7,29	1	562,39	1,293	ns	10,633	0,37
4- Resíduo	44	0,12250			0,12250	41,47	44	434,79			434,792	15,20
5- Total	47				0,29537	100,00	47				2861,402	100,00

Quadro AIV.18.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 1996

Origem de variação	acidez total (3.9.96)						açúcares (3.9.96)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	5,88000	67,765	***	0,24138	67,43	1	469,38	2,623	ns	12,100	3,06
2- Forma	1	0,51047	5,883	*	0,01765	4,93	1	179,03	1,000	ns*	0,002	0,00
3- F*T	1	0,00047	0,005	ns	0,00000	0,00	1	82,43	0,461	ns	0,000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,34172	3,938	ns*	0,01062	2,97	1	473,14	2,644	ns	12,257	3,10
5- C*T	1	0,10547	1,216	ns	0,00156	0,44	1	3,80	0,021	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,06750	0,778	ns	0,00000	0,00	1	454,49	2,539	ns*	22,959	5,81
7- C*F*T	1	0,00750	0,086	ns	0,00000	0,00	1	1193,01	6,666	*	169,005	42,75
8- Resíduo	40	0,08677			0,08677	24,24	40	178,98			178,978	45,28
9- Total	47				0,35799	100,00	47				395,301	100,00

Origem de variação	acidez total (10.9.96)						açúcares (10.9.96)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	8,04422	27,366	***	0,32293	43,08	1	326,04	1,486	ns	4,445	1,21
2- Forma	1	0,64172	2,183	ns	0,01449	1,93	1	177,49	0,809	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	0,36750	1,250	ns	0,00613	0,82	1	8,93	0,041	ns	0,000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,00750	0,026	ns	0,00000	0,00	1	28,06	0,128	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	1,21922	4,148	*	0,07711	10,29	1	9,28	0,042	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,71297	2,425	ns	0,03492	4,66	1	884,94	4,034	ns*	55,466	15,05
7- C*F*T	1	0,27000	0,919	ns	0,00000	0,00	1	754,46	3,439	ns*	89,185	24,21
8- Resíduo	40	0,29395			0,29395	39,22	40	219,35			219,352	59,53
9- Total	47				0,74952	100,00	47				368,448	100,00

Origem de variação	acidez total (20.9.96)						açúcares (20.9.96)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	2,12942	15,035	***	0,08282	24,76	1	409,50	1,875	ns	7,961	1,21
2- Forma	1	0,62335	4,401	*	0,02007	6,00	1	612,04	2,802	ns	16,400	2,49
3- F*T	1	0,11505	0,812	ns	0,00000	0,00	1	72,03	0,330	ns	0,000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,05267	0,372	ns	0,00000	0,00	1	507,00	2,321	ns	12,024	1,82
5- C*T	1	0,30560	2,158	ns	0,01366	4,08	1	19,51	0,089	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,52292	3,692	ns*	0,03177	9,50	1	1716,02	7,856	**	124,799	18,91
7- C*F*T	1	0,40885	2,887	ns*	0,04454	13,31	1	1900,08	8,699	**	280,275	42,47
8- Resíduo	40	0,14163			0,14163	42,34	40	218,43			218,435	33,10
9- Total	47				0,33450	100,00	47				659,893	100,00

Origem de variação	acidez total (25.9.96)						açúcares (25.9.96)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,95012	15,103	***	0,07588	18,10	1	452,03	2,539	ns	11,415	2,09
2- Forma	1	0,46512	3,602	ns*	0,01400	3,34	1	4,14	0,023	ns	0,000	0,00
3- F*T	1	2,39637	18,559	***	0,18894	45,07	1	0,09	0,001	ns	0,000	0,00
4- Calda bordalesa	1	0,05168	0,400	ns	0,00000	0,00	1	180,58	1,014	ns	0,105	0,02
5- C*T	1	0,00012	0,001	ns	0,00000	0,00	1	43,89	0,246	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,00012	0,001	ns	0,00000	0,00	1	2641,82	14,836	***	205,313	37,55
7- C*F*T	1	0,19699	1,526	ns	0,01131	2,70	1	1089,66	6,119	*	151,933	27,78
8- Resíduo	40	0,12912			0,12912	30,80	40	178,06			178,065	32,56
9- Total	47				0,41924	100,00	47				546,830	100,00

Quadro AIV.18.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 1997

Origem de variação	acidez total (14.8.97)						açúcares (14.8.97)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	7,54530	74,706	***	0,23263	30,61	1	15095,19	330,370	***	470,297	87,00
2- Forma	1	1,08290	10,722	**	0,03068	4,04	1	217,19	4,753	*	5,359	0,99
3- F*T	1	1,37330	13,597	***	0,07952	10,46	1	120,18	2,630	ns	4,655	0,86
4- Calda bordalesa	1	0,05490	0,544	ns	0,00000	0,00	1	44,06	0,964	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	0,00430	0,043	ns	0,00000	0,00	1	8,05	0,176	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,03880	0,384	ns	0,00000	0,00	1	20,59	0,451	ns	0,000	0,00
7- C*F*T	1	2,63050	26,045	***	0,31619	41,60	1	162,24	3,551	ns*	14,569	2,70
8- Resíduo	56	0,10100			0,10100	13,29	56	45,69			45,692	8,45
9- Total	63				0,76003	100,00	63				540,572	100,00

Origem de variação	acidez total (21.8.97)						açúcares (21.8.97)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	2,84770	56,279	***	0,08741	57,66	1	15989,60	160,800	***	496,568	78,45
2- Forma	1	0,09000	1,779	ns	0,00123	0,81	1	141,02	1,418	ns	1,299	0,21
3- F*T	1	0,17020	3,364	ns*	0,00748	4,93	1	515,29	5,182	*	25,991	4,11
4- Calda bordalesa	1	0,17020	3,364	ns*	0,00374	2,47	1	20,93	0,210	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	0,06890	1,362	ns	0,00114	0,75	1	0,09	0,001	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,00560	0,111	ns	0,00000	0,00	1	0,77	0,008	ns	0,000	0,00
7- C*F*T	1	0,01270	0,251	ns	0,00000	0,00	1	176,89	1,779	ns	9,681	1,53
8- Resíduo	56	0,05060			0,05060	33,38	56	99,44			99,438	15,71
9- Total	63				0,15160	100,00	63				632,977	100,00

Origem de variação	acidez total (4.9.97)						açúcares (4.9.97)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,41760	26,547	***	0,04263	34,79	1	13113,11	101,004	***	405,728	64,43
2- Forma	1	0,34880	6,532	*	0,00923	7,53	1	870,99	6,709	*	23,161	3,68
3- F*T	1	0,01490	0,279	ns	0,00000	0,00	1	140,13	1,079	ns	0,644	0,10
4- Calda bordalesa	1	0,02540	0,476	ns	0,00000	0,00	1	36,45	0,281	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	0,32700	6,124	*	0,01710	13,95	1	427,97	3,296	ns*	18,634	2,96
6- C*F	1	0,00010	0,002	ns	0,00000	0,00	1	0,98	0,008	ns	0,000	0,00
7- C*F*T	1	0,05490	1,028	ns	0,00019	0,15	1	543,47	4,186	*	51,706	8,21
8- Resíduo	56	0,05340			0,05340	43,57	56	129,83			129,827	20,62
9- Total	63				0,12255	100,00	63				629,700	100,00

Origem de variação	acidez total (12.9.97)						açúcares (12.9.97)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1,82250	34,648	***	0,05531	34,04	1	14951,18	119,171	***	463,304	65,65
2- Forma	1	0,59100	11,236	**	0,01683	10,36	1	325,80	2,597	ns	6,261	0,89
3- F*T	1	0,33790	6,424	*	0,01783	10,97	1	1090,65	8,693	**	60,324	8,55
4- Calda bordalesa	1	0,33790	6,424	*	0,00892	5,49	1	7,70	0,061	ns	0,000	0,00
5- C*T	1	0,04250	0,808	ns	0,00000	0,00	1	89,30	0,712	ns	0,000	0,00
6- C*F	1	0,01270	0,241	ns	0,00000	0,00	1	651,53	5,193	*	32,879	4,66
7- C*F*T	1	0,14060	2,673	ns	0,01100	6,77	1	265,69	2,118	ns	17,529	2,48
8- Resíduo	56	0,05260			0,05260	32,37	56	125,46			125,460	17,78
9- Total	63				0,16248	100,00	63				705,756	100,00

ANEXO IV.19 - Quadros da análise de variância relativos aos parâmetros do rendimento e suas componentes, no ensaio de 1995, 1996 e 1997.

Quadro AIV.19.1 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 1995

Origem de variação	uvas/videira (Kg)						cachos/videira (n°)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	34.28926	45.015	***	0.83819	44.68	1	1522.51	37.748	***	37.054	40.40
2- Forma	1	0.54533	0.716	ns	0.00000	0.00	1	154.01	3.818	ns*	2.842	3.10
3- F*T	1	6.28601	8.252	**	0.27621	14.72	1	270.11	6.697	*	11.489	12.53
4- Resíduo	76	0.76173			0.76173	40.60	76	40.33			40.334	43.98
5- Total	79				1.87613	100.00	79				91.719	100.00

Origem de variação	cachos murchos/videira (2*arcsen√(%/100))						peso/cacho (g)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0.97947	23.404	***	0.02344	10.50	1	12714.37	13.796	***	294.818	16.84
2- Forma	1	3.55577	84.965	***	0.08785	39.34	1	13201.83	14.324	ns	307.005	17.54
3- F*T	1	1.44507	34.530	***	0.07016	31.42	1	5468.37	5.933	ns	227.337	12.98
4- Resíduo	76	0.04185			0.04185	18.74	76	921.63			921.629	52.64
5- Total	79				0.22330	100.00	79				1750.790	100.00

Origem de variação	peso/bago (g)						IFP					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0.75953	45.076	***	0.03095	57.95	1	0.38990	0.013	ns	0.00000	0.00
2- Forma	1	0.05307	3.150	ns*	0.00151	2.83	1	0.61233	0.020	ns	0.00000	0.00
3- F*T	1	0.06601	3.918	ns*	0.00410	7.67	1	1.11746	0.036	ns	0.00000	0.00
4- Resíduo	44	0.01685			0.01685	31.55	76	30.86515			30.86515	100.00
5- Total	47				0.05340	100.00	79				30.86515	100.00

Origem de variação	Í.Ravaz											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Terreno	1	52.23558	16.315	***	1.22585	24.53						
2- Forma	1	5.12274	1.600	ns	0.04803	0.96						
3- F*T	1	13.62570	4.256	*	0.52120	10.43						
4- Resíduo	76	3.20165			3.20165	64.07						
5- Total	79				4.99673	100.00						

Quadro AIV.19.2 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registados em 1996

Origem de variação	uvas/videira (Kg)						cachos/videira (n°)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	34.24450	44.993	***	0.42927	28.94	1	1292.314	83.915	***	16.3707	48.85
2- Forma	1	0.30370	0.399	ns	0.00000	0.00	1	3.2648	0.212	ns	0.0000	0.00
3- F*T	1	0.65570	0.862	ns	0.00000	0.00	1	0.2713	0.018	ns	0.0000	0.00
4- Calda bordalesa	1	0.04780	0.063	ns	0.00000	0.00	1	0.1661	0.011	ns	0.0000	0.00
5- C*T	1	0.61390	0.807	ns	0.00000	0.00	1	4.6412	0.301	ns	0.0000	0.00
6- C*F	1	2.74810	3.611	ns*	0.05095	3.43	1	21.1849	1.376	ns	0.1483	0.44
7- C*F*T	1	5.48470	7.206	**	0.24224	16.33	1	46.4638	3.017	ns*	1.5930	4.75
8- Resíduo	148	0.76110			0.76110	51.30	148	15.4003			15.4003	45.95
9- Total	155				1.48356	100.00	155				33.5123	100.00

Origem de variação	peso/cacho (g)						peso/bago (g)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	653.951	0.778	ns	0.0000	0.00	1	0.27877	7.510	**	0.01007	20.07
2- Forma	1	551.826	0.656	ns	0.0000	0.00	1	0.10849	2.923	ns*	0.00297	5.93
3- F*T	1	1283.574	1.526	ns	11.3482	1.15	1	0.00456	0.123	ns	0.00000	0.00
4- Calda bordalesa	1	150.621	0.179	ns	0.0000	0.00	1	0.00869	0.234	ns	0.00000	0.00
5- C*T	1	812.009	0.966	ns	0.0000	0.00	1	0.01703	0.459	ns	0.00000	0.00
6- C*F	1	2305.331	2.741	ns	37.5471	3.80	1	0.00010	0.003	ns	0.00000	0.00
7- C*F*T	1	2772.170	3.296	ns*	99.0346	10.01	1	0.03234	0.871	ns	0.00000	0.00
8- Resíduo	148	840.994			840.9942	85.04	40	0.03712			0.03712	74.00
9- Total	155				988.9242	100.00	47				0.05016	100.00

Origem de variação	IFP						Í.Ravaz					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0.16030	1.236	ns	0.00039	0.25	1	39.6023	8.590	**	0.44862	6.41
2- Forma	1	0.38200	2.945	ns*	0.00323	2.09	1	26.8598	5.826	*	0.28525	4.07
3- F*T	1	0.07740	0.597	ns	0.00000	0.00	1	7.4585	1.618	ns	0.07303	1.04
4- Calda bordalesa	1	0.00110	0.008	ns	0.00000	0.00	1	0.9050	0.196	ns	0.00000	0.00
5- C*T	1	0.00390	0.030	ns	0.00000	0.00	1	36.4992	7.917	**	0.81767	11.68
6- C*F	1	0.93470	7.207	**	0.02064	13.34	1	1.7189	0.373	ns	0.00000	0.00
7- C*F*T	1	0.14560	1.123	ns	0.00082	0.53	1	19.5853	4.248	*	0.76795	10.97
8- Resíduo	148	0.12970			0.12970	83.79	148	4.6102			4.61020	65.83
9- Total	155				0.15478	100.00	155				7.00272	100.00

Quadro AIV.19.3 - Resumo das análises de variância relativas aos valores registrados em 1997

Origem de variação	uvas/videira (Kg)						cachos/videira (nº)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	142.0051	113.415	***	1.78168	55.65	1	4108.922	99.665	***	51.4898	54.80
2- Forma	1	0.33715	0.269	ns	0.00000	0.00	1	29.2753	0.710	ns	0.0000	0.00
3- F*T	1	0.16076	0.128	ns	0.00000	0.00	1	0.0006	0.000	ns	0.0000	0.00
4- Calda bordalesa	1	4.58472	3.662	ns	0.04219	1.32	1	52.5720	1.275	ns	0.1436	0.15
5- C*T	1	0.32887	0.263	ns	0.00000	0.00	1	16.9182	0.410	ns	0.0000	0.00
6- C*F	1	6.20801	4.958	*	0.12547	3.92	1	84.6968	2.054	ns	1.1005	1.17
7- C*F*T	1	1.01700	0.812	ns	0.00000	0.00	1	10.7592	0.261	ns	0.0000	0.00
8- Resíduo	150	1.25208			1.25208	39.11	150	41.2272			41.2272	43.88
9- Total	157				3.20142	100.00	157				93.9611	100.00

Origem de variação	cachos murchos/videira (2*arcsen√(%/100))						peso/cacho (g)					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	1.5073	15.079	**	0.01781	7.83	1	37.320	23.923	***	0.45266	19.48
2- Forma	1	4.3304	43.321	***	0.05355	23.53	1	3.330	2.135	ns	0.02241	0.96
3- F*T	1	1.0721	10.725	**	0.02461	10.82	1	0.002	0.002	ns	0.00000	0.00
4- Calda bordalesa	1	0.0183	0.183	ns	0.00000	0.00	1	17.690	11.340	**	0.20418	8.79
5- C*T	1	0.0023	0.023	ns	0.00000	0.00	1	0.340	0.218	ns	0.00000	0.00
6- C*F	1	1.3486	13.491	***	0.03161	13.89	1	2.690	1.724	ns	0.02861	1.23
7- C*F*T	1	0.0014	0.014	ns	0.00000	0.00	1	2.660	1.705	ns	0.05570	2.40
8- Resíduo	150	0.1000			0.09996	43.93	150	1.560			1.56000	67.14
9- Total	157				0.22754	100.00	157				2.32354	100.00

Origem de variação	peso/bago (g)						IFP					
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)
1- Terreno	1	0.98210	54.561	***	0.040	39.03	1	0.00270	0.008	ns	0.00000	0.00
2- Forma	1	0.27520	15.289	***	0.011	10.41	1	0.03360	0.094	ns	0.00000	0.00
3- F*T	1	0.24160	13.422	***	0.019	18.10	1	0.48840	1.359	ns	0.00327	0.83
4- Calda bordalesa	1	0.06190	3.439	ns*	0.002	1.78	1	0.89100	2.480	ns	0.00673	1.70
5- C*T	1	0.00990	0.550	ns	0.000	0.00	1	0.01060	0.030	ns	0.00000	0.00
6- C*F	1	0.14890	8.272	**	0.011	10.60	1	0.94250	2.623	ns	0.01476	3.73
7- C*F*T	1	0.03400	1.889	ns	0.003	2.59	1	0.58560	1.630	ns	0.01146	2.90
8- Resíduo	40	0.01800			0.018	17.49	150	0.35930			0.35930	90.84
9- Total	47				0.103	100.00	157				0.39552	100.00

Origem de variação	Í.Ravaz											
	G.L.	Q.M.	R.V.	Sign.	Variância	Var(%)						
1- Terreno	1	115.3163	17.681	***	1.37714	15.59						
2- Forma	1	68.1928	10.456	**	0.78064	8.84						
3- F*T	1	12.6804	1.944	ns	0.15591	1.76						
4- Calda bordalesa	1	0.0387	0.006	ns	0.00000	0.00						
5- C*T	1	0.0039	0.001	ns	0.00000	0.00						
6- C*F	1	3.8270	0.587	ns	0.00000	0.00						
7- C*F*T	1	6.4863	0.995	ns	0.00000	0.00						
8- Resíduo	150	6.5219			6.52190	73.81						
9- Total	157				8.83560	100.00						

