

TROCAS GASOSAS EM *VITIS VINIFERA* SOB REGIME DE ESTRESSE HÍDRICO.

I. CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO VARIETAL ¹

MURILLO DE ALBUQUERQUE REGINA ²e ALAIN CARBONNEAU ³

RESUMO - Foram analisados os efeitos da aplicação de um estresse hídrico sobre as trocas gasosas da videira (*Vitis vinifera* L.), através das medidas da fotossíntese e da condutância estomática em folhas isoladas e na planta inteira, com o objetivo de se caracterizar o comportamento de diferentes cultivares. Foram utilizadas plantas de um e dois anos, enxertadas sobre 'Fercal', plantadas em vasos e cultivadas em estufa e fitotron. As trocas gasosas foram medidas com analisadores de CO₂ a infravermelho, sendo um portátil (ADC-LCA3) para as folhas isoladas, e uma Câmara dupla de Assimilação e Transpiração (CAT) para a planta inteira. Com a evolução do estresse hídrico, houve uma sensível redução da fotossíntese e da condutância estomática das folhas, revelando diferentes níveis de sensibilidade entre as cultivares. Dois grupos foram distinguidos: um, sensível, com maiores reduções nas taxas de assimilação do carbono, formado pelas cultivares Sémillon e Ugni blanc; e outro, mais adaptado, representado pelas cultivares Moscatel de Alexandria, Chardonnay e Arriloba.

Termos para indexação: adaptação, condutância estomática, fotossíntese, videira.

GAS EXCHANGES IN *VITIS VINIFERA* UNDER WATER STRESS REGIME.

I. CHARACTERIZATION OF THE VARIETY BEHAVIOR

ABSTRACT - The effects of the application of water stress on the gas exchanges of cultivars of grapevine (*Vitis vinifera* L.), through measurements of the photosynthesis and stomatal conductances in isolated leaves and the entire plant, were analysed with the purpose of characterizing the behavior of different cultivars. Plants of 1 to 2 years old, grafted on 'Fercal', potted and cultivated in a green house and phytotron were used. The gas exchanges were measured with infrared CO₂ analysers, one being portable (ADC-LCA3) for the isolated leaves, and a Double Assimilation and Transpiration Chamber (CAT) for the entire plant. The evolution of the water stress greatly reduced the photosynthesis and stomatal conductances of the leaves, revealing different sensitivity levels between the cultivars. Two groups were distinguished: a sensitive one, with greater reductions in the carbon assimilation rates, formed by the cultivars Sémillon and Ugni blanc; and the other one, more adapted, represented by the cultivars Alexandria Moschatel, Chardonnay and Arriloba.

Index terms: adaptation, conductance, photosynthesis, grapevine.

¹ Aceito para publicação em 17 de abril de 1996.

Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade de Bordeaux II, França.

² Eng. Agr., Dr., EPAMIG, Fazenda Experimental de Caldas, Caixa Postal 33, CEP 37780-000 Caldas, MG. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., Dr., INRA/ENSAM, Domaine du Chapitre. 170, rue du Chapitre BP 13, 34750 Villeneuve-Lès Maguelonne, France.

INTRODUÇÃO

É sabido que a resposta dos vegetais ao estresse hídrico está diretamente relacionada à sua forma de intervenção (intensidade, duração) e à capacidade de reação de cada genótipo (Lafray & Louguet, 1990; Chaves, 1991).

No caso da videira, os diversos estudos realizados nos últimos anos sobre a regulação de sua ati-

vidade fotossintética em situações de estresse hídrico têm evidenciado algumas diferenças de comportamento entre as cultivares.

Chaves & Rodrigues (1987), analisando as trocas gasosas de duas cultivares portuguesas em condições de temperatura elevada do ar, verificaram que a 'Tinta amarela' conseguiu manter os valores mais elevados de condutância estomática e fotossíntese, e concluíram que seu melhor desempenho decorreu de sua adaptação às condições de verão seco e quente observadas na sua região de origem.

Dos diversos trabalhos realizados por Doring & Broquedis (1980), Doring & Loveys (1982) e Doring (1987) com a aplicação de diferentes formas de estresse hídrico no campo e em estufa, pode-se concluir que a cultivar Riesling é a mais bem adaptada, demonstrando maior eficiência de resposta dos estômatos do que as cultivares Muller-Thurgau e Trollinger. Esta superioridade de comportamento da cultivar Riesling em situações de deficiência hídrica foi também evidenciada por Alleweldt & Ruhl (1982) e Ruhl & Alleweldt (1983).

Com relação aos porta-enxertos, Carbonneau (1985), impondo um regime de estresse hídrico rigoroso em estufa, observou que as cultivares R110 e R140 mantiveram uma condutância estomática mais elevada para superfícies foliares equivalentes. Esse autor considera que testes fisiológicos, como o da medida das trocas gasosas, podem ser utilizados com eficácia nos programas de seleção de cultivares de videira, quanto à resistência ao estresse hídrico, afirmação também defendida por Van Zyl (1987).

Entretanto, apesar das evidências de que, em condições limitantes de cultura, as respostas varietais da videira são específicas e perceptíveis quanto às trocas gasosas, até o presente momento poucos estudos têm sido feitos para a caracterização do comportamento varietal em termos de regulação da fotossíntese.

Em trabalho preliminar, realizado sobre diversas cultivares de videira originárias de diferentes regiões ecológicas, Regina (1990) demonstrou que, em relação a atividade fotossintética, as diferenças do comportamento dos genótipos em condições ideais de cultura (alimentação hídrica e mineral regular e abundante, temperatura e radiação não-limitantes) são praticamente inexistentes. A reação

ao estresse hídrico foi analisada neste trabalho, com o objetivo de caracterizar as diferentes respostas de cultivares de *Vitis vinifera* L.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Station de Recherches en Viticulture do INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) de Bordeaux, durante os anos de 1991 a 1993.

Material vegetal

As variedades selecionadas, quanto a diferenças de comportamento agrônomico e a diversidade de origens ecológicas, foram as seguintes: Arriloba, Cabernet-Sauvignon, Chardonnay, Merlot noir, Moscatel de Alexandria, Sauvignon, Sémillon, Syrah e Ugni blanc. Dentro deste conjunto de cultivares, cada ensaio sofreu pequenas variações, em função da disponibilidade de material vegetativo.

Foram utilizadas plantas de um e dois anos de idade, enxertadas sobre 'Fercal', plantadas em vasos de plástico de sete litros, em substrato composto de uma mistura de perlita e areia (3:1), e fertilizadas com uma solução nutritiva adicionada à água de irrigação.

Dispositivos experimentais

Foram empregados dois dispositivos experimentais. Durante o verão, usou-se uma estufa de plástico, em que o único parâmetro de controle era a intensidade de irrigação. No inverno, após um período de repouso e posterior forçamento da brotação em estufa aquecida, os vasos foram transferidos para um fitotron de 20,2 m³, com condições controladas, onde foram pré-determinadas as seguintes condições ambientais: temperatura do ar diurna/noturna de 25/15°C; umidade relativa do ar diurna/noturna de 50/60%; radiação fotossinteticamente ativa de 900 μmol/m².s e fotoperíodo de 16 horas.

Nos dois dispositivos, foram instalados canteiros com possibilidade de controle do volume da água de irrigação por meio de gotejadores. O regime de estresse hídrico foi aplicado por redução do nível diário de irrigação a 50% da T.M. (transpiração máxima), verificada em plantas testemunhas de mesma superfície foliar. A irrigação das plantas submetidas ao estresse foi efetuada sempre ao final da tarde, após as medidas de fotossíntese, de forma a permitir uma reidratação parcial das plantas durante a noite, enquanto as testemunhas eram irrigadas de forma homogênea, durante todo o dia.

As medidas das trocas gasosas em folhas isoladas foram efetuadas com o auxílio de um analisador portátil de CO_2 a infravermelho, trabalhando em circuito aberto (ADC mod. LCA3). No ensaio realizado em estufa de plástico, foram utilizadas oito plantas por tratamento, ao passo que no fitroton, por limitação de espaço, esse número foi reduzido a quatro plantas por variedade. Nos dois casos, foram selecionadas folhas adultas, de mesma idade, bem expostas (luminosidade saturante) e situadas na parte mediana do ramo principal. As medidas de fotossíntese aparente (Pn) e condutância estomática (Gs) foram distribuídas em horários uniformes; as variedades eram amostradas aleatoriamente e de forma a obter-se a curva do comportamento fotossintético de cada genótipo ao longo de diferentes dias de aplicação do estresse hídrico. Para cada horário, os valores representados referiam-se a uma média de quatro medidas por variedade.

Analisou-se também a Pn da planta inteira em estufa, com uma dupla Câmara de Assimilação e Transpiração (CAT) descrita por Daudet (1987). Essa câmara funciona com um analisador de CO_2 a infravermelho (ADC), trabalhando em circuito aberto e de modo diferencial. Ela foi ligada a um sistema informatizado, que permitia a calibragem, execução e estocagem das medidas de forma automática e contínua. Esse dispositivo permitiu a comparação da Pn de apenas dois tratamentos (duas cultivares ou dois níveis de irrigação), por causa do número reduzido de câmaras disponíveis e das dificuldades operacionais de sua instalação.

Durante a aplicação do estresse hídrico, foram realizadas algumas medidas pontuais do potencial hídrico das folhas com uma câmara de pressão (Scholander et al., 1965), com o objetivo de monitorar o estado de hidratação das plantas. Neste caso, cada cultivar e/ou nível de irrigação foram representados pela medida de quatro folhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio em estufa

Sobre plantas de um ano de idade, com superfície foliar média de $0,38 \text{ m}^2$, a redução do volume diário de irrigação a 50% daquele fornecido às plantas testemunhas induziu uma redução progressiva das disponibilidades hídricas do solo, já a partir dos primeiros dias de aplicação desse regime. Essa redução foi evidenciada por meio do controle do potencial hídrico foliar realizado entre 12 e 14 horas, revelando valores médios e sem variação entre as cultivares de $-1,12 \text{ MPa}$, o que, em estufa, já pode ser considerado

como um sinal de resposta ao estresse hídrico na videira (Chaves & Rodrigues, 1987).

Nas duas séries de medidas da Pn das folhas, efetuadas nos dias 22 de agosto e 30 de setembro (Tabela 1), foi verificada uma queda acentuada dessa atividade nas plantas estressadas em relação às plantas testemunhas. Essa redução atingiu os limites extremos na cultivar Ugni blanc, em que a Pn foi reduzida a 77,5% do total apresentado pela testemunha, logo a partir dos primeiros dias de aplicação do estresse hídrico. No conjunto das cultivares estudadas, os efeitos do estresse acentuaram-se de forma considerável a partir do meio-dia, período no qual as diferenças de comportamento entre as cultivares aumentaram nitidamente.

A maior sensibilidade das cultivares Sémillon e Ugni blanc ao estresse hídrico foi evidente, com valores da Pn extremamente reduzidos, de 1,92 e $1,80 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$, respectivamente, no dia 30 de setembro. Nas duas séries de medidas, foram verificadas diferenças altamente significativas dessas cultivares com relação às demais, notadamente no segundo período do dia. O conjunto das outras cultivares reagiu de forma mais homogênea ao estresse, tendo-se notado, entretanto, uma sensível superioridade das variedades Arriloba, Moscatel de Alexandria, Syrah e Chardonnay, com valores da Pn situados entre 7,6 e $10,6 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$ no dia 22 de agosto, quando a temperatura do ar foi mais elevada.

Analisados os valores da Gs (Tabela 2), pôde-se notar que esta foi afetada de forma semelhante à fotossíntese, reduzindo-se acentuadamente a partir do meio-dia, com o esgotamento das reservas hídricas do solo. Com relação ao comportamento das cultivares, as maiores reduções foram confirmadas nas cultivares Sémillon e Ugni blanc, ambas com valores extremamente reduzidos de $0,02 \text{ mol H}_2\text{O}/\text{m}^2.\text{s}$ no período de maior demanda em evapotranspiração (22.8.91, após o meio-dia).

Sobre plantas de dois anos e com superfície foliar mais elevada (média de $0,66 \text{ m}^2$), foi mantido o mesmo regime de alimentação hídrica empregado anteriormente. Nesse caso, um controle do potencial hídrico das folhas realizado entre 12 e 14 horas, durante o mesmo período das medidas das trocas gasosas, revelou valores médios, e sem variação entre as

TABELA 1. Fotossíntese aparente (Pn) de folhas de cultivares de videira em diferentes datas de aplicação de um estresse hídrico em estufa¹.

Cultivar	Pn ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)				
	Sem estresse	28.8.91 ²		30.9.91 ³	
		10h	13h	10h 30min	12h
Arriloba	12,70	12,08a	10,60a	7,13a	5,25a
Cabernet-Sauvignon	12,90	11,10a	5,67b	10,98a	6,57a
Chardonnay	14,40	11,23a	7,60b	10,93a	6,75a
Merlot noir	11,30	10,27a	6,45b	0,85a	4,97a
M. de Alexandria	13,20	11,90a	8,23b	9,80a	6,05a
Sauvignon	13,00	10,58a	6,45b	10,60a	6,63a
Sémillon	13,00	6,42b	3,25c	7,67a	1,92b
Syrah	13,80	10,77a	8,12b	8,52a	6,33a
Ugni blanc	14,30	11,78a	3,22c	11,57a	1,80b
F(36,6)	-	4,32**	12,70**	2,31*	6,24***

¹ Médias seguidas das mesmas letras verticalmente não diferem estatisticamente, segundo o teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade; * significativo a 5%; ** significativo a 1%; *** significativo a 0,1%.

² Radiação fotossinteticamente ativa = 1.175 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$; temperatura do ar = 36,5°C.

³ Radiação fotossinteticamente ativa = 1.323 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$; temperatura do ar = 29,4°C.

TABELA 2. Condutância estomática (Gs) de folhas de cultivares de videira em diferentes datas de aplicação de um estresse hídrico em estufa¹.

Cultivar	Gs ($\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)				
	Sem estresse	28.8.91 ²		30.9.91 ³	
		10h	13h	10h 30min	12h
Arriloba	0,25	0,19a	0,19a	0,12b	0,10ab
Cabernet-Sauvignon	0,41	0,26a	0,06bc	0,19ab	0,12ab
Chardonnay	0,63	0,29a	0,09bc	0,29a	0,16a
Merlot noir	0,33	0,25a	0,08bc	0,18ab	0,09b
M. de Alexandria	0,39	0,32a	0,17a	0,22ab	0,11ab
Sauvignon	0,41	0,29a	0,07bc	0,21ab	0,10ab
Sémillon	0,38	0,10b	0,02c	0,13b	0,07b
Syrah	0,44	0,31a	0,13ab	0,17ab	0,12ab
Ugni blanc	0,41	0,21a	0,02c	0,23ab	0,06b
F(36,6)	-	4,12**	7,19**	3,21*	3,53***

¹ Médias seguidas das mesmas letras verticalmente não diferem estatisticamente, segundo o teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade; * significativo a 5%; ** significativo a 1%; *** significativo a 0,1%.

² Radiação fotossinteticamente ativa = 1.175 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$; temperatura do ar = 36,5°C.

³ Radiação fotossinteticamente ativa = 1.323 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$; temperatura do ar = 29,4°C.

cultivares, de -1,54 MPa. As medidas da Pn realizadas no dia 24 de setembro (Tabela 3) evidenciaram, mais uma vez, a grande sensibilidade da cultivar Ugni blanc, que, no segundo período do dia, apresentava uma taxa de fotossíntese de apenas 0,78 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$, valor estatisticamente diferente das demais cultivares a 0,1% de probabilidade. Pôde-se confirmar o comportamento superior da 'Moscatel de Alexandria', cujos valores de assimilação do carbono de 10,13 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$ permaneceram significativamente superiores ao restante do grupo.

A manutenção desse regime hídrico até o dia 4 de outubro (Tabela 3) causou aumento do estresse imposto às plantas, pois o volume de irrigação empregado diariamente não foi suficiente para reidratá-las durante a noite e permitir uma retomada da Pn nas primeiras horas do dia seguinte. Nessas condições, somente as cultivares Moscatel de Alexandria, Syrah, Arriloba e Chardonnay mantiveram ainda alguma atividade fotossintética no período da manhã, com superioridade evidente da 'Moscatel de Alexandria'. A partir do meio-dia, só a 'Moscatel de Alexandria' e a 'Syrah' conseguiram manter essa atividade; as outras variedades já haviam anulado completamente suas trocas gasosas.

Nesse caso, também a Gs seguiu o mesmo ritmo de regulação que a Pn, apontando a maior sensibili-

dade da cultivar Ugni blanc, com valores significativamente inferiores aos das demais cultivares já na primeira série de medidas realizadas em 24.9.91 (Tabela 4).

Dessas primeiras séries de medidas pôde-se observar que, em relação à Pn e à Gs, a forma de resposta das cultivares à imposição de um estresse hídrico foi diferenciada, revelando diferentes níveis de sensibilidade da copa num mesmo porta-enxerto. Entretanto, há de se considerar que essas medidas foram efetuadas de forma pontual (dois pontos/dia) e sob condições climáticas variáveis, fatores que podem influenciar a análise do comportamento específico de cada cultivar.

Ensaio em condições controladas

Com o objetivo de eliminar os efeitos de variações das condições ambientais observadas na estufa e traçar uma curva diária de resposta da fotossíntese ao estresse hídrico em condições homogêneas de radiação, temperatura e umidade do ar, repetiu-se esse mesmo ensaio num fitotron, com condições controladas.

No 13^a dia de aplicação do mesmo regime de estresse hídrico utilizado na estufa, conforme se observa na Fig. 1, as diferenças de comportamento das cultivares foram perceptíveis já a partir das primeiras horas e mantiveram-se praticamente unifor-

TABELA 3. Fotossíntese aparente (Pn) de folhas de cultivares de videira em diferentes datas de aplicação de um estresse hídrico em estufa¹.

Cultivar	Pn ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$)				
	Sem estresse	24.9.91 ²		04.10.91 ³	
			9h 30min	12h	11h
Arriloba	16,05	10,97a	6,37bc	4,48bc	0,15cd
Chardonnay	16,20	11,45a	5,28c	2,30cd	0,82c
Merlot noir	15,25	12,88a	8,73ab	0,92d	0,25d
M. de Alexandria	14,75	13,07a	10,13a	10,57a	4,57d
Sauvignon	14,00	11,60a	6,58bc	0,07d	0,55cd
Syrah	14,45	11,90a	6,40c	6,32b	3,23b
Ugni blanc	16,50	12,00a	0,78d	0,50d	0,30d
F(28,5)	-	0,56NS	17,49***	20,60***	50,44***

¹ Médias seguidas das mesmas letras verticalmente não diferem estatisticamente, segundo o teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade; *** significativo a 0,1%.

² Radiação fotossinteticamente ativa = 1.175 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$; temperatura do ar = 35,2°C.

³ Radiação fotossinteticamente ativa = 1.323 $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$; temperatura do ar = 34,6°C.

mes durante todo o fotoperíodo. A Pn das cultivares mais adaptadas manteve-se estável e próxima a $7,0 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$, até a quarta hora do fotoperíodo, reduzindo-se em seguida a valores próximos a $5,0 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$. Já as cultivares Sémillon e Ugni blanc confirmaram ser extremamente sensíveis ao estresse hídrico, com taxas de Pn estatisticamente inferiores às das demais cultivares e próximas a $2,0 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$ durante todo o período de medidas. Os valores da Gs (Fig. 2) ajustaram-se de forma similar aos da Pn, definindo dois grupos estatísticos

distintos: um, com valores mais elevados, formado pelas cultivares Chardonnay, Moscatel de Alexandria e Arriloba; e outro, sensível, composto pelas 'Sémillon' e 'Ugni blanc'.

O conjunto dos resultados apresentados anteriormente expressa as taxas de assimilação do carbono avaliadas em folhas isoladas, ou mesmo numa determinada região do limbo foliar. Sob o ponto de vista metodológico, esta técnica possui limitações, pois sabe-se atualmente que existem variações no grau de abertura dos estômatos de uma mesma folha

TABELA 4. Condutância estomática (Gs) de folhas de videira em diferentes datas de aplicação de um estresse hídrico em estufa¹.

Cultivar	Condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2.\text{s}$)				
	Sem estresse	24.4.91 ²		04.10.91 ³	
			9h 30min	12h	11h
Arriloba	0,27	0,27a	0,16b	0,08b	0,03c
Chardonnay	0,41	0,37a	0,16b	0,05b	0,04c
Merlot noir	0,35	0,42a	0,24ab	0,04b	0,03c
M. de Alexandria	0,30	0,39a	0,28a	0,23a	0,10a
Sauvignon	0,31	0,34a	0,16b	0,03b	0,03c
Syrah	0,40	0,35a	0,17b	0,09b	0,07b
Ugni blanc	0,40	0,29a	0,05c	0,03b	0,02c
F(28,5)	-	0,27NS	10,31***	21,24***	40,39***

¹ Médias seguidas das mesmas letras verticalmente não diferem estatisticamente, segundo o teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade; *** significativo a 0,1%.

² Radiação fotossinteticamente ativa = $1.291 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$; temperatura do ar = $35,2^\circ\text{C}$.

³ Radiação fotossinteticamente ativa = $1.246 \mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{s}$; temperatura do ar = $34,6^\circ\text{C}$.

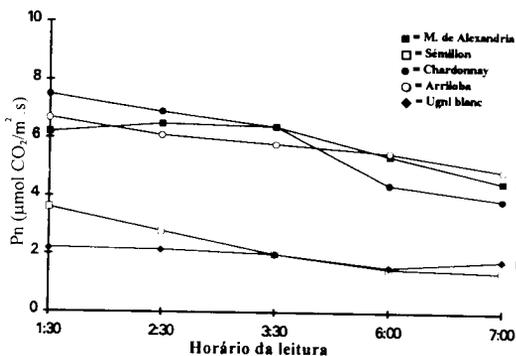


FIG. 1. Fotossíntese aparente de folhas de videira (Pn), durante a aplicação de um estresse hídrico em condições controladas. Curvas seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente segundo o teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

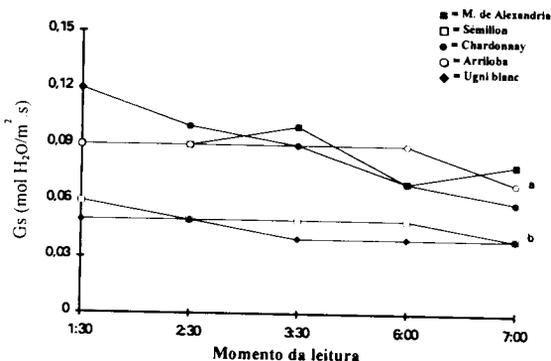


FIG. 2. Condutância estomática de folhas de videira (Gs), durante a aplicação de um estresse hídrico em condições controladas. Curvas seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente segundo o teste de Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

(Donwton et al., 1988), fato que permite supor que a forma de regulação da atividade fotossintética de todo o dossel vegetal não será, necessariamente, aquela verificada em uma única folha.

Fotossíntese da planta inteira

Utilizando o mesmo dispositivo experimental citado anteriormente para a estufa, a Pn da planta inteira foi também avaliada por meio de monitoramento contínuo e automático de uma Câmara Dupla de Assimilação e Transpiração (CAT). Primeiramente avaliou-se a Pn de uma cultivar sensível (Sémillon), em dois níveis de irrigação (Fig. 3).

A Pn da planta testemunha respondeu positivamente aos aumentos da radiação, estabilizando-se no período das 10 às 16 horas, em torno de 0,01 mmol CO₂/s, para, em seguida, anular-se por volta das 19 horas. Durante todo o dia, a assimilação de carbono da planta estressada foi nitidamente inferior, anulando-se já a partir das 16 horas. No período analisado, o estresse hídrico induziu uma redução de 75% da Pn, totalizando uma assimilação de carbono de 26,3 mmol de CO₂ contra 102 mmol CO₂ para a testemunha.

Se os efeitos do estresse hídrico sobre a Pn da videira já são bem conhecidos, a verificação da influência de dois regimes de alimentação hídrica sobre as taxas de assimilação do carbono da totalidade do dossel vegetal demonstraram que a metodologia de

aplicação do estresse hídrico empregada neste trabalho foi correta, permitindo uma diferenciação do comportamento das plantas no período analisado. Ela permite também a validação dos resultados obtidos por meio das medidas da fotossíntese em folhas isoladas.

Em seguida, foram comparadas as taxas diárias da Pn das cultivares Chardonnay e Sémillon (Fig. 4), que haviam demonstrado um comportamento distinto nas medidas realizadas sobre as folhas isoladas. Observou-se que, no período compreendido entre 10 e 16 horas, a diferença da Pn entre as cultivares foi mais acentuada, traduzindo, mais uma vez, o melhor desempenho da cultivar Chardonnay. Sua superioridade totalizou um incremento de 34% no carbono assimilado durante o período analisado, com relação à cultivar Sémillon.

Os resultados das diferentes séries de medidas realizadas em duas condições de cultura, em folhas isoladas ou na planta inteira, comprovaram as afirmações de During & Loveys (1982), Alleweldt & Ruhl (1982) e Chaves (1986) de que, em situação de estresse hídrico, a discriminação do comportamento de cultivares de videira é possível por meio das medidas da Pn e da Gs. Em nosso estudo, dois grupos de cultivares foram distinguidos: o primeiro, bastante sensível, formado pelas cultivares Sémillon e Ugni blanc, e o segundo, mais bem adaptado, composto das cultivares Moscatel de Alexandria, Arriloba, Chardonnay e Syrah (para o ensaio em estufa).

O estudo dos diferentes mecanismos envolvidos na adaptação dessas cultivares às condições de

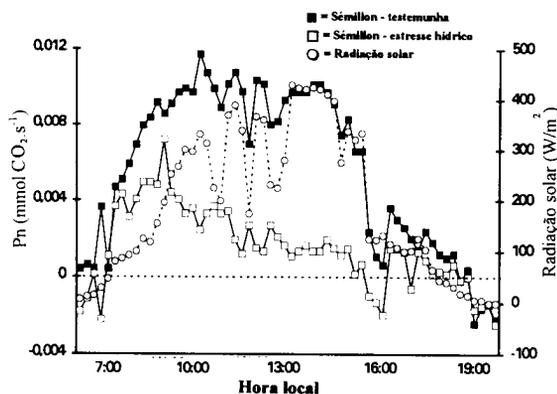


FIG. 3. Fotossíntese aparente da planta inteira (Pn), segundo dois níveis de irrigação, e radiação solar em estufa.

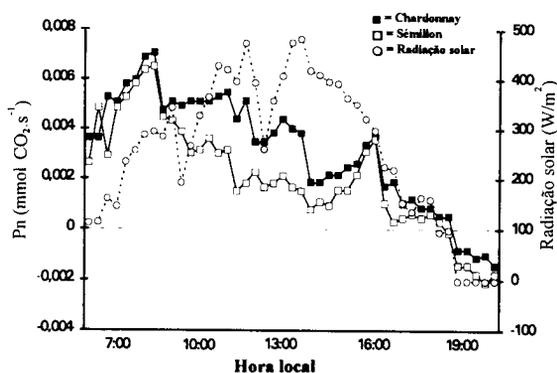


FIG. 4. Fotossíntese aparente da planta inteira (Pn), durante a aplicação de um estresse hídrico, e radiação solar em estufa.

estresse hídrico parece-nos indispensável para tentar explicar as respostas varietais aqui colocadas em evidência.

CONCLUSÕES

1. A partir das medições da fotossíntese e condutância estomática é possível identificar diferentes níveis de adaptação de variedades de videira ao estresse hídrico.

2. As cultivares Sémillon e Ugni blanc mostram-se mais sensíveis ao estresse hídrico que as cultivares Moscatel de Alexandria, Chardonnay e Arriloba.

3. É possível inferir o comportamento fotossintético da planta inteira a partir das medidas das trocas gasosas realizadas em folhas isoladas.

AGRADECIMENTOS

Ao INRA/CNPq/EPAMIG, pela possibilidade de realização deste trabalho, e ao apoio dos técnicos das "Stations de Recherches en Physiologie Végétale e Viticulture" do INRA de Bordeaux.

REFERÊNCIAS

ALLEWELDT, G.; RUHL, E. Untersuchungen zum Gaswechsel der Rebe II. Einfluß langanhaltender Bodentrockenheit auf die Leistungsfähigkeit Verschiedener Rebsorten. *Vitis*, v.21, p.313-324, 1982.

CARBONNEAU, A. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. *American Journal of Viticulture and Enology*, v.36, p.195-198, 1985.

CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany*, v.42, p.1-16, 1991.

CHAVES, M.M. **Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em *Vitis vinifera* L.** Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 1986. 220p. Tese de Doutorado.

CHAVES, M.M.; RODRIGUES, M.L. Photosynthesis and water relations in grapevines growing in Portugal - response to environmental factors. In: TENHUNEN, J.D.; CATARINO, F.M.; LANGE, O.L.; OECHEL, W. C. (Eds.). **Plant response to stress.** Berlin: NATO ASI, 1987. p.379-390. (NATO ASI, séries G15).

DAUDET, A. Un système simple pour la mesure *in situ* des échanges gazeux des couverts végétaux de quelques mètres carrés de surface foliaire. *Agronomie*, v.7, p.133-139, 1987.

DOWNTON, W.J.S.; LOVEYS, B.R.; GRANT, W.J.R. Non-uniform stomatal closure induced by water stress causes putative non-stomatal inhibition of photosynthesis. *New Phytologist*, v.110, p.503-509, 1988.

DURING, H. Stomatal responses to alternation of soil and air humidity in grapevines. *Vitis*, v.26, p.9-18, 1987.

DURING, H.; BROQUEDIS, M. Effects of abscisic and benzyladenine on irrigated and non-irrigated grapevines. *Scientia Horticulturae*, v.13, p.253-260, 1980.

DURING, H.; LOVEYS, B.R. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field grown *Vitis vinifera* cvs. I. Leaf water potential components and leaf conductance under humid temperate and semiarid conditions. *Vitis*, v.21, p.223-232, 1982.

LAFRAY, D.; LOUGUET, P. Stomatal responses and drought resistance. *Bulletin de la Société Botanique Française, Actualités Botaniques*, v.137, n.1, p.47-60, 1990.

REGINA, M. de A. **Contribution à l'étude physiologique des cépages: Étude de faisabilité de tests de sélection vis-à-vis de la vigueur et de la photosynthèse.** Bordeaux: Université de Bordeaux II, 1990. 68p. Tese de Mestrado.

RUHL, E.; ALLEWELDT, G. Untersuchungen zum Gaswechsel der Rebe III. Einfluß vorübergehender Trockenheit auf die Leistungsfähigkeit verschiedener Rebsorten. *Vitis*, v.22, p.120-128, 1983.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGEN, A.E. Sap pressure in vascular plants. *Science*, v.148, p.339-346, 1965.

VAN ZYL, J.L. Diurnal variation in grapevine water stress as a function of changing soil water status and meteorological conditions. *South African Journal of Enology and Viticulture*, v.8, p.45-52, 1987.