

Potássio em uvas II – Análise peciolar e sua correlação com o teor de potássio em uvas viníferas

Potassium in grapes II – analysis of petioles and their correlation with the potassium content of wine grapes

Aline de Oliveira FOGAÇA^{1*}, Carlos Eugenio DAUDT¹, Fabiane DORNELES¹

Resumo

O objetivo deste trabalho foi acompanhar a evolução da absorção de potássio pelas uvas durante o processo de maturação e verificar sua influência no pH, bem como tentar correlacionar ambas com os teores encontrados nos pecíolos na época da floração. Amostras das uvas foram coletadas durante o processo de maturação de três variedades: Pinot noir, Cabernet Sauvignon e Merlot. Durante os dois anos de estudo, ocorreram variações nos teores de potássio absorvidos pelos frutos durante a maturação, sendo o aumento acompanhado pela elevação do pH; a redução no teor de potássio foi acompanhada pela estabilização dos valores de pH, fato também influenciado pela queda nos teores de acidez titulável. Sugere-se, assim, que os altos valores de pH encontrados nos vinhos elaborados com uvas destes vinhedos, em anos anteriores, estão relacionados com a absorção de potássio e a diminuição da acidez total durante a maturação da uva. A retirada de amostras peciolar na floração e trinta dias após mostrou-se um mecanismo eficiente na avaliação do teor de potássio nos tecidos próximos aos grãos. Dessa forma, a análise peciolar, além de ser utilizada para monitorar os níveis de potássio na planta e avaliar a necessidade de adubações e tratamentos culturais, pode servir de diagnóstico futuro para os teores de potássio nas uvas e nos vinhos.

Palavras-chave: potássio; pH; uvas; fertilização.

Abstract

Grapes from three *Vitis vinifera* varieties (Pinot Noir, Cabernet Sauvignon and Merlot) were analyzed over a two-year period to determine their potassium content, aiming to monitor this mineral content during the ripening process and evaluate its influence on pH values. Grape samples were harvested periodically during the berries' development until their harvest. As expected, the grapes' potassium content showed variations, i.e., high potassium content went hand-in-hand with increased pH values while low potassium content led to stabilized pH; this process was also affected by the decline in total acidity. This finding confirms that high pH values, low titrable acidity and potassium are correlated. In addition, the analysis of petiole samples (collected during inflorescence and 30 days later) proved to be an efficient tool not only for monitoring the potassium content in winegrapes but also for evaluating the need for soil amendments involving this mineral. The potassium content in petioles and in winegrapes was found to be directly correlated; therefore, this method may be useful in future diagnoses of the potassium content in grapes and wines.

Keywords: potassium; pH; grapes; soil amendments.

1 Introdução

O teor de ácido num vinho pode ser considerado um importante parâmetro tecnológico em enologia, uma vez que possui uma grande importância nas características físico-químicas, biológicas e sensoriais dos vinhos. Por sua vez, embora seja definido como o inverso do logaritmo da concentração de íons de hidrogênio no meio, o pH de mostos e vinhos mantém uma estreita relação com este teor ácido, principalmente porque os dois principais ácidos dos mostos são os ácidos tartárico e málico, o primeiro com pK_{a1} de 3,20 e pK_{a2} de 4,46 e o segundo com pK_{a1} de 3,61 e pK_{a2} de 5,27⁵, sendo o pH influenciado pelos seus graus de dissociação.

Entretanto, o pH e a acidez titulável não podem ser explicados somente em função do teor de ácidos orgânicos presentes na uva. Estudos realizados por BOULTON^{3,4}, baseados nos dados obtidos de diversas variedades, regiões e época de plantio, demonstraram que cátions monovalentes entram nas células dos grãos numa troca direta por prótons derivados

dos ácidos orgânicos. Este autor sugere que esta troca ocorre devido à ação da enzima adenosina trifosfato (ATPase), a qual troca cátions monovalentes por prótons enquanto hidroliza ATP em ADP.

A enzima ATPase parece ser composta por dez subunidades e troca três prótons (e três cátions metálicos) para cada molécula de ATP hidrolisada. Em geral, o movimento dos cátions é contra o gradiente de concentração e a hidrólise de ATP ocorre na superfície interna da membrana. O substrato para esta enzima parece ser o íon MgATP e não o cátion que está sendo trocado, como sugeriam outros trabalhos⁶. A mudança na atividade, associada com a concentração de cátions é de natureza estimulatória, embora pareça um tipo de cinética Michaelis-Menten. Durante a maturação das uvas também ocorre um redução nos teores de acidez devido à degradação dos ácidos, especialmente do ácido málico, pela respiração do fruto. Portanto, daí ocorre um aumento nos teores de pH e um decréscimo nos teores de acidez^{1,2,8}.

Considera-se que a absorção de potássio pelas células dos grãos das uvas seja mais rápida do que por outros tecidos, como brotos, pecíolos e folhas, devido à disponibilidade de ATP nestas células; além disso, este mineral participa do processo de translocação de açúcares até os grãos, acontecendo em maior intensidade ao período final da maturação⁹. Assim,

Recebido para publicação em 13/9/2006

Aceito para publicação em 18/7/2007 (001846)

¹ Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, CEP 97105-910, Santa Maria - RS, Brasil, E-mail: alinefogaca@uol.com.br

*A quem a correspondência deve ser enviada

estes dois fatores tornam os grãos de uvas um forte dreno do potássio absorvido pela planta.

Atualmente, os vinhos brasileiros estão apresentando pH cada vez mais elevado e, apesar dos fatos expostos anteriormente, ainda há dúvidas quanto ao papel do potássio neste fenômeno.

BOULTON⁴ sugere que os teores de potássio encontrados na análise peciolar poderiam refletir mudanças nas quantidades de potássio absorvidas pelos grãos e pela planta. Para verificar esta hipótese, em três vinhedos comerciais, foram realizadas análises peciolaras durante dois anos, em amostras retiradas na floração e após 30 dias.

Com o intuito de acompanhar a evolução dos teores de pH e de potássio durante o processo de maturação de uvas, foram coletadas amostras em três vinhedos de variedades *Vitis vinifera*, os quais já apresentavam teores de pH elevados em anos anteriores.

2 Material e métodos

Amostras de pecíolos e de uvas foram coletadas, no período de dois anos (ano 1: safra 2003-04 e ano 2: safra 2004-05), através de levantamento casualizado com 3 repetições e sem reposição, de três vinhedos com variedades *Vitis vinifera*: Cabernet Sauvignon (porta enxerto Richert 110 e 3 anos de idade em 2003), Merlot (porta enxerto SO4, 4 anos em 2003) e Pinot Noir (Porta enxerto SO4, 4 anos, em 2003), cultivadas na região montanhosa (altitude entre 400 e 500 m) de Itaara, localizada a 5 km de Santa Maria (RS).

As amostras peciolaras (100 plantas por amostra, com 3 repetições) foram coletadas na floração (época I) e após 30 dias (época II), de pecíolos opostos aos cachos de uvas, e analisadas nos laboratórios da Universidade Federal de Santa Maria (DTCA/CCR), onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar (60 °C) e moídas. Após digestão com ácidos nítrico e perclórico, o potássio foi analisado por espectrometria de emissão de chama¹⁰.

Amostras de uvas destas variedades foram coletadas ao longo do processo de maturação: no ano 1 em torno de 30 dias após o "veraison"; no ano 2, com o intuito de verificar a existência ou não de diferenças, em torno de 15 dias após o "veraison". O pH foi determinado em peagâmetro (marca Instrutherm) no suco proveniente das uvas e o potássio foi analisado por espectrofotometria de emissão de chama no suco diluído e nas cascas e sementes mineralizadas por digestão com ácidos nítrico e perclórico.

Neste período, foram anotadas também as datas de "veraison" (mudança de cor das bagas) e as datas de colheita utilizadas industrialmente. No momento da colheita, pH, Brix e acidez total foram determinados por ocasião do esmagamento das uvas no mosto.

Foram realizadas análises de variância, com 5% de significância, dos teores de potássio nos pecíolos durante os dois anos, para cada variedade, em cada época de amostragem, utilizando o "software Plot It". A análise estatística não foi rea-

lizada dentro das variedades, uma vez que havia somente um vinhedo para cada variedade.

3 Resultados e discussão

A Figura 1 mostra a evolução nos teores de potássio e no pH durante o processo de maturação das uvas, nos dois anos, do vinhedo da variedade Cabernet Sauvignon. Nota-se que, até 1 mês após o "veraison", o teor de potássio, no ano 2, atingiu teores mais elevados que no ano 1. Entretanto, com a continuação do processo de maturação, o teor de potássio no ano 2 diminuiu bastante. Comparando-se o mesmo período de tempo entre o "veraison" e a colheita, 61 dias, observa-se que neste ponto o teor de potássio no ano 2 é menor que no ano 1. Da mesma forma, os teores de pH do ano 2, quando comparados aos do ano 1, mantêm-se em níveis mais baixos no decorrer da maturação até o mesmo período (61 dias) após o "veraison". Apesar disso, no momento da colheita, observou-se que no ano 2 este vinhedo de Cabernet Sauvignon apresentou teores de pH mais elevados que no ano 1 (Tabela 1). Deve-se notar que o intervalo de dias, propositalmente, entre o "veraison" e a colheita são maiores no ano 2 (72 dias) que no ano 1 (61 dias), favorecendo, assim, melhor maturação e Brix mais elevado. Esta condição foi proposital para observar a capacidade de amadurecimento da variedade, uma vez que as condições climáticas, em especial a menor precipitação pluviométrica, permitiram que o período de maturação fosse prolongado.

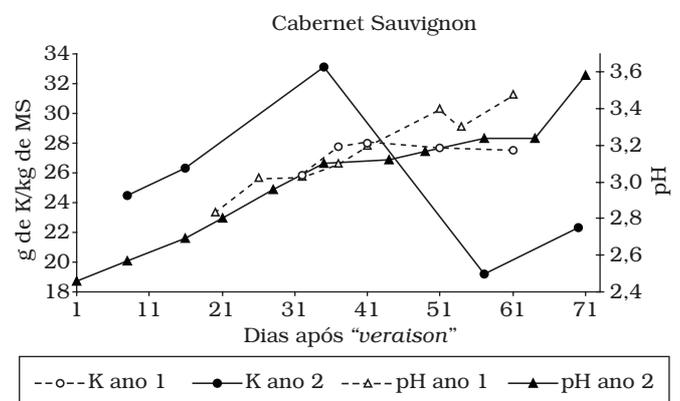


Figura 1. pH e potássio ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) durante a maturação de uvas Cabernet Sauvignon em duas safras (ano 1: safra 2003-04 e ano 2: safra 2004-05), em Itaara - RS.

Nas duas safras estudadas, ocorreu aumento no teor de potássio nas uvas no final do período de maturação, embora proporcionalmente diferentes entre os dois anos. Pode-se supor que este aumento esteja correlacionado, por exemplo, à manutenção da turgescência das células das bagas⁷, onde os íons de potássio são absorvidos com a finalidade de evitar uma redução no tamanho ou peso das bagas. Da mesma forma, este aumento no teor de potássio pode estar relacionado com o aumento na atividade da enzima ATPase devido a mudanças de temperatura ou disponibilidade de água. É importante salientar que, apesar do pH mais elevado (no ano 2 e nas condições propostas) o teor de potássio na uva foi menor em relação ao outro ano e

possivelmente, será menor no vinho resultante. Cabe ainda ressaltar que, caso a colheita no ano 2 fosse realizada na mesma época que no ano 1, o pH nesta uva seria menor.

Em relação às uvas amostradas no vinhedo da variedade Pinot noir (Figura 2), observa-se que no ano 2 os teores de potássio encontrados nas uvas no momento da colheita são menores do que aqueles encontrados no momento da colheita no ano 1, a exemplo do que aconteceu com a variedade Cabernet Sauvignon. Apesar dessa redução no teor de potássio entre os dois anos, o pH, no momento da colheita, foi superior no ano 2 em relação ao ano 1. A explicação deste valor mais elevado de pH no ano 2, apesar do teor de potássio ser um pouco menor em relação ao ano 1, está no fato de que a acidez titulável no ano 2 ($6,1 \text{ g.L}^{-1}$) sofreu uma redução em relação ao ano 1 ($7,0 \text{ g.L}^{-1}$). Esta redução nos teores de acidez ocorreu, provavelmente, devido a uma maior degradação do ácido málico devido à taxa de respiração do fruto ser mais elevada no ano 2, como consequência da maior quantidade de calor (expressa como soma de calor) e da menor precipitação pluviométrica registrada neste ano no período entre o "veraison" e a colheita (Tabela 2).

A diferença no número de dias entre o "veraison" e a colheita no ano 1 (51 dias) e no ano 2 (45 dias), comprova que as condições de amadurecimento da uva nos dois anos foram diferentes, pois, no ano 2, o Brix registrado na colheita (24°Brix) foi superior ao registrado no ano 1 (22°Brix). Em resumo, a maior soma de calor e menor precipitação registrada no ano 2, quando comparados aos dados registrados no ano 1, favoreceu a maturação e proporcionou condições para maior respiração do ácido málico no ano 2.

Os teores de potássio e o pH, durante o processo de maturação das uvas do vinhedo da variedade Merlot, estão apresentados na Figura 3. O teor de potássio no ano 1 decresceu acentuadamente durante a maturação; no ano 2 começam a aumentar 30 dias após o "veraison". No momento da colheita, os teores de potássio e o pH são maiores no ano 2 do que no ano 1, sendo o número de dias entre o "veraison" e a colheita semelhante nos dois anos estudados. Nestas uvas, além de uma

provável maior degradação do ácido málico pela respiração (devido à maior soma de calor no ano 2, Tabela 2), o aumento de potássio facilitou a substituição de íons de H^+ por íons de K^+ no interior das células. Em resumo, o aumento de potássio (Tabela 3) aliado à diminuição da acidez (Tabela 1), resultou num aumento do pH no momento da colheita no ano 2, em relação ao ano 1. A observação de que o aumento do pH na Merlot (3,20 para 3,51), quando comparado com o aumento registrado na Cabernet Sauvignon (3,35 para 3,49) e Pinot noir (3,48 para 3,58), foi mais elevado e ressalta a influência do aumento de potássio.

Tabela 2. Precipitação pluviométrica (mm) e soma de calor* no período de agosto até o momento da colheita, durante duas safras (ano 1: safra 2003/04 e ano 2: safra 2004/05).

	Ano	Pinot noir	Merlot	Cabernet Sauvignon
Precipitação (mm)	1	1242	1284	1287
	2	747	755	826
Soma de calor	1	1870,8	2000,3	2425,7
	2	2038,5	2334,0	2755,2

* A soma de calor, em graus dia, foi calculada através do somatório das temperaturas médias diárias diminuídas da temperatura base da videira (10°C).

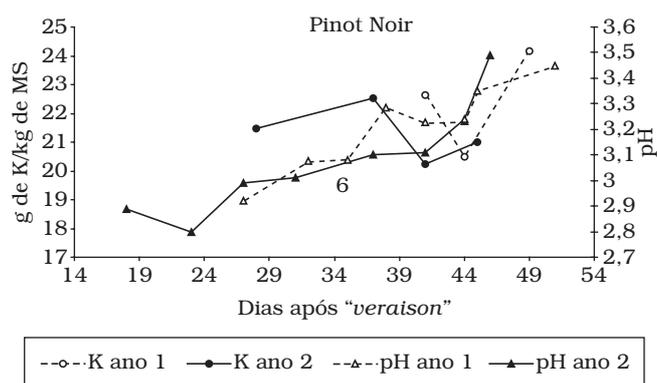


Figura 2. pH e potássio (g.kg^{-1}) durante a maturação de uvas Pinot noir em duas safras (ano 1: safra 2003-04 e ano 2: safra 2004-05), em Itaara - RS.

Tabela 1. Datas de floração, "veraison", colheita, graus Brix, acidez titulável (g.L^{-1}) e pH no momento da colheita das variedades *Vitis vinifera* Pinot noir, Merlot e Cabernet Sauvignon em dois anos de estudo (ano 1: safra 2003-04 e ano 2: safra 2004-05) 2003-04 e 2004-05. Itaara - RS.

	Safra	Pinot noir	Merlot	Cabernet Sauvignon
Data de floração	03/04	25/10	29/10	29/10
	04/05	13/10	26/10	10/11
Data do "veraison"	03/04	9/12	28/12	21/12
	04/05	4/12	20/12	27/12
Data de colheita	03/04	22/01	07/02	20/02
	04/05	18/01	29/01	09/03
Dias*	03/04	51	41	61
	04/05	45	40	72
$^\circ \text{Brix}$	03/04	22,0	22,0	22,5
	04/05	24,0	23,5	26,0
Acidez Titulável ($\text{g H}_2\text{T. It}^{-1}$)	03/04	7,00	7,00	6,2
	04/05	4,40	6,10	6,8
pH	03/04	3,35	3,20	3,48
	04/05	3,49	3,51	3,58

*Número de dias entre o "veraison" e a colheita.

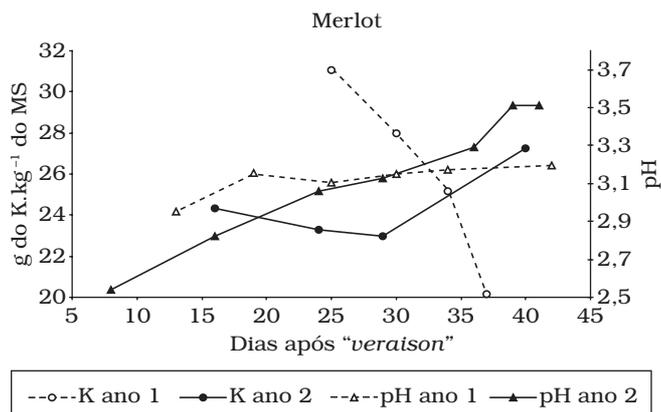


Figura 3. pH e potássio (g.kg^{-1}) durante a maturação de uvas na variedade Merlot em duas safras (ano 1 : safra 2003-04 e ano 2: safra 2004-05), em Itaara - RS.

De modo geral, nos dois anos de estudo dos três vinhedos estudados, o aumento nos teores de potássio nas uvas, durante o processo de maturação, foi acompanhado por um aumento nos valores de pH das uvas. Entretanto, nos momentos em que ocorreu uma redução no teor de potássio, os valores de pH não diminuíram, mas sim se estabilizaram. Esta estabilização, apesar da queda dos teores de potássio, está ligada à redução da acidez que ocorreu durante o processo de maturação, conforme já explicado anteriormente.

Este trabalho estudou apenas três vinhedos durante dois anos, mas os dados obtidos mostram claramente que o estabelecimento de um valor de potássio ideal não é possível, pois a interação entre as quantidades de potássio e o comportamento dos ácidos presentes nas uvas é que irão influenciar o pH resultante. Mas é certo que, quanto menor a quantidade de potássio absorvida pela uva, mais fácil é o controle do pH.

A Tabela 3 mostra os teores de potássio encontrados nos pecíolos no momento da floração e nas uvas no momento da colheita. Esta amostragem foi realizada no vinhedo 1 da variedade Pinot noir, vinhedo da variedade Merlot e vinhedo 3 da variedade Cabernet Sauvignon. Salienta-se que os três vinhedos possuem a mesma idade.

Tabela 3. Teores de potássio encontrados na análise peciolar (g.kg^{-1}) durante a floração - época I - e nas uvas no momento da colheita (g.kg^{-1} em %MS), realizada em dois anos (ano 1: safra 2003-04 e ano 2: safra 2004-05), nas variedades Pinot noir, Merlot e Cabernet Sauvignon.

Variedade	Peciolos - época I			Uvas - colheita		
	Ano 1	Ano 2	CV *	Ano 1	Ano 2	CV
Pinot noir	54,61 ^{a***}	21,10 ^b	3,43	24,16 ^a	19,18 ^b	6,41
Merlot	17,07 ^b	19,80 ^a	13,26	20,17 ^b	27,27 ^a	4,23
Cabernet Sauvignon	18,46 ^a	12,14 ^b	12,42	27,53 ^a	22,34 ^b	6,94

*CV : coeficiente de variação entre linhas; e **Médias seguidas por mesmas letras na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Com relação aos teores de potássio nos pecíolos do vinhedo de Merlot durante a floração (Tabela 3), os do ano 2 são significativamente maiores que os do ano 1. Analisando o teor de potássio nestas uvas (Figura 3), observou-se que até 25 dias

após o "veraison", os valores encontrados no ano 2 ainda estavam menores que no ano 1; no entanto, os do ano 2 sofreram aumento durante a maturação, chegando a valores significativamente maiores no momento da colheita no ano 2, em relação ao ano 1 (Tabela 3), apesar do manejo do dossel vegetativo ter sido similar ao realizado nos outros dois vinhedos e à ausência de adubação potássica. Da mesma forma, os vinhedos das três variedades estão próximos, com clima idêntico para todos. Poder-se-ia supor que a reduzida precipitação pluviométrica no ano 2, em relação ao ano 1, fosse um dos fatores que interferiram na absorção de potássio; entretanto essa hipótese não é válida, uma vez que a redução ocorreu nos três vinhedos. A variação provavelmente está no porta-enxerto utilizado na variedade Merlot que, mesmo com a ausência de adubação potássica nestes dois anos, absorveu maior quantidade de potássio que os porta-enxertos das outras duas variedades e pode estar também nas características do solo (pode apresentar grandes variações em curto espaço de terreno). Isto demonstra que, para esta variedade, sob as condições estudadas, ainda são necessárias mais ações com a finalidade de reduzir as quantidades de potássio absorvidas pelas uvas.

O fato é que, assim como nesse vinhedo de Merlot, os de Cabernet Sauvignon e Pinot noir apresentaram o mesmo comportamento, no ano em que a análise peciolar realizada na floração apresentou os maiores teores de potássio, o mesmo também ocorreu com as uvas no momento da colheita.

4 Conclusões

O acompanhamento da maturação das uvas mostrou que o aumento nas quantidades de potássio absorvidas pelas uvas foi acompanhado pela elevação do pH, e a redução foi acompanhada pela estabilização do pH, fato também influenciado pela queda nos teores de acidez. Deste modo, pode-se afirmar que pHs altos ($>3,7$) encontrados nos vinhos, elaborados com uvas destes vinhedos em anos anteriores, estão relacionados com a absorção de potássio e diminuição da acidez durante o processo de maturação.

A análise peciolar na floração mostrou-se eficiente na avaliação da quantidade de potássio, permitindo observar uma correlação com o teor de potássio nas uvas. Dessa forma, a análise peciolar pode ser utilizada para monitorar os níveis de potássio na planta e, assim, avaliar as adubações e manejos que estão sendo utilizados. Esta análise também pode ser utilizada na prevenção e/ou diminuição de potássio nas uvas, uma vez que a análise na época da floração ainda permite correções no manejo do dossel, especialmente em relação à poda verde e desfolha do vinhedo.

Os resultados mostram que, especialmente em relação aos teores de potássio em pecíolos e uvas, não é possível o estabelecimento de um valor pré-determinado, mas sim o acompanhamento do comportamento ao longo dos anos é que permitirá o ajuste da quantidade mais adequada.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo financiamento parcial deste trabalho, e à Vinícola Velho Amâncio, pelo fornecimento das amostras.

Referências bibliográficas

1. BOULTON, R. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juices and wines. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 31, n. 2, p. 182-186, 1980a.
2. _____. The relationship between total acidity, titratable acidity and pH in wine. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 31, n. 3, p. 76-80, 1980b.
3. _____. A hypothesis for the presence, activity, and role of potassium/hydrogen, adenosine triphosphatases in grapevines. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 31, n. 3, p. 283-287, 1980c.
4. _____. The relationships between total acidity, titratable acidity and pH in grape tissue. **Vitis**, v. 19, p.113-120. 1980d.
5. DELFINI, C. et al. Experiments of acidification of musts and wines with DL-malic, DL-lactic acid and L (+) tartaric acid. **Bull. I. O. I. V.**, v. 74, n. 841-842, p. 160-199. 2001.
6. EPSTEIN, E. Mineral metabolism. In: BONNER, M. C.; VARNER, J. E. **Plant Biochemistry**. Ed Academic Press. New York. p. 438-68. 1965.
7. MPELASOKA, B. S. et al. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. **Aust. J. Grape Wine Res.** v. 9, n. 3, p. 154-168, 2003.
8. ROJAS-LARA, B. A.; MORRISON, J. C. Differential effects of shading fruit or foliage on the development and composition of grape berries. **Vitis**, v. 28, p. 199-208, 1989.
9. SMART, R. E. et al. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. **Vitis**, v. 24, p. 17-31, 1985.
10. TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos - UFRGS, 1995. 200 p.