

## Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: produtividade e características químicas do mosto da uva

### Application of nitrogen in grapevines in the campaign of the Rio Grande do Sul: productivity and chemical characteristics of the grape must

Gustavo Brunetto<sup>I</sup> Carlos Alberto Ceretta<sup>II</sup> João Kaminski<sup>III</sup> George Wellington Bastos de Melo<sup>III</sup>  
Cledimar Rogério Lourenzi<sup>IV</sup> Vaneila Furlanetto<sup>III</sup> Afrânio Moraes<sup>V</sup>

#### RESUMO

A aplicação de N na videira, em geral, causa grande impacto na produção e nas características químicas da uva e do seu mosto e, conseqüentemente, no vinho. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de N na produção de uva e nas características químicas desejáveis do mosto. O experimento foi conduzido na safra 2004/05 em vinhedo comercial de viníferas Cabernet Sauvignon, na Empresa Pernod Ricard Brasil/Almadén, em Santana do Livramento, RS, sobre Argissolo Vermelho distrófico arênico. Os tratamentos constaram da aplicação de 0, 15, 30, 45, 60 e 85kg ha<sup>-1</sup> de N. Na maturação, a uva foi colhida e avaliada a produção por planta, por hectare, o comprimento e a largura de cachos, e o peso de 100 bagas. Foram coletadas bagas de uva, sendo uma parte amassada e, no mosto, foram determinados os sólidos solúveis totais, o pH, a acidez total, o ácido tartárico, o ácido málico, os polifenóis totais, as antocianinas e o N amoniacal. As bagas restantes foram trituradas e analisado o total de N, P, K, Ca e Mg. Os resultados mostraram que a aplicação de N em viníferas Cabernet Sauvignon não afetou a produção de uva e os componentes de rendimento. Além disso, a aplicação de doses crescentes de N em viníferas Cabernet Sauvignon, de forma destacada, aumentou, no mosto, os valores de acidez total e N amoniacal e diminuiu os valores de antocianinas e, na baga de uva, aumentou a porcentagem do total de N e K.

**Palavras-chave:** nutrição mineral de videiras, nitrogênio, produção de uva, qualidade química do mosto, Cabernet Sauvignon.

#### ABSTRACT

*The N fertilization in vines, in general, causes great impact in the yield and in chemistries characteristics of the*

*grape and your must, consequently of the wine. The experiment was carried out in 2004/05, to evaluate the effect of the N fertilization in the grape yield and in chemistries characteristics of the must of Cabernet Sauvignon vines, at Sandy Typic Hapludalf soil in Southern Brazil, Santana do Livramento. The treatments were 0, 15, 30, 45, 60 and 85kg ha<sup>-1</sup> N. In the maturation, the grape was collection and evaluate yield vine, yield hectare, length and width of bunches, and weight 100 berry. Berries were collected, a part mass the evaluate in the must soluble solids, pH, total acidity, tartaric acid, malic acid, total phenols, anthocyanins and N ammonia. The remaining berries were triturated and evaluate total N, P, K, Ca and Mg. The results showed that the N fertilization did not affect the grape yield and yield components. The application of N rates increased in the must the total acidity and N ammonia, and decreased anthocyanins, and in berry increased the percentage total N and K.*

**Key words:** grapevine nutrition, nitrogen, grape production, chemical quality of the must, Cabernet Sauvignon.

#### INTRODUÇÃO

A aplicação de N na videira causa grande impacto no crescimento vegetativo das plantas, na sua produtividade e nas características químicas da uva e do seu mosto e, conseqüentemente, no vinho. Por isso, tem sido tema de pesquisa em tradicionais regiões vitivinícolas do mundo.

No Rio Grande do Sul (RS), maior produtor de uvas para a elaboração de vinhos do Brasil, estudos

<sup>I</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Rua Erly de Almeida Lima, 546, apto 302, Bairro Camobi, 97105-120, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: gustavobrunetto@hotmail.com. Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Departamento de Solos, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: carlosceretta@smail.ufsm.br.

<sup>III</sup>Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, Brasil. E-mail: george@cnpuv.embrapa.br.

<sup>IV</sup>Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: rclourenzi@yahoo.com.br.

<sup>V</sup>Pernod Ricard Brasil/Almadén, Santana do Livramento, RS, Brasil. E-mail: Afranio.Moraes@pernod-ricard-brasil.com.

dessa natureza são escassos. Isso porque os primeiros cultivos de videira foram realizados em solos com textura média ou argilosa, com médio a alto teor de matéria orgânica, o que confere alta capacidade de fornecimento de N (DAL BÓ, 1992; BRUNETTO, 2004). Entretanto, com a ampliação de fronteiras agrícolas, áreas de campo natural da Campanha Gaúcha foram incorporadas ao sistema de produção de uvas. Nessas áreas, a videira passou a ser cultivada em solos com textura arenosa e com baixo teor de matéria orgânica, tendo pequena capacidade de suprimento de N. Assim, a aplicação de N passou a ser uma prática de manejo necessária, já que este nutriente tem efeito na produção de uva (GOLDSPINK & GORDON, 1991; BELL & ROBSON, 1999) e nas características químicas da uva e do seu mosto, afetando os teores de sólidos solúveis totais, de pH, de acidez, de ácidos orgânicos, de polifenóis totais, de antocianinas e de nutrientes (OUGH et al., 1968; BELL, 1991; BERTRAND et al., 1991; SMART, 1991; SPAYD et al., 1994; SPAYD et al., 1995; KELLER & HRAZDINA, 1998; KELLER et al., 1998; KELLER et al., 1999; KELLER, 2005).

Atualmente, no RS, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS - RS/SC, 2004) indica a dose de N para a cultura da videira a partir do seu teor total na folha completa ou no pecíolo e, na expectativa de produtividade, recomenda a aplicação parcelada durante o ciclo vegetativo-produtivo das plantas. Entretanto, esta recomendação não considera a relação entre a aplicação de N no solo e a produtividade, muito menos sobre as características químicas da uva e do seu mosto. Além disso, a disponibilidade de N do solo às plantas sofre grandes variações pelas alterações das condições de fertilidade do solo e pelas manifestações do clima. Isso motiva a realização de experimentos de campo para a obtenção de informações sobre o melhor manejo do N, harmonizando as produções com a qualidade química da uva e do seu vinho.

Este trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de N na produção de uva e nas características químicas desejáveis do mosto.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Empresa Pernod Ricard Brasil/Almadén, no município de Santana do Livramento, RS (Latitude 30° 48' 31" S e Longitude 55° 22' 33" W), região fisiográfica da Campanha, na safra 2004/2005. A área experimental foi instalada em vinhedo comercial, plantado em 1978, de viníferas Cabernet Sauvignon, enxertadas sobre o porta-enxerto SO<sub>4</sub>, na densidade de 1.525 plantas por hectare (3,5m x 2,0m) e

conduzidas em espaldeira. O solo foi Argissolo Vermelho distrófico arênico (EMBRAPA, 1999) e apresentou, na camada de 0-20cm, os seguintes atributos: areia 822g kg<sup>-1</sup>; silte 115g kg<sup>-1</sup>; argila 63g kg<sup>-1</sup>; matéria orgânica 10g kg<sup>-1</sup>; pH em água 6,1; Índice SMP 7,1; Ca trocável 1,85cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (KCl 1mol L<sup>-1</sup>); Mg trocável 0,89cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (KCl 1mol L<sup>-1</sup>); P disponível 40,0mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich 1) e K disponível 46mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich 1).

Os tratamentos consistiram da aplicação de 0, 15, 30, 45, 60 e 85kg ha<sup>-1</sup> de N de forma parcelada: 50% no início da brotação (13/09/2004); 25% na brotação (10/10/2004) e 25% na floração (09/11/2004). No momento da aplicação do N, a vegetação nativa foi eliminada numa área de 0,50 x 0,50m (0,25m<sup>2</sup>), sendo o caule da videira o centro da área. Posteriormente, a uréia (45% N) foi aplicada sobre a superfície do solo e incorporada manualmente. Em seguida, foi adicionada maravalha com partículas grandes numa camada com espessura de, aproximadamente, 0,5cm, sendo irrigada para diminuir as perdas de N por volatilização. No decorrer do experimento a área de 0,25m<sup>2</sup> foi mantida isenta de ervas daninhas para não afetar a disponibilidade de N às plantas.

O delineamento experimental usado foi blocos casualizados, com três repetições, e cada parcela foi formada por quatro plantas com número igual de ramos produtivos, distribuídas ao longo da fila de plantio. Durante a condução do experimento, as videiras receberam a aplicação de fertilizantes (exceto N), conforme a recomendação da CQFS - RS/SC (2004), de fungicidas e inseticidas, e foram submetidas a três podas verdes.

Na maturação da uva, foram coletados aleatoriamente quatro cachos no centro da planta e quatro na parte externa, os quais foram pesados e determinados o seu comprimento e a sua largura. Em seguida, foi contado o número de bagas em cada cacho, sendo coletadas bagas no topo do cacho, na parte média e inferior, pesadas e reservadas. Logo após, os cachos restantes nas plantas foram colhidos e pesados. Em seguida, as bagas de uva reservadas de cada tratamento foram separadas em duas partes, armazenadas e refrigeradas. Posteriormente, parte das bagas de uva foi amassada e, no mosto, foram determinados os sólidos solúveis totais, com refratômetro digital de bancada com controle de temperatura; o pH, com potenciômetro digital; a acidez total por titulação com NaOH 0,1N, usando o azul de bromotimol como indicador; o ácido tartárico e o ácido málico por cromatografia líquida de alta eficiência (AUGUSTE, 1979); os polifenóis totais em espectrofotômetro UV/VIS, a 280nm; as antocianinas pelo

método de diferença de pH (RIBÉREAU - GAYON & STONESTREET, 1965) e o nitrogênio amoniacal por destilação e titulação (TEDESCO et al., 1995). As bagas de uva da outra parte das amostras foram trituradas e foram determinados os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, segundo metodologia proposta por TEDESCO et al. (1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas equações de regressão, testando-se os modelos linear, quadrático e cúbico pelo teste F, escolhendo-se aquele com significância menor que 5% ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produção de uva e componentes de rendimento mostram que a aplicação de N não aumentou a produção de uva por planta, e por hectare, nem o comprimento e a largura dos cachos (Tabela 1). Entretanto, é importante ressaltar que a produção de uva em todos os tratamentos foi elevada para viníferas Cabernet Sauvignon, conduzidas em sistema de condução espaldeira. A falta de resposta à aplicação de N pode ter ocorrido porque as condições de umidade no solo foram boas e as temperaturas foram amenas durante todos os meses do ano e isso, segundo AGEHARA & WARNCKE (2005), favorece a mineralização da matéria orgânica do solo e a decomposição de resíduos vegetais depositados sobre a superfície do solo nas entrelinhas das videiras, que, neste caso, foram resíduos de plantas de cobertura, de ramos podados e de folhas das videiras. Isso sugere que as quantidades de N disponibilizadas no solo foram suficientes para a produção e para o desenvolvimento das videiras (BRUNETTO, 2004), mesmo em solo com baixo teor de matéria orgânica, 10g kg<sup>-1</sup>. Assim, a observação de DAL BÓ (1992) de que a

diminuição da quantidade de N aplicada na videira deve ser realizada em solos com médio ou alto teor de matéria orgânica, 40-50g kg<sup>-1</sup>, não é condizente com os resultados deste trabalho.

Por outro lado, a aplicação de N aumentou de forma linear o peso das bagas de uva (Tabela 1) e isso pode ser atribuído, em geral, ao aumento da relação polpa/casca da baga, o que está associado à diminuição dos valores de importantes compostos responsáveis pela coloração do mosto e do vinho, entre os quais as antocianinas, como observado na tabela 2 e relatado por KELLER & HRAZDINA (1998) e KELLER et al. (1999).

Os resultados de características químicas do mosto da uva mostram que a aplicação de N não afetou os valores de sólidos solúveis totais (Tabela 2), como reportado por BELL (1991). Por outro lado, as doses de N aumentaram, de forma quadrática, os valores de pH do mosto e de ácido tartárico, e, de forma linear, os valores de acidez total e de ácido málico. Os resultados de ácido málico, de ácido tartárico e da acidez total confirmam os dados encontrados por BERTRAND et al. (1991), KELLER et al. (1998) e KELLER et al. (1999), que atribuem isso ao crescimento vegetativo da parte aérea das videiras, que aumenta o sombreamento no interior das plantas, retardando a maturação da uva e a degradação de ácidos orgânicos na baga. Além disso, estequiometricamente não há relação entre o pH do meio e a acidez, pois, enquanto esta depende da concentração de ácidos no meio, o pH é dependente da capacidade de ionização deles. Assim, quando há predominância de ácidos fortes, o pH é baixo, mas a presença de ácidos fracos gera pH mais alto.

A aplicação de N não alterou os valores de polifenóis totais, porém os valores de antocianinas diminuíram, de forma linear, com o aumento da dose de N (Tabela 2). Os resultados de antocianinas estão de acordo com os obtidos por SMART (1991), KELLER & HRAZDINA (1998) e KELLER (2005), e isso, de acordo

Tabela 1 - Produção de uva e componentes de rendimento da cultivar "Cabernet Sauvignon" submetida à aplicação de nitrogênio no solo.

Dose	Produção de uva		Cacho		Peso de 100 bagas
			Comprimento	Largura	
kg ha <sup>-1</sup> de N	kg planta <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	cm		g
0	12,67 <sup>ns</sup>	18.097 <sup>ns</sup>	15,89 <sup>ns</sup>	7,09 <sup>ns</sup>	156,63 <sup>1</sup>
15	14,28	20.387	15,69	6,88	165,26
30	12,87	18.380	15,75	7,27	160,62
45	12,66	18.073	15,48	7,45	175,35
60	13,18	18.821	15,90	7,16	173,30
85	12,53	17.897	15,48	7,11	174,76
CV %	16,53	16,54	14,48	16,98	10,00

<sup>ns</sup> = não-significativo a 5%; <sup>(1)</sup>  $y = 159,096 + 0,2185x$  ( $r^2 = 0,10$ ).

Tabela 2 - Características químicas do mosto da uva da cultivar "Cabernet Sauvignon" submetida à aplicação de nitrogênio no solo.

Dose	SST	pH	Acidez total	Ac. tartárico	Ac. málico	Polifenóis totais	Antocianinas	N amoniacal
kg ha <sup>-1</sup> de N	°Brix		meq L <sup>-1</sup>		g L <sup>-1</sup>	I 280		mg L <sup>-1</sup>
0	17,2 <sup>ns</sup>	3,78 <sup>1</sup>	42,7 <sup>2</sup>	1,8 <sup>3</sup>	3,9 <sup>4</sup>	19,6 <sup>ns</sup>	64,3 <sup>5</sup>	48,75 <sup>6</sup>
15	17,4	3,94	47,0	2,3	4,5	19,9	55,1	52,50
30	17,9	3,87	52,3	2,7	5,0	20,7	35,3	66,06
45	18,3	3,94	60,0	2,9	5,6	19,9	32,8	78,56
60	17,2	3,85	66,5	2,9	6,1	19,4	28,0	82,44
85	17,5	3,78	72,5	2,9	6,2	20,6	27,5	87,69
CV %	7,12	2,56	14,00	13,70	9,68	9,60	6,85	5,05

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%; <sup>(1)</sup>  $y = 3,809 + 0,0057x - 0,00007x^2$  ( $r^2 = 0,28$ ); <sup>(2)</sup>  $y = 42,309 + 0,3708x$  ( $r^2 = 0,66$ ); <sup>(3)</sup>  $y = 1,867 + 0,0333x - 0,00025x^2$  ( $r^2 = 0,66$ ); <sup>(4)</sup>  $y = 4,109 + 0,0282x$  ( $r^2 = 0,67$ ); <sup>(5)</sup>  $y = 58,049 - 0,4480x$  ( $r^2 = 0,78$ ); <sup>(6)</sup>  $y = 49,539 + 0,5053x$  ( $r^2 = 0,89$ ).

com esses autores, devem-se, primeiramente, à distribuição das antocianinas da baga para os ramos e folhas, que tiveram o seu crescimento estimulado pela aplicação de N. Em segundo lugar, a deficiência de luz no interior das videiras, em geral, reduz a atividade de enzimas que regulam a síntese de compostos fenólicos, entre os quais as antocianinas.

A aplicação de N também aumentou de forma linear os valores de N amoniacal no mosto da uva (Tabela 2), mesma tendência observada na porcentagem de N total na baga da uva (Tabela 3), como encontrado por OUGH et al. (1968) e SPAYD et al. (1994), mostrando que as plantas absorveram o N do fertilizante aplicado, mas que este foi insuficiente para aumentar a produção de uva (Tabela 1). Cabe ressaltar que o aumento de N total na baga e de suas formas no mosto possui correlação positiva e significativa com o crescimento de microrganismos no mosto (MONTEIRO & BISSON, 1991; SPAYD et al., 1995), e isso evita paradas de fermentação.

Os resultados dos nutrientes totais na baga mostram que a aplicação de N aumentou de forma linear

Tabela 3 - Nutrientes totais na baga da uva da cultivar Cabernet Sauvignon submetida à aplicação de nitrogênio no solo.

Dose	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
kg ha <sup>-1</sup> de N			%		
0	0,87 <sup>1</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>2</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
15	0,90	0,05	0,41	0,01	0,01
30	0,93	0,05	0,42	0,01	0,01
45	0,98	0,04	0,44	0,02	0,01
60	1,02	0,04	0,42	0,01	0,01
85	1,06	0,05	0,39	0,01	0,01
CV%	11,39	22,98	11,45	20,66	21,77

<sup>ns</sup> = não significativo a 5%; <sup>(1)</sup>  $y = 0,8714 + 0,0024x$  ( $r^2 = 0,28$ ); <sup>(2)</sup>  $y = 0,383 + 0,0021x - 0,0002x^2$  ( $r^2 = 0,15$ ).

a porcentagem de N total e de forma quadrática o potássio (Tabela 3). Isso pode ser atribuído ao fato de que, com a hidrólise do grânulo de uréia, ocorre a formação de amônia (NH<sub>3</sub>), a qual, não sendo volatilizada, reage com moléculas de água, originando amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e hidroxilas (OH<sup>-</sup>), aumentando o pH do sítio. O NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, quando nitrificado, origina moléculas de nitrato, de hidrogênio e de água. O íons hidrogênio diminuem o pH do sítio e, quando adsorvidos aos colóides do solo, liberam cátions correspondentes para a solução do solo, entre eles o potássio. Este é absorvido pelas videiras e distribuído para as partes em crescimento, entre as quais a baga de uva, que, em virtude do aumento do peso com a dose de N (Tabela 1), favoreceu a acumulação de potássio. Convém relatar que o aumento do potássio na baga de uva e, posteriormente, no mosto, potencializa a formação de bitartrato de potássio no vinho, depreciando a sua qualidade química, como relatado por MPELASOKA et al. (2003), em ampla revisão sobre o assunto.

## CONCLUSÕES

A aplicação de nitrogênio em viníferas Cabernet Sauvignon não afetou a produção de uva e os componentes de rendimento.

A aplicação de doses crescentes de N em viníferas Cabernet Sauvignon, de forma destacada, aumentou no mosto os valores de acidez total e N amoniacal e diminuiu os valores de antocianinas e, na baga de uva, aumentou a porcentagem do total de N e K.

## APRESENTAÇÃO E AGRADECIMENTOS

Parte do trabalho de Tese de Doutorado do primeiro autor. Trabalho realizado com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Embrapa Uva e Vinho.

À Empresa Pernod Ricard Brasil/Almadén, por disponibilizar os vinhedos comerciais para a instalação do experimento. Aos bolsistas de Iniciação Científica Éder Efraim Trentin, Eduardo Giroto, Renan Costa Beber Vieira e Jaqueline Cristine Adorna (UFSM), pelo auxílio na execução do experimento. Aos funcionários do Laboratório de Análise de Solo e Tecido e de Enoquímica da Embrapa Uva e Vinho, pelo auxílio nas análises laboratoriais. Ao CNPq, pela concessão de bolsa aos pesquisadores Brunetto e Ceretta. À Embrapa, pela concessão de bolsa ao pesquisador Furlanetto.

## REFERÊNCIAS

- AGEHARA, S.; WARNCKE, D.D. Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.69, p.1844-1855, 2005.
- AUGUSTE, M.H. **Application de la chromatographie en phase liquide à haute pression à l'analyse des moûts et des vins**. 1979. 135f. Tese (Doutorado em Enologia-Ampelologia) - Université de Bordeaux II.
- BELL, J.S. The effect of nitrogen fertilization on growth, yield, and juice composition of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon grapevines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington. **Proceeding...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p.206-210.
- BELL, S.J.; ROBSON, A. Effect of nitrogen fertilization on growth, canopy density, and yield of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.50, p.351-358, 1999.
- BERTRAND, A. et al. Effects of nitrogen fertilization and grafting on the composition of must and wine from Merlot grapes, particularly on the presence of ethyl carbamate. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington. **Proceeding...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p.215-220.
- BRUNETTO, G. **Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado em plantas de videira**. 2004. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.
- DAL BÓ, M.A. Efeito da adubação NPK na produção, qualidade da uva e nos teores foliares de nutrientes da videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, p.189-194, 1992.
- EMBRAPA - CNPS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília. EMBRAPA. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- GOLDSPINK, B.; GORDON, C. Response of *Vitis vinifera* cv. Sauvignon blanc grapevines to timed applications of nitrogen fertilizers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington. **Proceeding...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p.255-258.
- KELLER, M. et al. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. I. Effects on grapevine growth, fruit development, and ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.49, p.333-340, 1998.
- KELLER, M.; HRAZDINA, G. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.49, p.341-349, 1998.
- KELLER, M. et al. Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v.5, p.45-55, 1999.
- KELLER, M. **Nitrogen - Friend or foe of wine quality**. Capturado em 22 nov. 2005. Online. Disponível na Internet <http://www.practicalwinery.com/SeptOct05/septoct05p24.htm>.
- MONTEIRO, F.F.; BISSON, L.F. Biological assay of nitrogen content of grape juice and prediction of sluggish fermentations. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.42, p.47-57, 1991.
- MPELASOKA, B.S. et al. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v.9, p.154-168, 2003.
- OUGH, C.S. et al. Rootstock-scion interactions concerning winemaking. I. Juice composition changes and effects on fermentation rate with St George and 99-R rootstocks at two nitrogen fertilizer levels. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.19, p.213-227, 1968.
- RIBÉREAU - GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans les vins rouges. **Bulletin de la Société Chimique de France**, Paris, v.9, n.419, p.2649-2652, 1965.
- SMART, R.E. Canopy microclimate implications for nitrogen effects on yield and quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Washington. **Proceeding...** Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p.90-101.
- SPAYD, S.E. et al. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes in Washington. Must and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.45, p.34-42, 1994.
- SPAYD, S.E. et al. Yeast growth in riesling juice as affected by vineyard nitrogen fertilization. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.46, p.49-55, 1995.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS/FA/DS, 1995. 174p.