

# DESTINO DO NITROGÊNIO EM VIDEIRAS 'CHARDONNAY' E 'RIESLING RENANO' QUANDO APLICADO NO INCHAMENTO DAS GEMAS<sup>1</sup>

GUSTAVO BRUNETTO<sup>2</sup>, JOÃO KAMINSKI<sup>3</sup>, GEORGE WELLINGTON DE MELO<sup>4</sup>,  
FERNANDO BRUNNING<sup>5</sup>, FÁBIO JOEL KOCHER MALLMANN<sup>5</sup>

**RESUMO** - No Rio Grande do Sul, o teor de N na folha inteira ou pecíolo e a expectativa de produção têm sido usados tanto para a tomada de decisão quanto no estabelecimento da dose de N a ser aplicada na cultura da videira. Entretanto, se carece de conhecimentos sobre a utilização, a distribuição e a acumulação na planta do N aplicado. O presente trabalho objetivou estimar o destino do N em videiras produtivas quando aplicado na época do inchamento das gemas. O experimento foi conduzido na safra 2002-2003 em um vinhedo de viníferas, cvs. Chardonnay e Riesling Renano, na Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves - RS, sobre um Neossolo Litólico. As videiras receberam a aplicação de 15,91 g N planta<sup>-1</sup> no inchamento das gemas, correspondendo a 40 kg N ha<sup>-1</sup>, enriquecido com 4% de átomos <sup>15</sup>N em excesso. Foram coletadas gemas brotadas e folhas na parte central do ramo emitido no ano, em oito épocas na cv. Chardonnay e sete épocas na cv. Riesling Renano. Na última coleta das folhas, as videiras foram cortadas e separadas em cachos, folhas, ramos do ano, ramos dos anos anteriores e caule. Foram secadas, determinada a produção de matéria seca e os teores de N total e <sup>15</sup>N. Os resultados mostraram que a maior porcentagem de N nas folhas das videiras, cvs. Chardonnay e Riesling Renano, na brotação até a colheita da uva, é derivada de formas diferentes de N aplicado no inchamento das gemas. Na colheita da uva, a maior quantidade do N acumulado nas partes anuais e perenes das videiras é derivada do N do solo, sendo muito pequenas as quantidades de N aplicado no inchamento das gemas armazenado nas partes perenes.

**Termos de Indexação:** Adubação nitrogenada, absorção N, distribuição N, isótopo <sup>15</sup>N, videira.

## NITROGEN DESTINY IN 'CHARDONNAY' AND 'RIESLING RENANO' GRAPEVINES, WHEN APPLIED IN BUD BREAK

**ABSTRACT** - The grapevines N fertilization levels in Southern Brazil use to be accounted as function of N leaf and leaf petioles rates for a limit yield expectation, without any information about the inner N dynamics in the grapevines. This experiment was carried out in 2002/03, to estimate the N destiny as N broadcasted on the vineyard soil with Chardonnay and Riesling Renano grapevines, at a Udorthent soil in, Bento Gonçalves, Southern Brazil. The vines received the application of 15.91 g N plant<sup>-1</sup>, 40 kg N ha<sup>-1</sup>, with 4% atoms <sup>15</sup>N, in bud break. The buds and leaves were collected in the central parts of the year branch eight different times in the Chardonnay grapes and seven times in the Riesling Renano grapes. The grapevines in the last collection of the leaves were separated in leaves, fruits, year branches, branches with two years and stem, and then were oven-dried, weighted and analyzed total N and <sup>15</sup>N contents. The results showed that the larger percentage of N in the leaves of the Chardonnay and the Riesling Renano grapevines, since the beginning of the bud break until harvest is derived of different forms of N from those applied in the bud break. The highest quantity of N accumulated in the annual and perennial part of the grapevines is derived of the soil N, being very small the amounts of N applied in the bud break stored in the perennial parts.

**Index terms:** N fertilization, N uptake, N distribution, <sup>15</sup>N isotope, grapevine.

## INTRODUÇÃO

A videira apresenta características particulares de absorção, acumulação e utilização de nutrientes. Normalmente, absorvem e acumulam nutrientes para utilizá-los no ciclo seguinte, o que lhe confere um caráter bienal de produção, se o solo não tiver capacidade de suprimento para repô-los durante o ciclo vegetativo-produtivo. Dentre os nutrientes, o N afeta o crescimento vegetativo da videira, a produção e a qualidade da uva, conseqüentemente, do vinho, quer por subdose, quer por excesso. Assim, seu uso deve ser realizado com prudência.

A aplicação de N na cultura da videira é necessária quando o solo não o possui em quantidades suficientes para suprir a demanda das plantas. Este é preferencialmente absorvido do solo na forma mineral, nitrato e amônio (Roubelakis-Angelakis & Kliewer, 1992). No interior da planta, é incorporado às estruturas carbonadas, redistribuído para os pontos de crescimento (Glad et al., 1994) e acumulado na forma de compostos nitrogenados nos órgãos perenes (Zapata et al., 2004), sendo, então, mobilizado e redistribuído para

os órgãos anuais no próximo ciclo vegetativo-produtivo (Conradie, 1990). Assim, a quantidade de N absorvido pelas videiras deve ser suficiente para suprir as demandas fisiológicas e a formação de reservas nitrogenadas.

No Estado do Rio Grande do Sul, a videira, em geral, é cultivada em regiões fisiográficas que apresentam temperaturas amenas de inverno e outono, favorecendo a mineralização da matéria orgânica do solo e a decomposição de resíduos culturais. Isso, aliado ao hábito perene da videira, favorece a absorção de N do solo o ano todo, com maior intensidade no inchamento das gemas, brotação e floração. A aplicação deste nutriente nestes períodos de desenvolvimento vegetativo pode aumentar as quantidades de N absorvidas e diminuir as perdas para o ambiente (Conradie, 1980; Peacock et al., 1989).

As recomendações de adubação nitrogenada para a videira neste Estado foram baseadas em conhecimentos empíricos dos vitivinicultores, em informações de literatura e em um pequeno número de experimentos. Atualmente, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-

<sup>1</sup> (Trabalho 208-2005). Recebido: 16-12-2005. Aceito para publicação: 25-08-2006. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Trabalho realizado com recursos parciais da Embrapa Uva e Vinho.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência do Solo, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista do CNPq-Brasil. UFSM, Centro de Ciências Rurais (CCR), Dep. de Solos, Caixa Postal 221, Cep: 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: gustavobrunetto@hotmail.com (autor para correspondência).

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor colaborador do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho.

<sup>5</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

RS/SC, 2004) estabelece doses de N a partir do seu teor na folha inteira ou pecíolo e na expectativa de produtividade, recomendando a aplicação parcelada durante o ciclo vegetativo-produtivo. Entretanto, estudos na região Sul do Brasil com espécies frutíferas, entre as quais a videira, cultivadas em solos com alto teor de matéria orgânica do solo, indicam que o suprimento de N nativo do solo é suficiente para a manutenção de produtividades satisfatórias e bom vigor das plantas (Basso & Suzuki, 1992; Dal Bó, 1992; Ernani & Dias, 1999). Além disso, as atuais recomendações de N não consideram informações sobre a distribuição e as quantidades de N acumuladas nas partes perenes das videiras, que podem ser mobilizadas, redistribuídas e usadas pelos pontos de crescimento no próximo ciclo vegetativo-produtivo.

Nos estudos de absorção, translocação e acumulação de N em videira, os isótopos de <sup>15</sup>N têm sido usados como marcador, porque permitem acompanhar com precisão a quantidade de N do fertilizante recuperada e sua distribuição na planta (Conradie, 1990; Glad et al., 1994; Brunetto, 2004). O presente trabalho objetivou estimar o destino do N em videiras produtivas quando aplicado no inchamento das gemas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Uva e Vinho, no município de Bento Gonçalves - RS, safra 2002-2003. O experimento foi instalado em um vinhedo de viníferas, cvs. Chardonnay e Riesling Renano, enxertadas sobre o porta-enxerto R 99. Estas foram plantadas no ano de 1986, na densidade de 2.666 plantas por hectare, espaçamento 1,5m x 2,5m e conduzidas em espaldeira. O solo do experimento foi um Neossolo Litólico (Embrapa, 1999) com os seguintes atributos: argila 343g kg<sup>-1</sup>; silte 357g kg<sup>-1</sup>; areia 300g kg<sup>-1</sup>; matéria orgânica 26g kg<sup>-1</sup>; pH em água 5,8; Índice SMP 5,9; Ca trocável 91,9mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg trocável 19,8mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al trocável 0,0mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P disponível (Mehlich-1) 30,6mg dm<sup>-3</sup>, e K trocável 4,0mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

A aplicação do N foi realizada no inchamento das gemas, 15,91g N planta<sup>-1</sup>, correspondendo a 40kg N ha<sup>-1</sup>, enriquecido com 4% de átomos <sup>15</sup>N em excesso. A fonte de N foi o sulfato de amônio, aplicado sobre a superfície do solo, com incorporação manual, na projeção da copa das plantas. Como a cobertura vegetal pode afetar a disponibilidade de N total e <sup>15</sup>N, a projeção da copa das videiras foi mantida isenta de inços.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis repetições e três plantas por parcela, distribuídas ao longo da linha de plantio. Foram coletadas gemas brotadas e folhas na parte central do ramo emitido no ano, no período que variou entre o início da brotação e a maturação da uva das cvs. Chardonnay e Riesling Renano. Na cv. Chardonnay, os tratamentos foram as coletas realizadas no início da brotação e aos 20; 40; 65; 80; 108; 125 e 133 dias após o início da brotação (DAIB). Na cv. Riesling Renano, os tratamentos foram as coletas efetuadas no início da brotação e aos 21; 46; 61; 89; 106 e 114 DAIB. Na última coleta das folhas, Chardonnay aos 133 DAIB e Riesling Renano aos 114 DAIB, as videiras foram cortadas e separadas em cachos, folhas, ramos do ano, ramos dos anos anteriores e caule.

Na maturação da uva, os cachos foram colhidos e pesados. Em seguida, foram amostradas bagas da parte superior, mediana e inferior do cacho, separadas em casca+polpa e sementes e secadas em estufa a vácuo a 80°C e pressão de 20kPa. As demais bagas dos cachos foram descartadas e as ráquis armazenadas. As folhas de todas as épocas de coleta, as ráquis, os ramos do ano, os ramos dos anos anteriores e o caule foram secados em estufa a 65°C. Posteriormente, foi determinada a produção de matéria seca destas partes da planta. Em seguida, as amostras de casca+polpa, sementes, folhas, ráquis, ramos do ano, ramos dos anos anteriores e caule foram moídas, maceradas em gral de pedra ágata e preparadas para

as análises de N total e <sup>15</sup>N por espectrometria de massa, em espectrômetro de massa Finnigan MAT, modelo Delta Plus, na Embrapa Agrobiologia, em Seropédica - RJ. Calculou-se o nitrogênio derivado do fertilizante (Ndff) em porcentagem e em mg segundo a IAEA (1983), conforme exposto nas equações 1 e 2;

$$Ndff(\%) = \frac{\% \text{átomos } ^{15}\text{N} \text{ excesso na amostra}}{\% \text{átomos } ^{15}\text{N} \text{ excesso no fertilizante}} \times 100 \quad (1)$$

$$Ndff \text{ (mg)} = N \text{ total (mg)} \times \frac{\% \text{átomos } ^{15}\text{N} \text{ excesso na amostra}}{\% \text{átomos } ^{15}\text{N} \text{ excesso no fertilizante}} \quad (2)$$

Os resultados obtidos de N total, átomos <sup>15</sup>N e Ndff nas folhas das videiras, em diferentes épocas de coleta, foram submetidos à análise de variância e ajustadas equações de regressão. Os dados de matéria seca, N total, átomos <sup>15</sup>N, Ndff e nitrogênio derivado do solo (Ndffs), em diferentes partes das videiras, na última época de coleta das folhas, foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias DMS, tomando como base os níveis de significância maiores que 95%.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que, nas videiras da cv. Chardonnay, no início da brotação das gemas, foram encontrados 3,75% N total e 0,09% de Ndff. Aos 65 DAIB, as folhas apresentavam 2,21% N total e 1,16% de Ndff. Na última época de coleta das folhas, 133 DAIB, as porcentagens de Ndff foram maiores que os valores encontrados nas demais coletas. Na cultivar Riesling Renano, no início da brotação das gemas, foram encontrados 3,64% N total e 1,19% de Ndff. Aos 61 DAIB, as porcentagens de N total e Ndff foram de 2,42 e 2,12, respectivamente. Aos 114 DAIB, as folhas apresentavam 2,09% N total e 0,96% de Ndff (Tabela 1). Cabe destacar que as porcentagens de N total, átomos <sup>15</sup>N e Ndff, nas cvs. Chardonnay e Riesling Renano, aumentaram de forma quadrática com as épocas de coleta (Tabela 1). Com base nos dados isotópicos e de N total das folhas, verifica-se que, apesar da baixa atividade fotossintética no início da brotação das gemas, as videiras absorveram N do fertilizante. Também, os resultados mostram que as videiras absorvem N do fertilizante durante todos os estádios fenológicos, mas a maior porcentagem de N nas folhas é derivada de outras fontes, tanto do solo quanto das reservas internas de N na planta, não ultrapassando a 2,2% a participação do fertilizante. Mesmo que o solo apresente 26g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, o que o coloca na faixa média para suprimento de N, ele apresenta suficiente capacidade de suprimento para ambas as variedades de videira estudadas.

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que, na cv. Chardonnay, o caule apresentou a maior produção de matéria seca, seguido pelos ramos do ano, folhas e ramos dos anos anteriores. Na quantidade de N total acumulada, essa ordem não foi seguida, sendo nas folhas encontrada a maior quantidade de N, seguidas do caule, ramos do ano e ramos do ano anterior. Também, verifica-se que os componentes do cacho, ráquis, casca+polpa e sementes apresentaram maior porcentagem de átomos de <sup>15</sup>N e Ndff, comparativamente às folhas, ramos do ano, ramos do ano anterior e caule. Estes dados indicam que o cacho e as folhas comportam-se como dreno de N durante o ciclo vegetativo-produtivo da videira, até a colheita da uva, por causa do aumento da massa dos cachos e da matéria seca das folhas, concordando com os dados obtidos por Conradie (1990). Deve-se destacar que, em todas as partes das videiras avaliadas, a porcentagem de Ndffs (nitrogênio derivado do solo) foi em média maior que 98%. Isso indica que a maior quantidade de N encontrada na cv. Chardonnay, na colheita da uva, foi derivada de formas diferentes daquelas do N aplicado no inchamento das

**TABELA 1** - Nitrogênio total, átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso e nitrogênio derivado do fertilizante (Ndff) nas folhas das videiras, cvs. Chardonnay e Riesling Renano, em diferentes épocas de coleta, 2003.

Variável	Época de coleta								Equação de regressão	R <sup>2</sup>
	IB <sup>(1)</sup>	20 <sup>(2)</sup>	40	65	80	108	125	133		
Chardonnay										
%										
N total	3,75	2,75	2,59	2,21	2,19	2,02	2,11	2,25	$y = 3,592 - 0,0325 x + 0,00016 x^2$	0,82*
Átomos $^{15}\text{N}$	0,0035	0,0189	0,0469	0,0464	0,0623	0,0659	0,0657	0,0874	$y = 0,005 + 0,0008 x - 0,000002 x^2$	0,87*
Ndff	0,09	0,47	1,17	1,16	1,56	1,65	1,65	2,18	$y = 0,132 + 0,2205 x - 0,00006 x^2$	0,87*
	IB	21	46	61	89	106	114	-		
Riesling Renano										
N total	3,64	3,09	2,41	2,42	2,33	2,52	2,09	-	$y = 3,549 - 0,0268 x + 0,00013 x^2$	0,81*
Átomos $^{15}\text{N}$	0,0475	0,0657	0,0770	0,0848	0,0898	0,0853	0,0383	-	$y = 0,043 + 0,0014 x - 0,00001 x^2$	0,74*
Ndff	1,19	1,64	1,93	2,12	2,24	2,13	0,96	-	$y = 1,085 + 0,0354 x - 0,00027 x^2$	0,74*

<sup>(1)</sup>Início da brotação; <sup>(2)</sup>Dias após o início da brotação; \* = significativo a 5% de erro.

**TABELA 2** - Matéria seca, nitrogênio total, átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso, nitrogênio derivado do fertilizante (Ndff) e nitrogênio derivado do solo (Ndfs) em diferentes partes das videiras, cvs. Chardonnay e Riesling Renano, na maturação da uva, 2003.

Parte da planta	Matéria seca	N total	Átomos $^{15}\text{N}$	Ndff	Ndfs <sup>(4)</sup>
	g planta <sup>-1</sup>	mg planta <sup>-1</sup>	%	%	mg
Chardonnay					
Cacho <sup>(2)</sup>					
Ráquis	-	-	0,0448	1,12	-
Casca+polpa	-	-	0,0514	1,29	-
Sementes	-	-	0,0566	1,41	-
Folhas	389,69	8272,50	0,0383	0,96	79,12
Ramos do ano	496,54	2700,80	0,0415	1,04	28,33
Ramos dos anos anteriores	75,35	319,30	0,0315	0,79	2,53
Caule	2093,10	6202,20	0,0188	0,47	28,79
Total	3054,68	17494,80	-	-	138,77
DMS <sup>(1)</sup>	164,26	1011,90	0,0062	0,16	8,45
CV,%	11,42	12,29	8,77	8,83	12,93
Riesling Renano					
Cacho <sup>(3)</sup>					
Ráquis	-	-	0,0796	1,99	-
Casca+polpa	-	-	0,0729	1,82	-
Sementes	-	-	0,0521	1,30	-
Folhas	258,53	5803,30	0,0874	2,18	126,19
Ramos do ano	295,82	1861,10	0,0631	1,58	29,45
Ramos dos anos anteriores	29,20	147,60	0,0533	1,33	1,98
Caule	1295,15	4812,20	0,0362	0,91	42,98
Total	1878,70	12624,20	-	-	200,60
DMS	160,56	1153,30	0,0146	0,36	16,49
CV,%	18,16	19,41	13,13	13,08	17,47

<sup>(1)</sup>Médias na coluna com diferenças menores que o DMS não diferem entre si pelo teste DMS ( $\alpha = 0,05$ ); <sup>(2)</sup>Produção média de 1,88 kg uva planta<sup>-1</sup>; <sup>(3)</sup>Produção média de 1,31 kg uva planta<sup>-1</sup>; <sup>(4)</sup> $Ndfs(\%) = 100 - Ndff$ .

gemas, confirmando a capacidade de suprimento do solo.

Os resultados obtidos nas videiras da cv. Riesling Renano (Tabela 2) mostram que a acumulação de matéria seca teve comportamento semelhante ao encontrado na cv. Chardonnay. As maiores quantidades de N total foram verificadas nas folhas e caule. Os componentes do cacho, ráquis, casca+polpa e sementes, e as folhas, apresentaram as maiores porcentagens de átomos de  $^{15}\text{N}$  ou Ndff. Estes dados mostram que as folhas acumularam as maiores quantidades de N do fertilizante, como também ocorreu na cv. Chardonnay, mas de qualquer modo, pouco ultrapassou de 2%, ou 98% do N nas partes das videiras, foi Ndfs, similarmemente ao

encontrado na cv. Chardonnay.

A baixa recuperação do N aplicado no inchamento das gemas pelas cvs. Chardonnay e Riesling Renano pode estar associada a duas situações. Primeiro, o solo apresenta teores de N suficientes para o desenvolvimento da cultura, por causa da dinâmica da matéria orgânica nas condições do clima da Serra Gaúcha, embora Dal Bó (1992) indique 40-50g kg<sup>-1</sup> como teor de matéria orgânica que permita diminuir as doses de N e este solo apresenta 26g kg<sup>-1</sup>. Da mesma maneira, Basso & Suzuki (1992) e Ernani & Dias (1999) relataram que em solos da região Sul do Brasil cultivados com macieira, a matéria orgânica do solo fornece todo o N necessário para a produção e o

desenvolvimento das plantas, sendo a adubação nitrogenada desnecessária nestas condições. Assim, embora neste experimento o teor de matéria orgânica do solo tenha sido 26g kg<sup>-1</sup>, os dados mostram claramente que o N do solo foi suficiente para suprir a demanda das videiras, sendo de pouca importância o N aplicado na forma de fertilizante no inchamento das gemas. Porém, a adubação nitrogenada anual para a videira, baseada na quantidade de N exportada pelos cachos (CQFS-RS/SC, 2004), é uma prática adequada, porque evita a redução do teor deste nutriente no solo. Segundo, a aplicação do fertilizante ocorreu em uma única época, pois Conradie (1980, 2001) relatou que a aplicação parcelada do N, antecedendo os períodos de maior demanda deste nutriente, proporciona maiores quantidades de N acumulado nas videiras.

Os resultados de acumulação de N total e de N do fertilizante em diferentes partes das videiras indicam que as partes anuais, folhas, componentes do cacho e ramos do ano demandaram as maiores porcentagens e quantidades de N, comparativamente às partes perenes, caule e ramos dos anos anteriores, como observado por Conradie (1990). De acordo com Brunetto (2004) e Brunetto et al. (2005), o caule e os ramos dos anos anteriores se comportam principalmente como fluxo de passagem do N para outras partes da videira.

### CONCLUSÕES

1) A maior porcentagem de nitrogênio nas folhas das videiras, cvs. Chardonnay e Riesling Renano, no período do início da brotação até a colheita da uva, é derivada de formas diferentes do N aplicado no inchamento das gemas.

2) A maior parte do N acumulado nas partes anuais e perenes das videiras, cvs. Chardonnay e Riesling Renano na colheita da uva é derivada do nitrogênio do solo, sendo muito pequena a quantidade do nitrogênio aplicado no inchamento das gemas armazenada nas partes perenes.

### AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Danilo Rheinheimer dos Santos (UFSM) e ao professor Dr. Luciano Colpo Gatiboni (UDESC, Câmpus Chapecó), pelas discussões e sugestões sobre o tema estudado. Ao pesquisador Dr. Segundo Urquiaga (Embrapa Agrobiologia), pelas análises isotópicas de <sup>15</sup>N. Aos bolsistas Anderson de César e Alencar Schäfer Júnior (Embrapa Uva e Vinho), pelo auxílio na execução do experimento.

### REFERÊNCIAS

BASSO, C.; SUZUKI, A. Resposta da macieira cv. Golden Delicious à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 223-227, 1992.

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, Santa Maria, 2004.

BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. B.; GATIBONI, L. C. & URQUIAGA, S. Absorção e redistribuição do nitrogênio aplicado via foliar em videiras jovens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-114, 2005.

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. 400 p.

CONRADIE, W. J. Seasonal uptake of nutrients by Chenin blanc in sand culture: I. Nitrogen. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 1, p. 59-65, 1980.

CONRADIE, W. J. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 41, p. 241-250, 1990.

CONRADIE, W. J. Timing of nitrogen fertilization and the effect of poultry manure on the performance of grapevines on sandy soil. I. Soil analysis, grape yield and vegetative growth. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 22, p. 53-59, 2001.

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. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA-CPNS, 1999. 412 p.

ERNANI, P.R.; DIAS, J. Soil nitrogen application in the spring did not increase apple yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.645-649, 1999.

GLAD, C.; FARINEAU, J.; REGNARD, J.-L. & MOROT-GAUDRY, J.-L. The relative contribution of nitrogen originating from two seasonal <sup>15</sup>N supplies to the total nitrogen pool present in the bleeding sap and in whole *Vitis vinifera* cv. Pinot noir grapevines at bloom time. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 45, p. 327-332, 1994.

IAEA - International Atomic Energy Agency. **A guide to the use of nitrogen-15 and radioisotopes in studies of plant nutrition: calculations and interpretation of date**. Vienna, 1983.

PEACOCK, W.L.; CHRISTENSEN, L.P.; BROADBENT, F.E. Uptake, storage, and utilization of soil-applied nitrogen by Thompson Seedless as affected by time of application. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 40, p. 16-20, 1989.

ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A.; KLIEWER, W. M. Nitrogen metabolism in grapevine. **Horticultural Reviews**, Hoboken, v. 4, p.408-452, 1992.

ZAPATA, C.; DELÉENS, E.; CHAILLOU, S.; MAGNÉ, C. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Plant Physiology**, United Kingdom, v.161, p.1031-1040, 2004.