

MINERAIS DE VITIS VINIFERA CULTIVADAS NA FRONTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL*

MINERALS OF VITIS VINIFERA GROWING IN THE BORDER REGION OF RIO GRANDE DO SUL

Neidi Garcia Penna** Carlos Eugenio Daudt*** Edgar Cesar Durante****

RESUMO

Vitis vinifera Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay e Sauvignon Blanc foram analisadas durante oito (8) anos, com o objetivo de quantificar Nitrogênio(N), Fósforo(P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Sódio (Na), Manganês (Mn), Boro (Bo) e Zinco(Zn) nos pecíolos. As amostras peciolares foram secas numa estufa com circulação de ar a aproximadamente 70°C e moídas. Nitrogênio foi determinado pelo método microkjeldahl, Fósforo por colorimetria, Potássio e Sódio por emissão de chama, Cálcio, Magnésio, Ferro, Cobre, Manganês e Zinco por espectrometria de absorção atômica e Boro por colorimetria usando curcumi-na como derivatizante. Valores médios dos oito (8) anos encontrados na matéria seca (MS) foram para Cabernet Sauvignon (g/100g): 1,59N, 0,76P, 3,28K, 0,93Ca, 0,28Mg e em mg/100g: 11,52Fe, 4,18Cu, 85,08Na, 70,17Mn, 2,07B e 13,97Zn; para Pinot Chardonnay (g/100g): 1,26N, 0,47P, 3,20K, 0,82Ca, 0,31Mg e em mg/100g: 15,25Fe, 3,25Cu, 63,73Na, 42,91Mn, 2,08B e 11,13Zn; para Sauvignon Blanc (g/100g): 1,51N, 0,49P, 2,29K, 0,79Ca, 0,32Mg e em mg/100g: 16,01Fe, 5,91Cu, 76,02Na, 70,61Mn, 1,91B e 11,9Zn.

Palavras-chave: minerais, nitrogênio, pecíolo, videiras

SUMMARY

Petioles of **Vitis vinifera** Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay and Sauvignon Blanc were analyzed during eight (8) years for Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Iron (Fe), Copper (Cu), Sodium (Na), Manganese (Mn), Boron (Bo) and Zinc (Zn). Petioles were first dried in a forced air-draft oven at approximately 70°C for 48 hours, then

ground and analyzed. Nitrogen was analyzed using microkjeldahl, P by colorimetric method, K and Na by flame emission, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn by atomic absorption spectrometry and B by a colorimetric method using curcumin as a derivatizing agent. Average values for the eight years (8) found in the dry matter (DM) were for Cabernet Sauvignon (g/100g): 1.59N, 0.76P, 3.28K, 0.93Ca and 0.28Mg and as mg/100g: 11.52Fe, 4.18Cu, 85.08Na, 70.17Mn, 2.07B and 13.97Zn; for Pinot Chardonnay (g/100g): 1.26N, 0.47P, 3.20K, 0.82Ca, 0.31Mg and as mg/100g: 15.25Fe, 3.25Cu, 63.73Na, 42.91Mn, 2.08B and 11.13Zn; for Sauvignon Blanc (g/100g): 1.51N, 0.49P, 2.29K, 0.79Ca, 0.32Mg and as mg/100g: 16.01Fe, 5.91Cu, 76.02Na, 70.61Mn, 1.91B and 11.9Zn.

Key words: minerals, petiole, nitrogen, vines

INTRODUÇÃO

Além de Carbono, Hidrogênio e Oxigênio, a planta necessita de outros elementos minerais como, por exemplo, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Boro, Ferro, Manganês, Zinco, Cobre e Sódio.

Os vegetais obtêm Nitrogênio do solo como nitrato, o qual reduzem para formar amônia, aminoácidos e outros produtos. Esses são incorporados para formar componentes celulares nitrogenados, como as proteínas. Dessa maneira, a quantidade de Nitrogênio na videira varia com as condições do solo (STOEV et al, 1980). As quantidades de Nitrogênio no solo tem influência na qualidade dos vinhos obtidos (DAUDT et al, 1975, OUGH & LEE, 1981). Segundo CATALINA et al (1982), o conteúdo de Fósforo aumenta durante o período de maturação da uva, fato que serve de orientação para a época e quantidades de fertilizantes a adicionar.

Já Potássio, necessário para o transporte dos carboidratos produzidos na folha para outros órgãos,

* Trabalho apresentado no IV Encontro Regional Sul de Ciência e Tecnologia de Alimentos - 29 de julho a 1º de agosto de 1991 - Porto Alegre - RS

** Farmacêutico - Bioquímico, Professor Assistente, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97119-900 Santa Maria, RS.

*** Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, DTCA, UFSM.

**** Farmacêutico - Bioquímico, Professor Adjunto, DTCA, UFSM.

apresenta-se, às vezes, deficiente nos solos arenosos da fronteira. Segundo SHARDAKOV & SHARDAKOVA (1984), a fertilização com Potássio aumenta o conteúdo de açúcar nas uvas e os vinhos produzidos possuem um melhor aroma. Segundo MALAVOLTA (1979), altas concentrações de Potássio no solo inibem a absorção do Magnésio a ponto de causar deficiência. WINKLER et al (1974) afirmaram também que uma abundância de Potássio no solo reduz a retirada de Magnésio.

Magnésio é absorvido do solo como Mg^{++} . Por outro lado, o Magnésio é essencial para a absorção do Fósforo.

A acumulação de Cálcio nas diferentes variedades de uva, varia com o tipo de solo (ZINCHENKO et al, 1985). Em solos calcáreos ou onde foram feitas aplicações de carbonatos de cálcio (calagem), a concentração de Cálcio é alta, o pH pode ser elevado e a disponibilidade de nutrientes é boa. Já em solos ácidos, onde os valores de pH são muito baixos, a concentração de Cálcio é baixa e a disponibilidade de nutrientes é prejudicada (GARCIA, 1987, DAUDT et al, 1987).

Uma deficiência de Boro provoca menor germinação do grão de pólen e diminuição no crescimento do tubo polínico ocasionando a não formação do fruto ou formação de frutos muito pequenos e/ou apirênicos.

As plantas absorvem Ferro do solo na forma ferrosa. Nos solos ácidos pode haver falta de Ferro na planta induzida por excesso de Manganês presente no meio, o qual inibe a absorção do Ferro pois oxida o Fe^{++} a Fe^{+++} , sendo este fisiologicamente inativo.

O Cobre é tóxico para as plantas, exceto em concentrações muito pequenas; também em pequenas quantidades auxilia a fermentação (AMERINE, et al, 1972), sendo um fator de crescimento para as leveduras. Aplicações excessivas de calda bordalesa podem ocasionar indesejável aumento de Cobre, conforme DAL PIVA (1989).

FREGONI & BAVARESCO (1984) concluíram que o conteúdo de Manganês é mais alto em solos com pH baixo. No mosto, a quantidade de Manganês presente depende normalmente da região em que a videira é cultivada, ou seja, da origem da uva. Em regiões com solos contendo altas concentrações de Manganês, mostos e vinhos possuem quantidades particularmente altas deste mineral (DAUDT et al, 1987, GARCIA, 1987). OGINO et al (1981) fizeram a determinação do conteúdo de Manganês em mostos provenientes de uvas que sofreram ou não o tratamento com sulfato de Manganês. As quantidades de Manganês encontradas foram de 1,0-1,7 e 0,3-0,4mg/l para uvas tratadas e não tratadas, respectivamente. DAUDT & DAL PIVA (1982), estudaram o efeito de Dithane M-45 no aumento das quantidades de Manganês nos vinhos, concluindo que há um aumento deste mineral nos vinhos quando provenientes de uvas tratadas com excesso do fungicida ou tratadas em épocas mais tardias que as recomendadas.

Zinco é absorvido como Zn^{++} e altas concentrações de fosfato no substrato diminuem a quantidade absorvida; sua deficiência pode ocasionar, dependendo da cultivar de uva, cachos falhos e principalmente grãos completamente desuniformes em tamanho e desenvolvimento (WINKLER et al, 1974).

O conteúdo de Sódio em vinhos é maior em vinhedos cultivados em terrenos próximos ao mar (GARCIA, 1987, DAUDT et al, 1987). Segundo JOURET & POUX (1961), o teor de Sódio nos mostos e vinhos provenientes de solos salinos é muito mais elevado que nos originados de terrenos com baixo conteúdo de sal.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a quantidade, por um período de oito anos, destes minerais no pecíolo de três cultivares de *Vitis vinifera* cultivadas em Livramento, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras peciolares, em torno de 100 por cultivar, de três cultivares de *Vitis vinifera*, Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay e Sauvignon Blanc, provenientes da National Distillers do Brasil S.A. - Almadén - (atualmente Seagram do Brasil S.A.) Livramento, RS, foram coletadas no período de floração, de pecíolos opostos aos cachos de uvas, e enviadas para Santa Maria. Na UFSM o material sofreu secagem em estufa com circulação de ar (60 a 70°C) e, após, moagem.

Para a determinação de Nitrogênio foi usada a digestão sulfúrica e método microkjeldahl (GARCIA, 1987). Os pecíolos para a determinação de Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Cobre, Sódio, Manganês e Zinco sofreram uma digestão sulfúrica e foram analisados num espectrofotômetro de absorção atômica, marca Gemini Intralab AA 12/1475, sendo que para Potássio e Sódio foi utilizado a emissão de chama (DAUDT et al, 1987). Para a determinação de Fósforo e Boro, os pecíolos foram reduzidos à cinzas em mufla a 550°C e após sofreram uma digestão clorídrica. Ambos foram determinados por colorimetria, porém para o Fósforo foi utilizado o método do vanadato-molibdato e para o Boro o método da curcumina (DAUDT et al, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados nas análises variaram muito de acordo com as adubações realizadas no período e os tratamentos aplicados. Refletiram, na verdade, muito mais os insumos aplicados do que a disponibilidade do solo local. Os resultados abaixo descritos refletem, portanto, a busca de valores corretos que se aproximem do ideal e da maximização de todas as variáveis

envolvidas num programa de adubação. Fica difícil explicar a variabilidade dos resultados de outra maneira. No entanto, DURANTE (1992) (Informe verbal) está correlacionando os números encontrados com variáveis como precipitação pluviométrica, solo, produção e qualidade.

Os poucos exemplos de respostas de fertilização de videiras em nosso Estado só servem para mostrar que o problema não tem uma simples solução para todas as condições e cultivares e que os resultados de um lugar não são necessariamente aplicados em outros lugares. Não existe um programa de fertilização de videiras no Rio Grande do Sul, mesmo que houvesse, não serviria para aplicação em Videira (Brasil) ou não serviria como recomendação para Mendoza (Argentina), ou para Nappa (USA). O requerimento de Nitrogênio varia para as diferentes cultivares de uva e os diferentes solos usados para o cultivo. Como a maioria das frutíferas, a videira tem demandas sazonais por Nitrogênio; estas, segundo WINKLER et al (1974) são maiores no início da primavera e no período de florescimento. Um excesso de Nitrogênio durante o amadurecimento causa um grande crescimento vegetativo, em detrimento da produção de açúcares pela fotossíntese. Combinado com a abundância de água, este excesso de Nitrogênio, causa um crescimento vegetativo que pode se prolongar até o outono não dando tempo (muitas vezes) para a maturação dos ramos, antes do inverno.

Observando a Tabela 1, o teor médio de Nitrogênio encontrado para as cultivares Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay e Sauvignon Blanc, foi respectivamente em g/100g de MS: 1,59, 1,26 e 1,51, valores considerados bons por WINKLER et al (1974). Estes autores

consideram deficientes valores abaixo de 350ppm; de 600 a 1200ppm, valores normais; acima de 1800ppm, mais do que necessário e acima de 2400ppm, como excesso. Nem os valores mínimos encontrados para Nitrogênio no experimento são considerados baixos por estes autores. As observações, nestes oito anos, mostraram que os valores mais alto encontrados foram excessivos, desperdiçando-se recursos desnecessários e não obtendo-se respostas adequadas ao investimento.

O teor de Fósforo (em g/100g de MS) abaixo de 0,15 foi considerado deficiente pelos mesmos autores; questionável entre 0,15 e 20 e normal entre 0,3 e 0,6. Cabernet Sauvignon (Tabela 1) não apresentou nenhum valor inferior a 0,3. O valor médio de 0,76 coloca as quantidades médias de Fósforo um pouco acima dos valores normais, mencionados pelos autores acima. O valor máximo foi excessivamente alto. Pinot Chardonnay (Tabela 1) apresentou valores médios normais e valor mínimo um pouco abaixo do normal. Por outro lado, Sauvignon Blanc apresentou valores mínimos muito baixos, mas valores médios normais, demonstrando que, em alguns anos, não foram adicionadas quantidades suficientes de Fósforo ou quantidades suficientes de Fósforo não chegaram até o pecíolo demonstrando, neste último caso e, pressupondo adubação normal, uma característica genética da cultivar.

As quantidades médias de Potássio encontradas (Tabela 1) nas cultivares Cabernet Sauvignon e Pinot Chardonnay seriam consideradas tóxicas na Califórnia (acima de 3g/100g de MS), conforme WINKLER et al (1974). Entretanto, deve ser mencionado que existem diferenças varietais para Potássio, embora não tão grandes como para Nitrogênio. Os teores médios encontrados para Sauvignon Blanc foram normais. O nível de Potássio no tecido varia muito de ano para ano, mesmo em videiras não fertilizadas; isto dificulta o tratamento adequado.

As quantidades médias de Cálcio (em g/100g de MS) variaram de 0,79 para Sauvignon Blanc, 0,82 para Pinot Chardonnay a 0,93 para Cabernet Sauvignon. Os valores sugeridos como bons níveis por Beattie e Forshey apud WINKLER et al (1974) foram de 0,7g/100g. Os valores mínimos encontrados nas três cultivares foram muito baixos, indicando ou uma falha na adubação ou uma interferência com outro elemento.

Valores normais médios de Magnésio recomendados por WINKLER et al (1974) estão entre 0,5 e 0,8g/100g de MS; deficientes, menor que 0,3g/100g e tóxico, acima de 1g/100g. Deve ser observado sempre a relação k/Mg. Os valores médios encontrados nas três cultivares foram abaixo do normal, citado acima. Os valores mínimos encontrados (0,008g/100g) foram muito baixos e os valores máximos em duas variedades (0,56g/100g) estiveram dentro da normalidade.

Quantidades normais de Boro, segundo WINKLER et al (1974), estão entre 40 e 60ppm (4 e

TABELA 1 - Teores médios, máximos, mínimos e desvio padrão dos macronutrientes das variedades Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay e Sauvignon Blanc durante 8 anos (1983-90).

Variedades		Elementos (g/100g MS)				
		N	P	K	Ca	Mg
Cabernet Sauvignon	m	1,13	0,34	2,38	0,095	0,008
	M	2,10	1,87	5,30	1,82	0,51
	X	1,59	0,76	3,28	0,93	0,28
	DP	0,36	0,52	0,96	0,64	0,16
Pinot Chardonnay	m	0,89	0,28	1,93	0,098	0,008
	M	1,62	0,74	3,93	1,74	0,56
	X	1,26	0,47	3,20	0,82	0,31
	DP	0,27	0,15	0,68	0,62	0,21
Sauvignon Blanc	m	1,35	0,072	1,79	0,078	0,008
	M	1,69	0,87	2,69	1,76	0,56
	X	1,51	0,49	2,29	0,79	0,32
	DP	0,16	0,24	0,35	0,61	0,19

Intervalo de variação: m= valor mínimo
M= valor máximo
X= valor médio
DP= desvio padrão

6mg/100g de MS). Teores abaixo de 25ppm são considerados deficientes. Entre 25 e 30ppm é questionável. As quantidades médias encontradas nas três cultivares (Tabela 2), apresentam sintomas de deficiência, se forem considerados os parâmetros da Califórnia (Cabernet Sauvignon 2,07mg/100g de MS, Pinot Chardonnay 2,08mg/100g e Sauvignon Blanc 1,91mg/100g). Os valores mínimos encontrados nas três cultivares (0,77-0,40-0,45) foram muito baixos e os valores máximos (4,02-4,02-3,96), normais.

Os teores de Ferro e Cobre na floração variam com vários fatores. O teor de Cobre, por exemplo, depende muito dos fungicidas utilizados, principalmente da calda bordalesa, muito utilizada no Rio Grande do Sul. Os valores médios encontrados para Cobre variaram (em mg/100g de MS) entre 3,25 para Pinot Chardonnay, 4,18 para Cabernet Sauvignon e 5,91 para Sauvignon Blanc. Os valores médios de Ferro variaram (mg/100g) entre 11,52 para Cabernet Sauvignon, 15,25 para Pinot Chardonnay e 16,0 para Sauvignon Blanc, com valores mínimos de 4,5 para Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc e valores máximos de 51,1 para Sauvignon Blanc.

Manganês um elemento essencial na síntese da clorofila, tem também papel importante nas reações de oxi-redução. As quantidades encontradas variam muito com as quantidades e o tipo de fungicidas adicionados. Valores normais encontrados em uvas e vinhos foram discutidos por WINKLER et al (1974) que observaram valores mais altos em vinhos derivados de uvas que sofreram tratamentos com fungicidas à base de Manganês. Os valores apresentados na Tabela 2, correspondem a valores médios (em mg/100g de MS) de 70,17, 42,91 e

70,61 respectivamente para Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay e Sauvignon Blanc. Valores normais de Manganês, necessitam ainda serem estabelecidos. Da mesma maneira, valores normais de Zinco devem ser estabelecidos em nosso Estado em virtude da presença deste metal em alguns fungicidas a base de carbamatos. Sua quantidade no pecíolo e, posteriormente, no vinho varia muito de acordo com o tipo e a quantidade de fungicida adicionado. DAUDT et al (1992) acharam maior quantidade de Zinco em vinhos oriundos de uvas tratadas com o fungicida Dithane M-45 quando comparados com vinhos sem adição do mesmo, o qual tem Zinco em sua composição. No presente estudo, os valores médios encontrados (Tabela 2) foram (em mg/100g de MS) de 13,97 para Cabernet Sauvignon, 11,13 para Pinot Chardonnay e 11,90 para Sauvignon Blanc.

Valores acima de 0,5% de Sódio na floração podem trazer problemas de toxidez, especialmente se os valores de Potássio são relativamente baixos. Os valores médios encontrados nas três cultivares estão abaixo de 0,1% (85,08-63,73-76,02mg/100g de MS) e, aparentemente, não trazem nenhum problema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a National Distillers do Brasil S.A. (atual Seagram do Brasil S.A.) - Almadén - de Livramento e à EMBRAPA - CNPQV de Bento Gonçalves pela parcial colaboração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERINE, M.A., BERG, H.W., CRUESS, W.V. *The technology of wine making*. 3 ed. Westport, Conn.: Avi Publishing Co., 1972. 802 p.
- CATALINA, L., MAZUELOS, C., ROMERO, R., et al. Cambios metabólicos durante el proceso de maduración de la uva *Vitis Vinifera*, var. Palomino, en la zona del marco de jerez de la Frontera (Cadiz). *An Edafol Agrobiol*, Sevilla, v. 41, n. 7-8, p. 1503-11, 1982.
- DAL PIVA, G.G.S. *Determinação de resíduos de fungicidas de etileno - tio - uréia e de elementos minerais em mostos e vinhos*. Santa Maria, 1989. 203 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 1989.
- DAUDT, C.E., CONTE, A., MENEGUZO, J. Teor de nitrogênio total e fósforo em algumas variedades de uvas. *Rev. do Centro de Ciências Rurais*, Santa

TABELA 2 - Teores médios, máximos, mínimos e desvio padrão dos micronutrientes das variedades Cabernet Sauvignon, Pinot Chardonnay e Sauvignon Blanc durante 8 anos (1983-90).

Variedades		Elementos (Mg/100g MS)					
		Fe	Cu	Na	Mn	B	Zn
Cabernet Sauvignon	m	4,50	1,95	29,44	43,55	0,77	6,03
	M	19,20	6,95	150,00	81,04	4,02	21,96
	X	11,52	4,18	85,08	70,17	2,07	13,97
	DP	5,61	1,94	50,61	16,62	1,30	6,59
Pinot Chardonnay	m	8,35	0,26	25,35	28,70	0,40	7,75
	M	34,59	10,74	142,50	61,39	4,02	15,80
	X	15,25	3,25	63,73	42,91	2,08	11,13
	DP	9,49	3,43	40,75	11,28	1,38	2,64
Sauvignon Blanc	m	4,50	1,33	27,47	58,00	0,45	4,18
	M	51,10	14,50	145,25	110,90	3,96	23,68
	X	16,01	5,91	76,02	70,61	1,91	11,90
	DP	16,27	5,41	44,39	19,56	1,25	7,03

Intervalo de variação: m= valor mínimo
M= valor máximo
X= valor médio
DP= desvio padrão

- Maria, v. 5, n. 4, p. 317-322, 1975.
- DAUDT, C.E., GARCIA, N.G., RIZZON, L.A. Minerais em videiras, mostos e vinhos. II-Minerais em mostos, sua utilização durante a fermentação alcoólica e presença em vinhos. *Rev Soc Bras Ciênc e Tecnol Alimentos*, Campinas, v. 7, n. 2, p. 189-204, 1987.
- DAUDT, C.E., DAL PIVA, G.G.S. Minerais em mostos e vinhos oriundos de vinhos tratados com fungicidas Dithane M-45. *Rev Soc Bras Ciênc e Tecnol Alimentos*, Campinas, 1992. No prelo
- FREGONI, M., BAVARESCO, L. Ricerche sulla nutrizione della vite in suoli acid in Itali. *Vignevini*, Piacenza, v. 11, n. 3, p. 49-58, 1984.
- GARCIA, N.G. **Constituintes inorgânicos e nitrogênio total em mostos e vinhos**. Santa Maria, 1987. 92 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, 1987.
- JOURET, C., POUX, C. Note sur les teneurs en potassium, sodium et chlore des vignes des terrains salés. *Ibid*, v. 10, p. 369-374, 1961.
- MALAVOLTA, E. Nutrição mineral. In: FERRI, M.G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo, EPU: Ed. da Un. de São Paulo, 1979. Cap. 2, p. 97-113.
- OGINO, S., HIKAWA, Y., OZAWA, S. Measurement of manganese in Delaware grapes treated with aqueous manganese sulfate solution and its wine. *Yamanashi-Ken Shokuhim Koqyo Shidosho Kenkyu Hokokq*, Yamanashai, v. 13, p. 11-14, 1981.
- OUGH, C.S., LEE, T.H. Effect of vineyard nitrogen fertilization level on the formation of some fermentation esters. *Am J Enol Vitic*, Califórnia, v. 32, n. 2, p. 125-127, 1981.
- SHARDAKOV, B.K., SHARDAKOVA, F.M. Yield and quality of grapes in relation to increasing rates of potassium fertilizers. *Khim Sel'sk Khoz*, Kiev, n. 11, p. 23-24, 1984.
- STOEV, K., SHARAF, M., MIKLAILOVA, S. Content and dynamics of nitrogen and 15 inorganic elements of grapevine organs in relation to their age and soil variation. *Gradinar Lozar Naulka Pleven*, v. 17, n. 7-8, p. 81-90, 1980.
- ZINCHENKO, V.I., MAKAROV, A.S., TARAM, N.G., et al. Factores affecting calcium accumulation in grapes and wines. *Sadavod Vinograd Vinodel Mold* n. 7, p. 51-53, 1985.
- WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLEWER, W.N., et al. *General Viticulture*. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p.