



Argissolo abruptico



Cambissolo



Neossolo litólico

Carlos Alberto Flores

## Efeito do tipo de solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho

Alberto Miele<sup>1</sup>  
Carlos Alberto Flores<sup>2</sup>  
José Maria Filippini Alba<sup>2</sup>  
Cristiane Bárbara Badalotti<sup>3</sup>

### Resumo

Conduziu-se este trabalho em 2012 com o objetivo de estudar o efeito do solo sobre os compostos fenólicos do vinho Merlot. Amostrou-se uva de cada tipo de solo e fez-se vinho em duplicata para cada um deles. Analisaram-se 14 variáveis, cujos parâmetros foram submetidos à análise de componentes principais (ACP). Os resultados mostram que a ACP discriminou os vinhos avaliados, onde os três componentes principais (CPs) representaram 95,01% da variação total. O CP1 discriminou o vinho elaborado com uva proveniente do Argissolo 2, o qual foi representado por valores mais elevados das absorvâncias 420, 520 e 620 nm, intensidade de cor, índice de polifenóis totais, antocianinas e atividade antioxidante, e mais baixos de matiz. O CP2 discriminou o vinho da uva produzida no Neossolo 1 e no Neossolo 2, os quais se caracterizaram por valores mais baixos de malvidina, resveratrol, kaempferol e quercetina, mas maiores de taninos. O CP3 discriminou o vinho proveniente do Argissolo 1, que teve valores mais elevados de miricetina. Esses resultados evidenciam que o solo tem efeito sobre a composição fenólica do vinho Merlot e, por extensão, pode ter sobre sua qualidade, características sensoriais e tipicidade.

**Palavras-chave:** viticultura de precisão, polifenóis, flavonóis, resveratrol, malvidina.

<sup>1</sup>Embrapa Uva e Vinho  
95700-000 Bento Gonçalves, RS

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado  
96010-971 Pelotas, RS

<sup>3</sup>IFRS - Campus Bento Gonçalves  
95700-000 Bento Gonçalves, RS

Autor correspondente:  
alberto.miele@embrapa.br

# Effect of the soil type on the phenolic compounds and the antioxidant activity of the wine

This experiment was carried out in 2012 aiming to study the effect of soil on the phenolic compounds of the Merlot wine. Grape sampling was performed in each soil type and wine was made in duplicate. Analyses were related to 14 variables, which parameters were submitted to the principal component analysis (PCA). Results show that PCA discriminated wines, where the three principal components (PCs) represented 95.01% of the total variation. PC1 discriminated wine from the Argissolo 2, which was represented by higher values of absorbance 420, 520, and 620 nm, color intensity, total polyphenols index, anthocyanins, and antioxidant activity, and lower hue. PC2 discriminated wines from the Neossolo 1 and Neossolo 2, which were characterized by lower values of malvidin, resveratrol, kaempferol, and quercetin, but higher tannins. PC3 discriminated wine from Argissolo 1, which was represented by higher values of myricetin. These results show that the soil has effect on the phenolic composition of the Merlot wine, hence it can have influence on its quality, sensory characteristics, and typicality.

**Key words:** precision viticulture, polyphenols, flavonols, resveratrol, malvidin.

## Introdução

A utilização de tecnologias de agricultura de precisão em viticultura iniciou na Austrália (BRAMLEY; PROFFITT, 1999) e nos Estados Unidos (WAMPLE et al., 1999) há pouco mais de uma década. Posteriormente, foi adotada por viticultores de países vitivinícolas da Europa, como França e Espanha, e da América do Sul.

Essas tecnologias proporcionam condições para melhorar a habilidade de se manejar o vinhedo, considerando-se que há variabilidade espacial do solo que, com frequência, ocorre em espaços diminutos. Para atingir esse objetivo, há equipamentos e tecnologias que proporcionam aos viticultores oportunidade de direcionar a produção de uva de acordo com o desempenho do vinhedo, visando a harmonizar a produtividade do vinhedo e a qualidade da uva e a causar menor impacto negativo ao meio ambiente (BRAMLEY et al., 2001).

As tecnologias de viticultura de precisão relacionam-se a vários aspectos, especialmente a sensores e monitores de produção, sensores proximais e remotos, sistemas de posicionamento orientados por satélite, como o GPS, equipamentos e maquinaria para aplicação de insumos a taxa variável e sistemas para espacialização, interpretação e análise de dados, como os SIGs e aplicativos estatísticos

(ARNÓ et al., 2009). Ainda, segundo esses autores, as pesquisas realizadas com tecnologias de viticultura de precisão visam principalmente a quantificar e avaliar a variabilidade espacial do solo, determinar zonas de manejo baseadas em análises e interpretação dessa variabilidade, desenvolver tecnologias para aplicação de insumos por taxa variável e avaliar as oportunidades para o manejo do vinhedo em área específica.

Os compostos fenólicos, juntamente com as substâncias aromáticas, são importantes para a determinação das características e qualidade do vinho. Sua ação é mais expressiva nos aspectos visuais, como intensidade de cor e matiz, especialmente dos vinhos tintos, e no paladar, destacando-se a estrutura, a persistência, a longevidade e as características organolépticas do produto. Mais recentemente, as pesquisas com vinho têm evidenciado sua ação benéfica à saúde humana.

A presença desses compostos na uva depende dos mais diversos fatores, todos eles relacionados ao cultivo da videira. Citam-se, especialmente, o efeito do cultivar, do clone e do porta-enxerto; das características físico-químicas do solo; dos fatores climáticos que ocorrem durante o ciclo vegetativo da videira, especialmente durante a fase

de maturação da uva; e das práticas culturais utilizadas no cultivo do vinhedo. A ação conjunta desses fatores é responsável pela presença, concentração, diversidade e características da composição fenólica da uva. Presentes na uva, esses compostos passam para o vinho durante a vinificação, sendo, então, influenciados pelas práticas enológicas utilizadas na elaboração do vinho.

Os trabalhos de pesquisa contemplando os compostos fenólicos são amplamente difundidos no mundo, inclusive no Brasil, onde vários artigos científicos têm sido publicados. Os trabalhos realizados no país referem-se a aspectos os mais diversos, como à safra vitícola (RIZZON; MIELE, 2006), clones (BURIN et al., 2011; MIELE, 2012), produtividade do vinhedo (MIELE; RIZZON, 2006; SILVA et al., 2008), região vitícola (MIELE et al., 2010; ROSA et al., 2011; TIMM et al., 2012; DAUDT; FOGAÇA, 2013), maturação da uva (MANFROI et al., 2009), composição do vinho (RIZZON; MIELE, 2003; TECCHIO et al., 2007; MIELE; RIZZON, 2009), práticas vitícolas (MANFROI et al., 1997, 2006; MIELE et al., 2009; PÖTTER et al., 2010; CHAVARRIA et al., 2011b) e práticas enológicas (RIZZON et al., 1997; RIZZON; MIELE, 2005; MANFROI et al., 2010; DAL'OSTO; MOTA, 2012; FOGAÇA et al., 2012; TIMM et al., 2012; DAUDT; FOGAÇA, 2013; GABBARDO et al., 2013) e à revisão de literatura sobre os polifenóis da uva e do vinho (GUERRA, 2012).

Até o momento, entretanto, são restritos os trabalhos realizados no Brasil concernente ao efeito do solo nos compostos fenólicos. Nesse contexto, despontam dois artigos: um que estudou as relações hídricas e a videira Cabernet Sauvignon cultivada em três classes taxonômicas de solo (CHAVARRIA et al., 2011a) e outro, que abordou o efeito, também de classes taxonômicas, em 40 variáveis do vinho Merlot (MIELE et al., 2014).

Face ao exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de cinco tipos de solo na composição fenólica do vinho Merlot, especialmente em flavonóis (kaempferol, quercetina, miricetina), malvidina e resveratrol, e em sua atividade antioxidante.

## Material e Métodos

Este trabalho foi realizado em vinhos Merlot, elaborados por microvinificação a partir de uvas provenientes de videiras cultivadas em cinco tipos de solo do Vale dos Vinhedos. A classificação desses solos foi feita por Flores et al. (2011) como parte do projeto "Agricultura de precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro", que está sendo conduzido por pesquisadores

da Embrapa. Os cinco solos foram dois Argissolos (alta saturação por alumínio), um Cambissolo (alta saturação de bases) e dois Neossolos (alto teor de carbono e muito pedregosos), de acordo com a seguinte especificação: ARG1 (PBACal 3 - Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto A proeminente textura franco-argilosa/argilosa relevo ondulado 13% a 20% + PBACal 2 - Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto A proeminente textura franco-argilosa/argilosa relevo moderadamente ondulado 8% a 13%); ARG2 (PBACal 1 - Argissolo Bruno Acinzentado Alítico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado 3% a 8%); CAM (CXve 3 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico A moderado textura franco-argilosa/argilosa relevo forte ondulado 20% a 45% + CXve 2 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico A moderado textura franco-argilosa/argilosa fase pedregosa relevo forte ondulado 20% a 45%); NEO1 (RRh 4 - Neossolo Regolítico Húmico típico textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta fase pedregosa relevo forte ondulado 20% a 45%); NEO2 (RRh 1 - Neossolo Regolítico Húmico típico textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta fase pedregosa relevo suave ondulado 3% a 8% + RRh 2 - Neossolo Regolítico Húmico típico textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta fase pedregosa relevo moderadamente ondulado 8% a 13% + RRh 3 - Neossolo Regolítico Húmico típico textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta fase pedregosa relevo ondulado 13% a 20%). Os Argissolos representam 31,07% da área do Vale dos Vinhedos; os Cambissolos, 48,42%; e os Neossolos, 13,38%. O restante da área é formada por Chernossolos, Nitossolos e Planossolos (FLORES et al., 2012).

Por ocasião da maturação, amostraram-se 40 kg de uva de cada solo, as quais foram colocadas em caixas de plástico e transportadas, no mesmo dia, para o Laboratório de Microvinificação. Essa uva foi dividida em duas parcelas de 18 kg cada, sendo processadas em pequena escala, separando a baga da rãquis com uma desengaçadeira-esmagadeira. As partes sólida e líquida da uva foram colocadas em recipientes de vidro de 20 L, adaptados com válvulas de Müller. Adicionaram-se, a seguir, 50 mg.L<sup>-1</sup> de dióxido de enxofre e 0,20 g.L<sup>-1</sup> de levedura seca ativa (*Saccharomyces cerevisiae*). O tempo de maceração foi de cinco dias, com duas remontagens diárias. A fermentação alcoólica ocorreu em sala com temperatura de 24±1 °C. O vinho foi trasfegado, filtrado e engarrafado.

Os vinhos foram analisados nos laboratórios de Enoquímica, de Instrumentação e de Microbiologia da Embrapa Uva e Vinho. As variáveis avaliadas foram antocianinas, absorvâncias 420, 520 e 620 nm, intensidade de cor, matiz, índice de polifenóis totais, taninos, malvidina, kaempferol,

quercetina, miricetina, resveratrol e atividade antioxidante.

As antocianinas foram analisadas pelo método de diferença de pH e os taninos, por hidrólise ácida (RIBÉREAU-GAYON; STONESTREET, 1965, 1966). As absorvâncias 420, 520 e 620 nm foram determinadas em espectrofotômetro UV/VIS, com cubeta de 1 mm de percurso ótico; os polifenóis totais, medindo a absorvância a 280 nm com cubeta de 10 mm de percurso ótico. A intensidade de cor foi calculada pela soma das três absorvâncias – 420, 520 e 620 nm – e o matiz pela divisão das absorvâncias 420 nm e 520 nm.

A análise de resveratrol, kaempferol, miricetina, quercetina e malvidina foi realizada adaptando o protocolo proposto por Matsubara et al. (2006) e Silva et al. (2011). As amostras de vinho foram diluídas em solução metanólica e filtradas. As soluções foram analisadas por meio de um aparelho de cromatografia líquida acoplado a um detector DAD. Para isso, utilizou-se uma coluna de fase reversa, com eluição no modo gradiente de mistura composta por uma fase aquosa e uma fase orgânica: o metanol. Os comprimentos de onda para a detecção e quantificação foram selecionados de acordo com o máximo de absorção de cada composto. O método desenvolvido foi validado através dos parâmetros de especificidade, linearidade, precisão, exatidão e robustez. Os teores de cada analito foram calculados com base nas suas respectivas equações das retas obtidas com as curvas-padrão.

A atividade antioxidante do vinho foi determinada pela redução do DPPH, que é estável, por substâncias presentes no vinho, usando uma solução standard de Trolox (BRAND-

WILLIAMS et al.,1995). Os resultados foram expressos como atividade de oxirredução equivalente para Trolox (TEAC  $\mu\text{M}$ ).

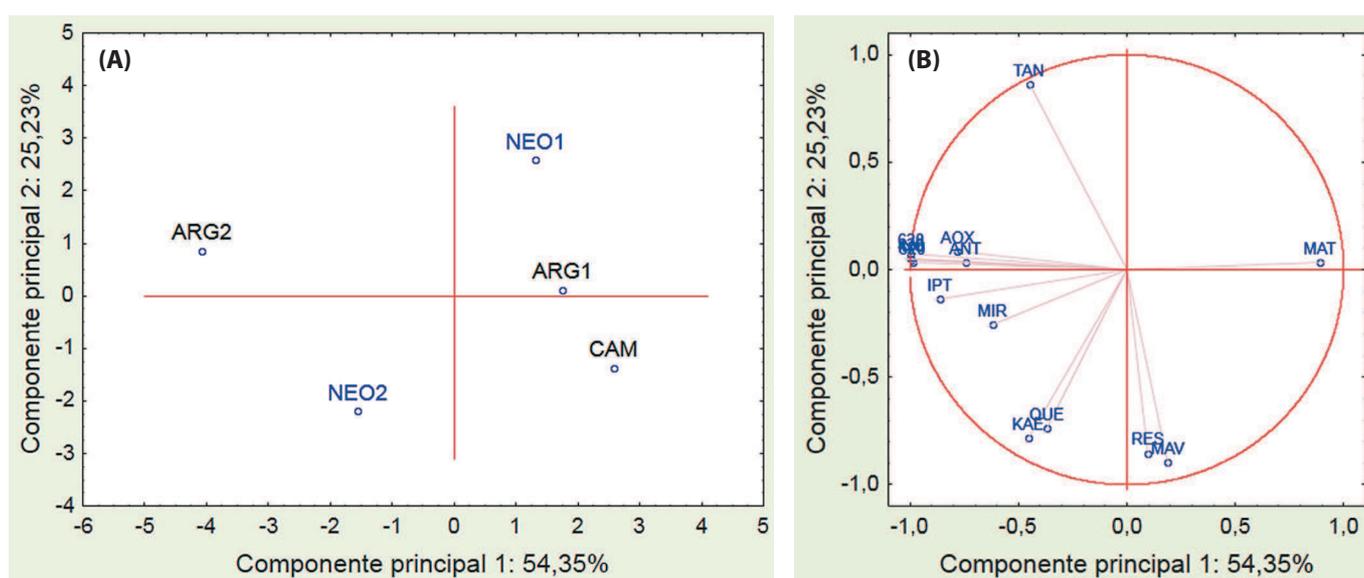
Os parâmetros das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de componentes principais.

## Resultados e Discussão

A análise de componentes principais (ACP) discriminou os vinhos avaliados, onde os três componentes principais (CPs) representaram 95,01% da variação total, ou seja, o CP 1, 54,35%; o CP 2, 25,23%; e o CP 3, 15,43%.

O CP 1 discriminou, principalmente, o vinho elaborado com uva proveniente do Argissolo 2 (Figura 1A), o qual é representado por valores elevados das variáveis – entre parênteses estão os coeficientes de correlação entre as variáveis e os componentes – absorvância 420 nm (420) (-0,99), absorvância 620 nm (620) (-0,99), intensidade de cor (INC) (-0,99), absorvância 520 nm (520) (-0,98), índice de polifenóis totais (IPT) (-0,86) e antocianinas (ANT) (-0,74); por outro lado, caracterizou-se por valores mais baixos de matiz (MAT) (0,89).

O CP 2 discriminou especialmente o vinho do Neossolo 1 e, em segundo plano, o do Neossolo 2 (Figura 1B). Esses vinhos caracterizaram-se por valores mais baixos de malvidina (MAL) (-0,89), resveratrol (RES) (-0,85), kaempferol (KAE) (-0,78) e quercetina (QUE) (-0,73); mas, maiores de taninos (TAN) (0,85).



**Figura 1.** Projeção dos vinhos (A) e das variáveis (B) nos planos formados pelos componentes principais 1 x 2. *Legenda:* ARG1= vinho do Argissolo 1; ARG2= vinho do Argissolo 2; CAM= vinho do Cambissolo; NEO1= vinho do Neossolo 1; NEO2= vinho do Neossolo 2; MAV= malvidina; RES= resveratrol; QUE= quercetina; MIR= miricetina; KAE= kaempferol; AOX= atividade antioxidante; 420= absorvância 420 nm; 520= absorvância 520 nm; 620= absorvância 620 nm; INC= intensidade de cor; MAT= matiz; IPT= índice de polifenóis totais; ANT= antocianinas; TAN= taninos; AOX= atividade antioxidante.

O CP 3 discriminou, principalmente, o vinho do Argissolo 1 (Figura 2A), o qual é representado por valores mais elevados da variável miricetina (MIR) (0,74) (Figura 2B).

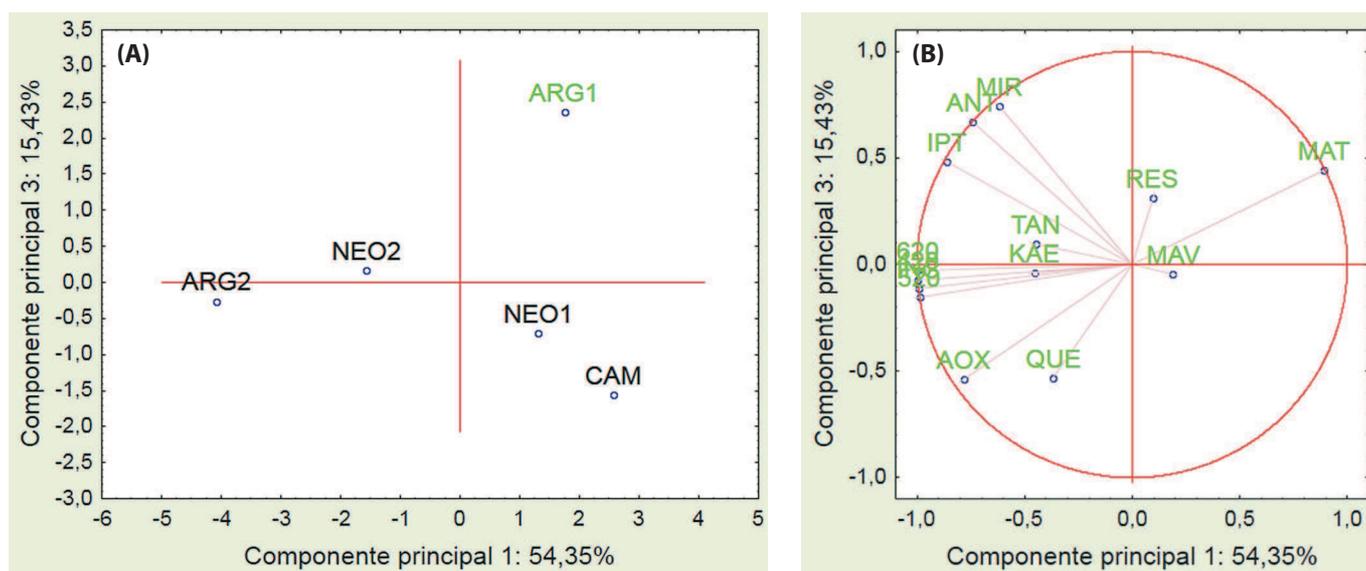
O vinho do Argissolo 2 teve valores mais elevados que o do Cambissolo, especialmente nas variáveis relacionadas aos pigmentos. De fato, a absorbância 420 nm foi 29,3% maior; a 520 nm, 39,2%; a 620 nm, 39,6%; o índice de polifenóis totais, 16,6%; as antocianinas, 22,1%; e a intensidade de cor, 34,0%. Os valores mais elevados dos pigmentos vermelhos fizeram com que o vinho do Argissolo 2 tivesse matiz mais baixo, principalmente quando comparado com o do Argissolo 1 e o do Cambissolo, ou seja, teve cor vermelha mais pronunciada que os demais vinhos. Contudo, a malvidina, que é um dos tipos de antocianinas presentes na uva e no vinho, teve concentração mais elevada no vinho do Neossolo 2 que no do Argissolo 2. O vinho do Neossolo 1 e, em parte, do Argissolo 2, teve maior concentração de taninos (+15,5%) que o do Cambissolo.

Os parâmetros das variáveis absorbâncias 420, 520 e 620 nm, antocianinas, intensidade de cor, matiz, taninos e índice de polifenóis totais dos cinco vinhos Merlot avaliados, em geral, estão de acordo com trabalhos realizados com esse varietal (RIZZON; MIELE, 2003) e com outros cultivares viníferas (RIZZON; MIELE, 2002) ou mesmo com cultivares de uvas americanas (TECCHIO et al., 2007).

Trabalho realizado visando à determinação do efeito do solo nos compostos fenólicos da película da uva Cabernet Sauvignon, proveniente de Planossolo e de Neossolo do

Vale dos Vinhedos teve maior concentração de taninos que a do Argissolo. Isso porque esses solos tiveram menor disponibilidade hídrica, o que induziu a menor potencial de água na folha, crescimento dos ramos e produtividade da videira, mas não houve diferença significativa na concentração de antocianinas (CHAVARRIA et al., 2011a). Em outro trabalho, realizado na mesma região, mas com vinhedos do cv. Merlot, os resultados indicam que vinhos do Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto A tiveram teores mais elevados de variáveis relacionadas à cor e a taninos, como as absorbâncias 420 e 620 nm, a intensidade de cor, o índice de polifenóis totais, as antocianinas e os taninos. Além disso, teve valores mais elevados de extrato seco e relação álcool em peso/extrato seco reduzido (MIELE et al., 2014). Esses resultados, aparentemente díspares, evidenciam que deve haver outros fatores, além da disponibilidade hídrica do solo, que influenciam na composição fenólica da uva e do vinho.

Quanto aos flavonóis, seu comportamento não seguiu um padrão determinado, pois o kaempferol foi 49,8% maior no vinho do Argissolo 2 que no do Neossolo 1; a quercetina, entretanto, foi 39,4% maior no do Cambissolo que no do Argissolo 1; e a miricetina, 21,4% maior no do Argissolo 1 que no do Cambissolo. Em trabalho realizado com vinhos Tannat da Serra Gaúcha e da Campanha, os primeiros apresentaram maiores concentrações de procianidinas B1, B2, B3 e B4, mas menores de catequina (ROSA et al., 2011). Comparando vinhos de dois clones de Cabernet Sauvignon, 169 e 685, o clone 169 teve valores mais elevados de catequina, quercetina, ácido gálico, ácido ferúlico e ácido



**Figura 2.** Projeção dos vinhos (A) e das variáveis (B) nos planos formados pelos componentes principais 1 x 3. *Legenda:* ARG1= vinho do Argissolo 1; ARG2= vinho do Argissolo 2; CAM= vinho do Cambissolo; NEO1= vinho do Neossolo 1; NEO2= vinho do Neossolo 2; MAV= malvidina; RES= resveratrol; QUE= quercetina; MIR= miricetina; KAE= kaempferol; AOX= atividade antioxidante; 420= absorbância 420 nm; 520= absorbância 520 nm; 620= absorbância 620 nm; INC= intensidade de cor; MAT= matiz; IPT= índice de polifenóis totais; ANT= antocianinas; TAN= taninos; AOX= atividade antioxidante.

p-cumárico, mas menores de malvidina, delphinidina e peonidina (BURIN et al., 2011). Contudo, não há registro na literatura brasileira sobre o efeito do solo sobre essas substâncias. No que se relaciona à atividade antioxidante, ela foi maior no vinho do Argissolo 2 e menor (-28,5%) no do Argissolo 1.

A concentração de resveratrol, que é um estilbeno, foi maior (+53,9%) no Neossolo 2 e menor no Argissolo 2. Constata-se, portanto, que houve correlação positiva entre a concentração de malvidina e a de resveratrol, o que pode indicar que uvas que contenham maiores concentrações desse pigmento tenham também maiores de resveratrol. Resultados de pesquisas realizados no país mostram que o vinho do clone de Cabernet Sauvignon 169 teve maior concentração de trans-resveratrol que o do 685 (BURIN et al., 2011) e que o do vinho Tannat da Serra Gaúcha foi maior que o da Campanha (ROSA et al., 2011). Entretanto, não houve diferença significativa entre os vinhos Tannat brasileiros e uruguaiois (TIMM et al., 2012).

Resumidamente, constata-se que o CP1 separou a parte alta (Argissolo 2 + Neossolo 2) onde, em geral, há declividade inferior a 13% e elevados teores de C e N, dos demais solos, com declividade superior a 13% e teores baixos de C e N. Essas características sugerem que eles têm efeito na cor e matiz do vinho. O CP2 discriminou principalmente o Neossolo 2 – que tem semelhança com o Cambissolo –, do Neossolo 1. O Neossolo 2, embora mapeado como Neossolo Regolítico, apresenta-se com profundidade efetiva reduzida, o que sugere possível enquadramento como Neossolo Litólico. Isso explicaria, em parte, um regime hídrico diferenciado, o que influi no comportamento fisiológico da videira e, como consequência, nas características enológicas da uva. O CP3

discriminou o Argissolo 1 dos demais solos, especialmente do Cambissolo, o que sugere a influência do teor de Al, muito embora isso não tenha sido constatado no Argissolo 2, que também é Alítico.

## Conclusão

Os solos do Vale dos Vinhedos caracterizam-se por serem formados de várias classes taxonômicas, as quais apresentam propriedades físico-químicas diferenciadas, características que podem conferir ao solo importante papel na composição físico-química e sensorial dos vinhos elaborados com uvas cultivadas nesses solos. Podem-se mencionar os efeitos sobre os compostos fenólicos, que se constituem num conjunto de substâncias que tem ação direta na tipicidade e qualidade do vinho e em sua atividade antioxidante.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Vinícola Miolo, que disponibilizou os vinhedos para a realização deste trabalho; aos colegas da Embrapa Uva e Vinho – Celito Crivellaro Guerra, Leticia Flores da Silva, Eliane Perissutti e Gildo Almeida da Silva – pela colaboração prestada nas análises relacionadas aos polifenóis e à atividade antioxidante dos vinhos; ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica a Cristiane Bárbara Badalotti; e a todos que colaboraram anonimamente para a realização deste trabalho.

## Referências

ARNÓ, J.; MARTINEZ-CASAS-NOVAS, J.A.; RIBES-DASI, M.; ROSELL, J.R. Review. Precision viticulture. Research topics, challenges and opportunities in site specific vineyard management. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.7, n.4, p.779-790, 2009.

BRAMLEY, R.; PROFFITT, T.; HAMILTON, R.; SHEARER, J.; ORMESHER, D.; LAMB, D.; TAYLOR, J. Precision viticulture: principles, opportunities and application. In: AUSTRALIAN WINE INDUSTRY TECHNICAL CONFERENCE, 11., 2001, Adelaide, Australia. **Proceedings...** Adelaide: WITC, 2001. Workshop 14, p.3-7.

BRAMLEY, R.G.V.; PROFFITT, A.P.B. Managing variability in viticultural production. **The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker**, n.427, p.11-16, 1999.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVÉLIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

- BURIN, V.M.; SILVA, A.L. da; MALINOVSKI, L.I.; ROSIER, J.P.; FALCÃO, L.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Characterization and multivariate classification of grapes and wines of two Cabernet Sauvignon clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.5, p.474-481, 2011.
- CHAVARRIA, G.; BERGAMASCHI, H.; SILVA, L.C. da; SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F.; GUERRA, C.C.; FLORES, C.A.; TONIETTO, J. Relações hídricas, rendimento e compostos fenólicos de uvas Cabernet Sauvignon em três tipos de solo. **Bragantia**, v.70, n.3, p.481-487, 2011a.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; ZANUS, M.C.; MARODIN, G.A.B.; ZORZAN, C. Cobertura plástica sobre o vinhedo e suas influências nas características físico-químicas do mosto e do vinho. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.809-815, 2011b.
- DAL'OSTO, M.C.; MOTA, R.V. da. Emprego de baixas temperaturas na extração de compostos fenólicos durante a elaboração de vinhos Syrah. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.4, n.4, p.36-44, 2012.
- DAUDT, C.E.; FOGAÇA, A. de O. Phenolic compounds of Merlot wines from two wine regions of Rio Grande do Sul, Brazil. **Food Science and Technology**, v.33, n.2, p.355-361, 2013.
- FLORES, C.A.; FILIPPINI ALBA, J.M.; LEVIEN, H.F.; ZARNOTT, D.H.; MIELE, A.; PAVAN, C. Levantamento detalhado dos solos e a viticultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2010, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. 4p. 1 CD-ROM. Resumo expandido.
- FLORES, C.A.; PÖTTER, R.Q.; SARMENTO, E.C.; WEBER, E.J.; HASENACK, H. **Os solos do Vale dos Vinhedos**. Brasília: Embrapa, 2012.
- FOGAÇA, A.; SANTOS, L.; SILVEIRA, T. Influência da utilização de enzimas de maceração nos compostos fenólicos de vinhos da variedade Merlot. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.4, n.4, p.72-78, 2012.
- GABBARDO, M.; CELOTTI, E.; ROMBALDI, C.V.; PALADIN, C. Uso de alternativas tecnológicas no perfil sensorial e polifenólico de vinhos Merlot e Cabernet Sauvignon italianos. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.5, n.5, p.42-50, 2013.
- GUERRA, C.C. Polifenóis da uva e do vinho. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.4, n.4, p.90-100, 2012.
- MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L.A.; BARRADAS, C.I.N. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.290-296, 2006.
- MANFROI, V.; MIELE, A.; RIZZON, L.A.; BARRADAS, C.I.N.; MANFROI, L. Efeito de diferentes épocas de desfolha e de colheita na composição do vinho Cabernet Sauvignon. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p.139-143, 1997.
- MANFROI, V.; NUNES, J.S.; ROMBALDI, C.V. A maturação fenólica das uvas como ferramenta para obtenção de vinhos tintos de qualidade. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.1, n.1, p.60-67, 2009.
- MANFROI, V.; RIZZON, L.A.; GUERRA, C.C.; FIALHO, F.B.; DALL'AGNOL, I.; FERRI, V.C.; ROMBALDI, C.V. Influência de taninos enológicos em diferentes dosagens e épocas distintas de aplicação nas características físico-químicas do vinho Cabernet Sauvignon. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, Supl. 1, p.127-135, 2010.
- MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Conteúdo de miricetina, quercetina e kaempferol em chás comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.380-385, 2006.
- MIELE, A. Discriminação de vinhos tintos de clones de videira Merlot e Cabernet Sauvignon – safra 2010. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.4, n.4, p.28-34, 2012.
- MIELE, A.; FLORES, C.A.; FILIPPINI ALBA, J.M. Efeito da variabilidade espacial de solos no Vale dos Vinhedos na composição do vinho Merlot – Safra 2012. 2014. In: BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2014. p.363-369.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A. Características analíticas de vinhos Merlot da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1913-1916, 2009.

- MIELE, A.; RIZZON, L.A. Efeito de elevadas produtividades do vinhedo nas características físico-químicas e sensoriais do vinho Merlot. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.271-278, 2006.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetativo da videira e seu efeito na composição do vinho Merlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p.463-470, 2009.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A.; ZANUS, M.C. Discrimination of Brazilian red wines according to the viticultural region, varietal, and wine origin. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.268-275, 2010.
- PÖTTER, G.H.; DAUDT, C.E.; BRACKMANN, A.; LEITE, T.T.; PENNA, N.G. Desfolha parcial em videiras e seus efeitos em uvas e vinhos Cabernet Sauvignon da região da Campanha do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.40, n.9, p.2011-2016, 2010.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure. **Chimie Analytique**, v.48, p.188-196, 1966.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans les vins rouges. **Bulletin de la Société Chimique de France**, v.9, p.2649-2652, 1965.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p.192-198, 2002.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, Supl. 0, p.156-161, 2003.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Correção do mosto da uva Isabel com diferentes produtos na Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.450-454, 2005.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha, Brasil. **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.959-964, 2006.
- RIZZON, L.A.; ZANUZ, M.C.; MIELE, A. Efeito da fermentação malolática na fermentação do vinho tinto. **Ciência Rural**, v.27, n.3, p.497-500, 1997.
- ROSA, A.P.; SALVADOR, M.; DANI, C. Estudo comparativo entre vinhos tintos finos da variedade Tannat provenientes de duas regiões geográficas diferentes. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.3, n.3, p.32-39, 2011.
- SILVA, C.L.; PEREIRA, J.; WOUTER, V.G.; GIRÓ, C.; CÂMARA, J.S. A fast method using a new hydrophilic-lipophilic balanced sorbent in combination with ultra-high performance liquid chromatography for quantification of significant bioactive metabolites in wines. **Talanta**, v.86, p.82-90, 2011.
- SILVA, L.C. da; KRETZSCHMAR, A.A.; RUFATO, L.; BRIGHENTI, A.F.; SCHLEMPER, C. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p.675-680, 2008.
- TECCHIO, F.M.; MIELE, A.; RIZZON, L.A. Composição físico-química do vinho Bordô de Flores da Cunha, RS, elaborado com uvas maturadas em condições de baixa precipitação. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1480-1483, 2007.
- TIMM, J.R.T.; SPADA, P.; DANI, C. Conteúdo fenólico, perfil físico-químico e determinação da atividade antioxidante de vinhos tintos finos da variedade Tannat provenientes do Brasil e do Uruguai. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v.4, n.4, p.46-54, 2012.
- WAMPLE, R.L.; MILLS, L.; DAVENPORT, J.R. Use of precision farming practices in grape production. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998, Saint Paul, Estados Unidos. **Proceedings...** Minneapolis, Estados Unidos: University of Minnesota, 1999. p.897-905.