

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir de
18/07/2019.

HECTOR ALONZO GOMEZ GOMEZ

CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS DE SUCOS DE UVA E VINHOS TINTOS

Botucatu

2018

HECTOR ALONZO GOMEZ GOMEZ

CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS DE SUCOS DE UVA E VINHOS TINTOS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura).

Orientadora: Marcia Ortiz Mayo Marques
Coorientadora: Giuseppina Pace Pereira
Lima

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G633c Gomez Gomez, Hector Alonzo, 1984-
Características fitoquímicas de sucos de uva e vinhos tintos / Hector Alonzo Gomez Gomez. - Botucatu: [s.n.], 2018
116 p.: ils. color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientadora: Marcia Ortiz Mayo Marques
Coorientadora: Giuseppina Pace Pereira Lima
Inclui bibliografia

1. Polifenóis. 2. Bioativos. 3. Aminas biogênicas. 4. Compostos voláteis. 5. *Vitis* spp. I. Marques, Marcia Ortiz Mayo. II. Lima, Giuseppina Pace Pereira. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

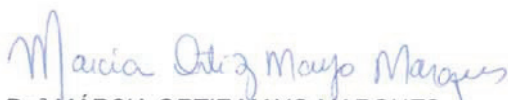
TÍTULO: Características Fitoquímicas de Sucos de Uva e Vinhos Tintos.

AUTOR: HECTOR ALONZO GÓMEZ GÓMEZ

ORIENTADORA: MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

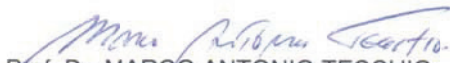
COORIENTADORA: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



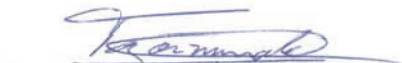
Dr.^a MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

Centro de P&D de Recursos Genéticos Vegetais / Instituto Agrônomo de Campinas



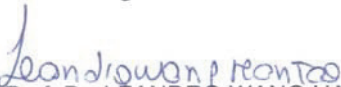
Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO

Departamento de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP - Botucatu/SP



Prof. Dr. IGOR OTAVIO MINATEL

Biotechnology / Faculdade Sudoeste Paulista (FSP)



Prof. Dr. LEANDRO WANG HANTAO

Química Analítica / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)



Prof. Dr. RICARDO ALFREDO KLUGE

Ciências Biológicas / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ)

Botucatu, 30 de maio de 2018.

A minha filha,

Jennifer Michell Gomez Hernandez,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A toda minha família, minha filha Jennifer Michell, a minha esposa Sindy Michell, aos meus pais Filadelfo Alonzo e Rubenia e aos meus irmãos e irmãs.

À UNA - Universidad Nacional de Agricultura, Honduras.

À AUIP - Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado e à UNESP - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

As minhas orientadoras as professoras Marcia Ortiz Mayo Marques e Giuseppina Pace Pereira Lima e a Igor Otavio Minatel e a Cristine Borges.

A todos os colegas do laboratório de Química e Bioquímica Vegetal do Instituto de Biociencias da UNESP, Botucatu.

Aos colegas e o pessoal do laboratório de Fitoquímica do Instituto Agronomico de Campinas.

A Patricia Ritschel da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Uva e Vinho).

Ao pessoal do laboratório do Centro de Isótopos Estáveis do Instituto de Biociencias da UNESP, Botucatu.

Aos participantes da banca examinadora da qualificação e defesa desta tese.

Ao grupo de pesquisa de Viticultura que administra o professor Marco Tecchio.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura).

Todos colaboraram de forma direta para a realização do meu doutorado

“Que seu alimento seja o seu remédio, que seu remédio seja o seu alimento”
(Hipócrates).

RESUMO

O consumo de sucos de uva e vinhos tintos apresenta inúmeros benefícios para a saúde humana. Tem efeito comprovado contra doenças crônicas não transmissíveis, pois atuam como antioxidantes. O perfil fitoquímico determina a qualidade dessas bebidas; os compostos fenólicos fornecem principalmente a atividade funcional e pigmentação, as substâncias voláteis fornecem o aroma característico e as amins biogênicas dependendo do tipo e o teor atuam como benéficas ou alergênicas para o ser humano. Atualmente o consumo dessas bebidas no Brasil apresenta um crescimento significativo e dessa forma, é de suma importância a viabilização de soluções tecnológicas para potencializar a cadeia produtiva da vitivinicultura brasileira. A introdução de novas cultivares com condições apropriadas para elaboração de sucos e vinhos de alta qualidade, alta pigmentação, alta produção e adequada adaptação aos diferentes climas brasileiros, por meio do melhoramento genético é fundamental para satisfazer os consumidores cada vez mais exigentes de produtos de qualidade. Neste estudo foram avaliados os constituintes bioativos (polifenóis e poliaminas), composição de aromas e a capacidade antioxidante de vinhos tintos e sucos elaborados a partir de cultivares de uvas híbridas (BRS Rúbea, BRS Cora, BRS Carmen, BRS Violeta, BRS Magna, BRS CC30, Seleção 13 e Seleção 34) e duas uvas híbridas cultivadas no Brasil (Bordô e Isabel). Além disso, foi realizada avaliação da concentração dos compostos fenólicos, amins bioativas e análise isotópica (para detectar adulteração) em sucos e vinhos comerciais para avaliar a qualidade em função desses parâmetros. Nas amostras de bebidas de uvas híbridas, as concentrações encontradas para o perfil dos compostos fenólicos, assim como, para os fenóis totais e antocianinas totais, foram notavelmente maiores em vinhos do que em sucos, o que provavelmente explica a maior capacidade antioxidante dos vinhos. Dentre as amostras analisadas, as uvas BRS Violeta apresentam alto potencial para a elaboração dessas bebidas. Tanto em sucos, quanto em vinhos, putrescina e espermina foram as principais amins encontradas, com níveis mais elevados em vinhos do que em sucos, enquanto que, amins consideradas alergênicas, como histamina, tiramina e cadaverina foram encontradas em baixos níveis. Em relação ao aroma, os ésteres são as principais substâncias voláteis dos vinhos, enquanto que nos sucos, os níveis de álcoois foram maiores. Por outro lado, nas amostras comerciais, o perfil de fenóis e amins biogênicas foi

influenciado pelo tipo de bebida (vinho ou suco), bem como, pelo conteúdo de uva usada na sua formulação. Com base nesses resultados, podemos concluir que os métodos de processamento de uva estão diretamente associados aos níveis de compostos bioativos e capacidade antioxidante no vinho tinto e no suco. As bebidas das cultivares de videiras híbridas analisadas demonstram que têm potencial interessante para a produção de suco e vinho de alta qualidade funcional, inclusive melhores que as bebidas distribuídas atualmente no mercado.

Palavras-chave: Polifenóis. Bioativos. Aminas biogênicas. Compostos voláteis. *Vitis* spp.

ABSTRACT

The consumption of grape juices and red wines presents many benefits for human health. It has a confirmed effect against non-transmissible chronic diseases, because they act as antioxidants. The phytochemical profile determines the quality of these beverages; the phenolic compounds provide mainly the functional activity and the pigmentation, the volatile substances provide the characteristic aroma and the biogenic amines, depending on the type and content, can be beneficial or harmful for the human being. Nowadays, the consumption of these beverages in Brazil presents a significant growth and, thus, it is of great importance the facilitation of technological solutions to enhance the productivity chain of the Brazilian viniculture. The introduction of new cultivars with appropriate conditions for elaborating juices and wines of high quality, high pigmentation, high production and adequate adaptation to the different Brazilian climates, with the use of genetic improvement, is fundamental to satisfaction the customers more and more demanding of quality products. In this study, we evaluated the bioactive constituents (polyphenols and polyamines), composition of aromas and antioxidant capacity of red wines and juices elaborated from hybrid grapes (BRS Rúbea, BRS Cora, BRS Carmen, BRS Violeta, BRS Magna, BRS CC30, Seleção 13 and Seleção 34) and two hybrid grapes cultivated in Brazil (Bordô and Isabel). In addition, we performed the evaluation of the phenolic compounds concentration, bioactive amines and isotopic analysis (to detect adulteration) in commercial juices and wines to evaluate the quality in function of these parameters. In hybrid grapes beverage samples, the concentrations found for the phenolic compounds profile, as well as for the total phenols and total anthocyanins, were notably higher in wines than in juices, which probably explains the higher antioxidant capacity of wines. Among the analyzed samples, the BRS Violeta grapes presented high potential for elaborating these beverages. Both in juices and in wines, putrescine and spermine were the main amines found, with higher biogenic amines levels in wine than in juice, while allergenic amines, such as histamine, tyramine and cadaverine were found in low levels. Regarding the aroma, the esters are the main volatile substances in the wines, while in the juices, the alcohols occurred in higher levels. In opposition, in the commercial samples, the phenols and biogenic amines profiles were affected by the type of beverage (wine or

juice), as well as by the content of grape used in its formulation. Based on these results, we can conclude that the grape processing methods are directly associated at bioactive compounds levels and to antioxidant capacity in the red wine and in the juice. The beverages of the hybrid vine cultivars analyzed demonstrate that they have an interesting potential for producing juice and wine of high functional quality, even better than the beverages currently distributed in the market.

Keywords: Polyphenols. Bioactives. Biogenic amines. Volatile compounds. *Vitis* spp.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL.....	17
	CAPÍTULO 1 - PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E DOS AROMAS DE VINHOS TINTOS E SUCOS DE UVAS HÍBRIDAS.....	24
1.1	INTRODUÇÃO.....	25
1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
1.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS.....	54
	CAPÍTULO 2 - AMINAS BIOGÊNICAS E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES EM VINHOS TINTOS E SUCOS DE UVAS HÍBRIDAS.....	59
2.1	INTRODUÇÃO.....	61
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	63
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	79
	CAPÍTULO 3 - BEBIDAS DERIVADAS DE UVA: DETECÇÃO DE ADULTERAÇÕES E SEU IMPACTO NA QUALIDADE.....	83
3.1	INTRODUÇÃO.....	84
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	86
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS.....	104
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
	REFERÊNCIAS.....	109

CAPÍTULO 1 - PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E DOS AROMAS DE VINHOS TINTOS E SUCOS DE UVAS HÍBRIDAS

Autor: Hector Alonzo Gomez Gomez

RESUMO

O vinho tinto e o suco de uva, representam matrizes alimentícias com grande diversidade de compostos fitoquímicos. Os polifenóis possuem diferentes ações sobre a fisiologia do ser humano, pois atuam como antioxidantes, anticancerígenos, cardioprotetores, anti-inflamatórios e neuroprotetores. Concomitantemente, as substâncias voláteis fornecem a estas bebidas aromas frutados, herbáceos, florais, entre outros, que influenciam na qualidade dos derivados de uva e aceitação das bebidas por parte dos consumidores. Neste trabalho, foi avaliado o perfil de compostos fenólicos, parâmetros de cor e o perfil dos aromas em sucos de uva e vinhos tintos elaborados a partir de uvas híbridas. Os resultados mostram que em relação a cor, os sucos e vinhos apresentaram valores característicos de bebidas de alta qualidade. No perfil dos compostos fenólicos, sucos (1025,64 mg/L) e vinhos (1167,55 mg/L) elaborados com uvas BRS Violeta apresentaram as maiores concentrações. Os compostos majoritários, em ambas as amostras, foram cianidina-3,5-diglicosídeo, catequina, rutina, ácido gálico e malvidina-3,5-diglicosídeo. Em suco elaborado a partir da uva BRS Magna, a concentração de fenóis foi alta (864,86 mg/L no total), assim como o teor de *trans*-resveratrol (0,06 mg/L). O vinho elaborado com a uva Seleção 13 apresentou altas concentrações de malvidina-3,5-diglicosídeo, catequina e cianidina-3,5-diglicosídeo. As amostras de suco e vinho produzidos a partir da uva Isabel apresentaram os menores teores dos compostos fenólicos, influenciado principalmente pelas baixas concentrações de antocianinas, com impacto para os parâmetros de cor. Os ésteres foram os principais grupos identificados na análise do aroma dos vinhos e o octanoato de etila foi o composto majoritário, enquanto que nos sucos, os álcoois ocorreram em maiores níveis e o *n*-hexanol foi a substância mais abundante.

Palavras-chave: Antocianinas. Substâncias voláteis. *Vitis* spp. Princípios ativos.

PHENOLIC COMPOUNDS AND AROMA PROFILES OF HYBRID GRAPES RED WINES AND JUICES

ABSTRACT

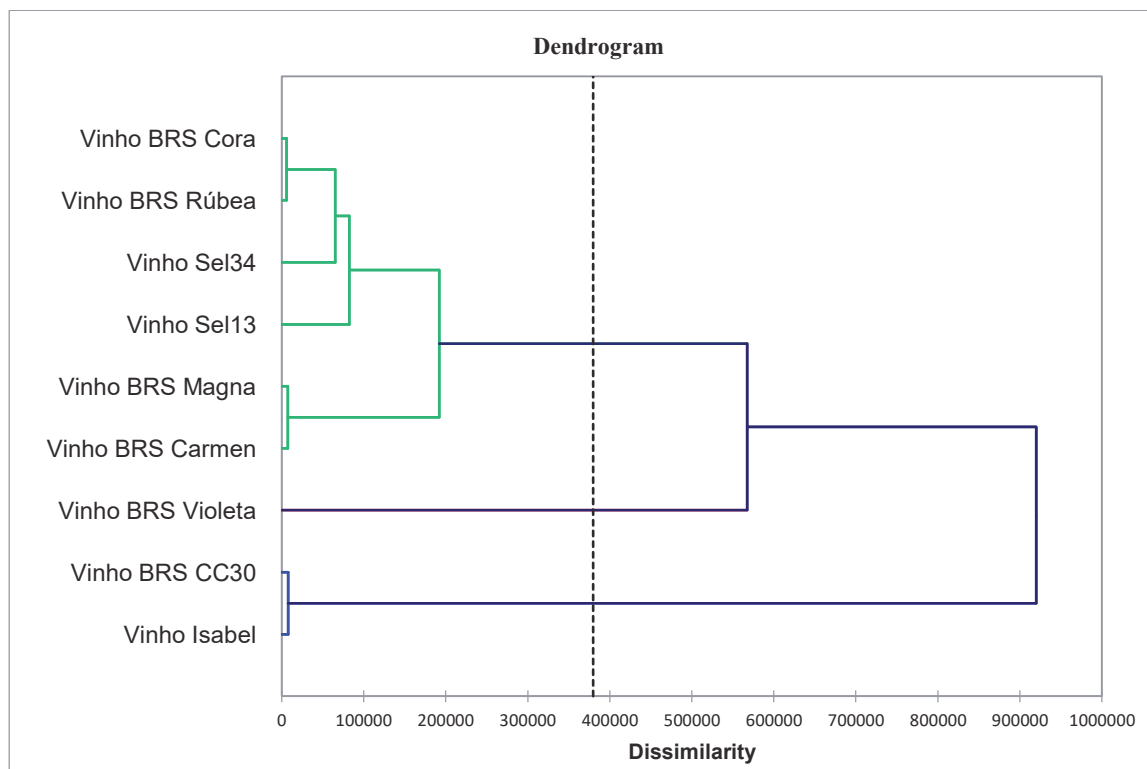
The red wine and grape juice represent food matrixes with great diversity of phytochemical compounds. The polyphenols have different actions on the human physiology, because they act as antioxidant, anti-carcinogenic, cardioprotector, anti-inflammatory and neuroprotector molecules. Concomitantly, the volatile substances provide to these beverages fruity, herbal, floral and other types of aromas, which influence on the quality of the grape derivatives and on the acceptance by the consumers. In this study, we evaluated the phenolic compounds profile, color parameters and the profile of aroma in grape juices and red wines elaborated from hybrid grapes. The results show that, regarding the color, the juices and wines presented values characteristic of high quality beverages. In the phenolic compounds profile, juices (1025.64 mg/L) and wines (1167.55 mg/L) elaborates with BRS Violeta grapes presented the highest concentrations. The majoritarian compounds, in both samples, were cyaniding-3,5-diglucoside, catechin, rutin, gallic acid and malvidin-3,5-diglucoside. In juice elaborated from the BRS Magna grape, the phenols concentration was high (864.86 mg/L total), as well as the trans-resveratrol content (0.06 mg/L). The wine elaborated with the Seleção 13 grape presented high concentrations of malvidin-3,5-diglucoside, catechin and cyaniding-3,5-diglucoside. The juice and wine samples produced from the Isabel grape presented the lowest phenolic compounds content, mainly influenced by the low concentrations of anthocyanins, with impact on the color parameters. The esters were the main group identified in the aroma analysis of the wines and the ethyl octanoate was the majoritarian compound, while in the juices, the alcohols occurred in higher levels and the n-hexanol was the most abundant substance.

Keywords: Anthocyanins. Volatile substances. *Vitis* spp. Active principles.

1.1 INTRODUÇÃO

A produção de uvas e o consumo de sucos e vinhos vem aumentando nos últimos anos (de Mello, 2017). No Brasil as uvas labruscas (*Vitis labrusca* L.) e

Figura 6 - Análise de cluster aplicada à composição fenólica, substâncias voláteis, e cor em vinhos de uvas híbridas



CONCLUSÃO

As antocianinas cianidina-3,5-diglicosídeo e malvidina-3,5-diglicosídeo, catequina (flavonol-3-ol) e os ácidos gálico e clorogênico foram os compostos fenólicos mais abundantes identificados, com destaque para os sucos e vinhos de BRS Violeta. No caso das Sel13 e Sel34 e BRS Magna os fenóis também se destacaram.

Nos aromas dos vinhos foram identificados como principal classe química os ésteres, tendo o octanoato de etila como o mais abundante, enquanto nos sucos foram os álcoois com o *n*-hexanol como a substância em maior abundância.

Através da análise multivariada usando o perfil de compostos fenólicos, aroma e parâmetros de cor, foi possível observar, de forma geral, que as amostras elaboradas com uvas Isabel, Bordô e BRS CC30 (clone da uva Concord), materiais usados amplamente na indústria de bebidas no Brasil, foram diferenciadas das bebidas elaboradas com uvas híbridas desenvolvidas no Brasil.

Diante dos resultados obtidos, pode-se destacar o avanço do melhoramento genético nas características de qualidade das uvas dos materiais utilizados no

presente estudo, permitindo indicar uvas de qualidade para a fabricação de sucos e vinhos com alto potencial em relação ao perfil de compostos fitoquímicos.

REFERÊNCIAS

- Adams, R. P. (2007). *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry*. (Allured Publishing Corporation, Ed.) (Vol. 4). Carol Stream, Illinois, USA.: ISBN 978-1-932633-11-4.
- Asci, H., Ozmen, O., Ellidag, H. Y., Aydin, B., Bas, E., & Yilmaz, N. (2017). The impact of gallic acid on the methotrexate-induced kidney damage in rats. *Journal of Food and Drug Analysis*, 1–8.
- Ayala, F., Echávarri, J. F., & Negueruela, a I. (1997). A New Simplified Method for Measuring the Color of Wines. I. Red and Rosé Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48(3), 357–363.
- Belmiro, T. M. C., Pereira, C. F., & Paim, A. P. S. (2017). Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric distinction by origin. *Microchemical Journal*, 133, 114–120.
- Brasil. (2000). Ministério da Agricultura e do Abastecimento: Instrução Normativa Nº 01, de 7 de Janeiro de 2000. Publicado no Diário Oficial da União de 10/01/2000, Seção 1 , Página 54.
- Brouillard, R., & Dangles, O. (1994). Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging? *Food Chemistry*, 51(4), 365–371.
- Burin, V. M., Falcão, L. D., Gonzaga, L. V., Fett, R., Rosier, J. P., & Bordignon-luiz, M. T. (2010). Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 30(4), 1027–1032.
- Burns, J., Mullen, W., Landrault, N., Teissedre, P. L., Lean, M. E. J., & Crozier, A. (2002). Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from Cabernet Sauvignon and hybrid grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(14), 4096–4102.
- Caliari, V., Burin, V. M., Rosier, J. P., & BordignonLuiz, M. T. (2014). Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. *Food Research International*, 62, 965–973.
- Camargo, U. A, Garcia Maia, J. D., & Ritschel, P. (2010). Novas cultivares brasileiras de uva. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, RS. 64 p. ISBN 978-85-89921-09-1.
- Capone, S., Tufariello, M., & Siciliano, P. (2013). Analytical characterisation of Negroamaro red wines by Aroma Wheels”. *Food Chemistry*, 141(3), 2906–2915.
- Caven-Quantrill, D., & Buglass, A. (2017). Analysis of Volatile Components of Varietal English Wines Using Stir Bar Sorptive Extraction/Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Beverages*, 3(4), 62.
- Chen, A. Y., & Chen, Y. C. (2013). A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention. *Food Chemistry*, 138(4), 2099–2107.
- Corredor, Z., Rodríguez-Ribera, L., Coll, E., Montañés, R., Diaz, J. M., Ballarin, J., ... Pastor, S. (2016). Unfermented grape juice reduce genomic damage on patients undergoing hemodialysis. *Food and Chemical Toxicology*, 92, 1–7.
- Covas, M. I., Gambert, P., Fitó, M., & de la Torre, R. (2010). Wine and oxidative

- stress: Up-to-date evidence of the effects of moderate wine consumption on oxidative damage in humans. *Atherosclerosis*, 208(2), 297–304.
- de Mello, L. M. R. (2017). *Comunicado Técnico 199: Vitivinicultura brasileira: panorama 2016*. Bento Gonçalves, ISSN 1808-6802.
- de Souza Dias, F., Silva, M. F., & David, J. M. (2013). Determination of Quercetin, Gallic Acid, Resveratrol, Catechin and Malvidin in Brazilian Wines Elaborated in the Vale do São Francisco Using Liquid-Liquid Extraction Assisted by Ultrasound and GC-MS. *Food Analytical Methods*, 6(3), 963–968.
- Decendit, A., Mamani-Matsuda, M., Aumont, V., Waffo-Teguo, P., Moynet, D., Boniface, K., ... Mossalayi, M. D. (2013). Malvidin-3-O- β glucoside, major grape anthocyanin, inhibits human macrophage-derived inflammatory mediators and decreases clinical scores in arthritic rats. *Biochemical Pharmacology*, 86(10), 1461–1467.
- Dixon, R. A., & Paiva, N. L. (1995). Stress-Induced Phenylpropanoid Metabolism. *The Plant Cell Online*, 7(7), 1085–1097.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2018). Publicacoes: www.embrapa.br. Retrieved from <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/publicacoes>. Consultado em Março de 2018.
- Fernandes, I., Faria, A., Calhau, C., de Freitas, V., & Mateus, N. (2014). Bioavailability of anthocyanins and derivatives. *Journal of Functional Foods*, 7(1), 54–66.
- Fratantonio, D., Cimino, F., Molonia, M. S., Ferrari, D., Saija, A., Virgili, F., & Speciale, A. (2017). Cyanidin-3-O-glucoside ameliorates palmitate-induced insulin resistance by modulating IRS-1 phosphorylation and release of endothelial derived vasoactive factors. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1862(3), 351–357.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (pp. 19–31). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Gómez-Míguez, M. J., Cacho, J. F., Ferreira, V., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chemistry*, 100(4), 1464–1473.
- González-Barreiro, C., Rial-Otero, R., Cancho-Grande, B., & Simal-Gándara, J. (2015). Wine Aroma Compounds in Grapes: A Critical Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(2), 202–218.
- Gris, E. F., Ferreira, E. A., Falcão, L. D., & Bordignon-Luiz, M. T. (2007). Caffeic acid copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts in model systems. *Food Chemistry*, 100(3), 1289–1296.
- Grujic-Milanovic J, Miloradovic Z, Jovovic Dj, Jacevic V, Milosavljevic I, Milanovic SD, M.-S. N. (2017). The red wine polyphenol, resveratrol improves hemodynamics, oxidative defence and aortal structure in essential and malignant hypertension. *Journal of Functionla Foods* , 34, 266–276.
- Iacopini, P., Baldi, M., Storch, P., & Sebastiani, L. (2008). Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, in vitro antioxidant activity and interactions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(8), 589–598.
- Iriti, M., & Varoni, E. M. (2014). Cardioprotective effects of moderate red wine consumption: Polyphenols vs. ethanol. *Journal of Applied Biomedicine*, 12(4), 193–202.
- Koga, T., & Meydani, M. (2001). Effect of plasma metabolites of (+)-catechin and quercetin on monocyte adhesion to human aortic endothelial cells. *The American*

- Journal of Clinical Nutrition*, 73(5), 941–948.
- Lago-Vanzela, E. S., Procópio, D. P., Fontes, E. A. F., Ramos, A. M., Stringheta, P. C., Da-Silva, R., ... Hermosín-Gutiérrez, I. (2014). Aging of red wines made from hybrid grape cv. BRS Violeta: Effects of accelerated aging conditions on phenolic composition, color and antioxidant activity. *Food Research International*, 56, 182–189.
- Leong, S. Y., Burritt, D. J., & Oey, I. (2016). Evaluation of the anthocyanin release and health-promoting properties of Pinot Noir grape juices after pulsed electric fields. *Food Chemistry*, 196, 833–841.
- Levantesi, G., Marfisi, R., Mozaffarian, D., Franzosi, M. G., Maggioni, A., Nicolosi, G. L., ... Marchioli, R. (2013). Wine consumption and risk of cardiovascular events after myocardial infarction: Results from the GISSI-Prevenzione trial. *International Journal of Cardiology*, 163(3), 282–287.
- Lim, W., Jeong, W., & Song, G. (2016). Delphinidin suppresses proliferation and migration of human ovarian clear cell carcinoma cells through blocking AKT and ERK1/2 MAPK signaling pathways. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 422, 172–181.
- Lima, M. D. S., da Conceição Prudêncio Dutra, M., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Pereira, G. E., de Oliveira, D., ... Ninow, J. L. (2015). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. *Food Chemistry*, 188, 384–392.
- Lima, M. D. S., Silani, I. D. S. V., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Biasoto, A. C. T., Pereira, G. E., ... Ninow, J. L. (2014). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*, 161, 94–103.
- Mackert, J. D., & McIntosh, M. K. (2016). Combination of the anthocyanidins malvidin and peonidin attenuates lipopolysaccharide-mediated inflammatory gene expression in primary human adipocytes. *Nutrition Research*, 36(12), 1353–1360.
- Mateo, J. J., & Jiménez, M. (2000). Monoterpenes in grape juice and wines. *Journal of Chromatography A*, 881(1–2), 557–567.
- Meng, S., Cao, J., Feng, Q., Peng, J., & Hu, Y. (2013). Roles of Chlorogenic Acid on Regulating Glucose and Lipids Metabolism: A Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–11.
- Narduzzi, L., Stanstrup, J., & Mattivi, F. (2015). Comparing Wild American Grapes with *Vitis vinifera*: A Metabolomics Study of Grape Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(30), 6823–6834.
- Natividade, M. M. P., Corrêa, L. C., Souza, S. V. C. de, Pereira, G. E., & Lima, L. C. de O. (2013). Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. *Microchemical Journal*, 110, 665–674.
- NIST (National Institute of Standards and Technology) (2018). Nist Research Library. Retrieved from https://nist.ent.sirsi.net/client/en_US/default/. Consultado em Março de 2018.
- Nixdorf, S. L., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2010). Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. *Analytica Chimica Acta*, 659(1–2), 208–215.
- OIV (International Organisation of Vine and Wine). (2011). *Compendium of international Methods of Wine and must Analysis*. International Organisation of vine and wine. <https://doi.org/ISBN> Volume I : 979-10-91799-65-2

- Pineau, B., Barbe, J. C., Leeuwen, C. Van, & Dubourdieu, D. (2009). Examples of perceptive interactions involved in specific “Red-” and “Black-berry” aromas in red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(9), 3702–3708.
- Rapp, A. (1998). Volatile flavour of wine: correlation between instrumental analysis and sensory perception. *Die Nahrung*, 42(6), 351–363.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, a., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology, The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments: Second Edition. Handbook of Enology, The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments: Second Edition* (Vol. 2). Bordeaux, France.
- Ritschel, P., Garcia Maia, J. D., Almeida Camargo, U., Zanús, M. C., de Souza, R. T., & Martins Fajardo, T. V. (2012). *Comunicado Técnico 125. “BRS Magna” Nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática*. Bento Gonçalves, RS. ISSN 1516-8093.
- Robinson, A. L., Boss, P. K., Solomon, P. S., Trengove, R. D., Heymann, H., & Ebeler, S. E. (2014). Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(1), 1–24.
- Rodrigo, R., Miranda, A., & Vergara, L. (2011). Modulation of endogenous antioxidant system by wine polyphenols in human disease. *Clinica Chimica Acta*, 412(5–6), 410–424.
- Roidoung, S., Dolan, K. D., & Siddiq, M. (2016). Gallic acid as a protective antioxidant against anthocyanin degradation and color loss in vitamin-C fortified cranberry juice. *Food Chemistry*, 210, 422–427.
- Sautter, C. K., Denardin, S., Alves, A. O., Mallmann, C. A., Penna, N. G., & Hecktheuer, L. H. (2005). Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. *Ciência E Tecnologia de Alimentos*, 25(3), 437–442.
- Schlachterman, A., Valle, F., Wall, K. M., Azios, N. G., Castillo, L., Morell, L., ... Dharmawardhane, S. F. (2008). Combined Resveratrol, Quercetin, and Catechin Treatment Reduces Breast Tumor Growth in a Nude Mouse Model. *Translational Oncology*, 1(1), 19–27.
- Slegers, A., Angers, P., Ouellet, É., Truchon, T., & Pedneault, K. (2015). Volatile compounds from grape skin, juice and wine from five interspecific hybrid grape cultivars grown in Québec (Canada) for wine production. *Molecules*, 20(6), 10980–11016.
- Sohanaki, H., Baluchnejadmojarad, T., Nikbakht, F., & Roghani, M. (2016). Pelargonidin improves memory deficit in amyloid β 25-35 rat model of Alzheimer’s disease by inhibition of glial activation, cholinesterase, and oxidative stress. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 83, 85–91.
- Son, J. E., Jeong, H., Kim, H., Kim, Y. A., Lee, E., Lee, H. J., & Lee, K. W. (2014). Pelargonidin attenuates PDGF-BB-induced aortic smooth muscle cell proliferation and migration by direct inhibition of focal adhesion kinase. *Biochemical Pharmacology*, 89(2), 236–245.
- Souto, A. A., Carneiro, M. C., Seferin, M., Senna, M. J. H., Conz, A., & Gobbi, K. (2001). Determination of trans -Resveratrol Concentrations in Brazilian Red Wines by HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14(4), 441–445.
- Sun, C., Zheng, Y., Chen, Q., Tang, X., Jiang, M., Zhang, J., ... Chen, K. (2012). Purification and anti-tumour activity of cyanidin-3-O-glucoside from Chinese bayberry fruit. *Food Chemistry*, 131(4), 1287–1294.
- Sun, Q., Gates, M. J., Lavin, E. H., Acree, T. E., & Sacks, G. L. (2011). Comparison of odor-active compounds in grapes and wines from *vitis vinifera* and non-foxy

- American grape species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(19), 10657–10664.
- Swiegers, J. H., Bartowsky, E. J., Henschke, P. A., & Pretorius, I. S. (2005). Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11(2), 139–173.
- Toaldo, I. M., Cruz, F. A., Alves, T. D. L., de Gois, J. S., Borges, D. L. G., Cunha, H. P., ... Bordignon-Luiz, M. T. (2015). Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. *Food Chemistry*, 173, 527–535.
- Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., & Oliveira, J. M. (2010). Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wines. *Microchemical Journal*, 95(2), 240–246.
- Vişan, L., Dobrinou, R., & Dănilă-Guidea, S. (2015). The Agrobiological Study, Technological and Olfactometry of Some Vine Varieties with Biological Resistance in Southern Romania. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 623–630.
- VIVC (Vitis International Variety Catalogue). (2018). Index: www.vivc.de. Retrieved from <http://www.vivc.de/>. Consultado em Março de 2018.
- Wang, Y., Kang, W., Xu, Y., & Li, J. (2011). Effect of different indigenous yeast β -glucosidases on the liberation of bound aroma compounds. *Journal of the Institute of Brewing*, 117(2), 230–237.
- Xia, E., He, X., Li, H., Wu, S., Li, S., & Deng, G. (2010). Biological Activities of Polyphenols from Grapes. In *Polyphenols in Human Health and Disease* (Vol. 1, pp. 47–58). Elsevier.
- Zang, L.-Y., Cosma, G., Gardner, H., Shi, X., Castranova, V., & Vallyathan, V. (2000). Effect of antioxidant protection by p-coumaric acid on low-density lipoprotein cholesterol oxidation. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 279(4), C954–C960.
- Zoecklein, B. W., Wolf, T. K., Pélanne, L., Miller, M. K., & Birkenmaier, S. S. (2008). Effect of Vertical Shoot-Positioned, Smart-Dyson, and Geneva Double-Curtain Training Systems on Viognier Grape and Wine Composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59(1), 11 LP-21.

CAPÍTULO 2 - AMINAS BIOGÊNICAS E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES EM VINHOS TINTOS E SUCOS DE UVAS HÍBRIDAS

Autor: Hector Alonzo Gomez Gomez

RESUMO

Aminas biogênicas (ABs) são compostos nitrogenados de baixo peso molecular, regularmente encontradas em vinhos tintos e sucos de uva. Esses compostos têm sido usados como marcadores de qualidade. Estas moléculas têm funções biológicas no organismo humano, embora a ingestão excessiva possa levar a vários problemas de saúde. Levando em conta que a cultivar, métodos de processamento e o clima da região de produção são fatores que afetam os níveis de ABs em bebidas, o objetivo deste estudo foi quantificar as ABs em sucos e vinhos tintos elaborados a partir de uvas híbridas. Além disso, os compostos fenólicos e a capacidade antioxidante dessas bebidas foram avaliados. Em ambas as bebidas, putrescina e espermina foram as principais ABs encontradas. Os maiores teores de aminas foram encontrados nos sucos BRS Violeta (26,74 mg/L) e BRS Cora (24,47 mg/L) e nos vinhos BRS Carmem (68,96 mg/L) e Seleção 34 (104,24 mg/L). Aminas com ação benéfica para os consumidores como espermina foram encontradas em níveis mais elevados em vinhos (0,16 - 34,08 mg/L) e sucos (0,72 - 14,38 mg/L); enquanto aminas alergênicas como histamina, tiramina e cadaverina foram encontradas em baixos níveis. Em sucos, a tiramina foi a AB mais abundante, ocorrendo a maior concentração na bebida elaborada com uva BRS Rúbea (1,56 mg/L), e em vinhos BRS Carmen (3,55 mg/L), a histamina ocorreu em maiores níveis. Os valores encontrados para fenóis totais em vinhos (150,89 - 827,05 mg/L) foram notavelmente maiores do que em sucos (166,36 - 439,79 mg/L), o que ajuda explicar a maior capacidade antioxidante dos vinhos. Bebidas elaboradas com BRS Violeta mostraram maiores conteúdos de compostos fenólicos e de serotonina mono-hidratada, e estes valores se refletem na capacidade antioxidante, tanto em suco (34,52 % de inibição do DPPH e 47,27 mM de Fe/L), quanto para vinhos (66,34 % de inibição do DPPH e 77,24 mM de Fe/L). O vinho Seleção 13 apresentou altos conteúdos de cloridrato de serotonina (4,71 mg/L) e alta porcentagem de inibição do DPPH (71,42%). Com base nesses resultados, podemos concluir que estas uvas

híbridas introduzidas e desenvolvidas no Brasil, assim como, o processamento (vinho e suco), influenciam diretamente nos níveis de compostos bioativos e na capacidade antioxidante no vinho tinto e no suco. As cultivares de videira analisadas têm um grande potencial para produção de vinho tinto e suco de alta qualidade.

Palavras-chave: Poliaminas. Histamina. *Vitis* spp. Melhoramento genético. Antioxidantes. Fenóis.

BIOGENIC AMINES AND ANTIOXIDANT PROPERTIES IN HYBRID GRAPES RED WINES AND JUICES

ABSTRACT

Biogenic amines (BA) are nitrogenated compounds of low molecular weight, normally found in red wines and grape juices. These compounds have been used as quality markers. These molecules have biological functions on the human organism, even though the excessive ingestion can lead to many health problems. Considering that the cultivar, grape processing and the climate of the production region are the most important factors that affect the BA levels in beverages, the aim of this study was to quantify the BA in juices and red wines elaborated from hybrid grapes. In addition, the phenolic compounds and the antioxidant capacity of these beverages were evaluated. The highest BA content were found in the BRS Violeta (26.74 mg/L) and BRS Cora (24.47 mg/L) juices and in the BRS Carmem (68.96 mg/L) and 'Seleção 34' (104.24 mg/L) wines. Amines with beneficial action for the consumers as the spermine were found in higher levels in wines (0.16-34.08 mg/L) and juices (0.72-14.38 mg/L); while allergenic amines such as histamine, tyramine and cadaverine were found in low levels. In juices, the tyramine was the most abundant BA, occurring the highest concentration in the beverage elaborated with the BRS Rúbea grape (1.56 mg/L), and the histamine occurred in higher levels in BRS Carmem wines (3.55). The values found for total phenols in wines (150.89-827.05 mg/L) were notably higher than in juices (166.36-439.79 mg/L), which helps to explain the higher antioxidant capacity of the wines. Beverages elaborated with BRS Violeta showed higher phenolic compounds and mono-hydrated serotonin contents, and these values reflect in the antioxidant capacity, both in juices (34.52 % of DPPH inhibition and

47.27 mM Fe/L), and in wines (66.34 % of DPPH inhibition and 77.24 mM Fe/L). The 'Seleção 13' wine presented high contents of serotonin hydrochloride (4.71 mg/L) and high percentage of DPPH inhibition (71.42%). Based on these results, we can conclude that these hybrid grapes introduced and developed in Brazil, as well as the processing (wine and juice), influence directly on the bioactive compounds levels and on the antioxidant capacity of red wine and juice. The vine cultivars analyzed have a great potential for the production of high quality red wine and juice.

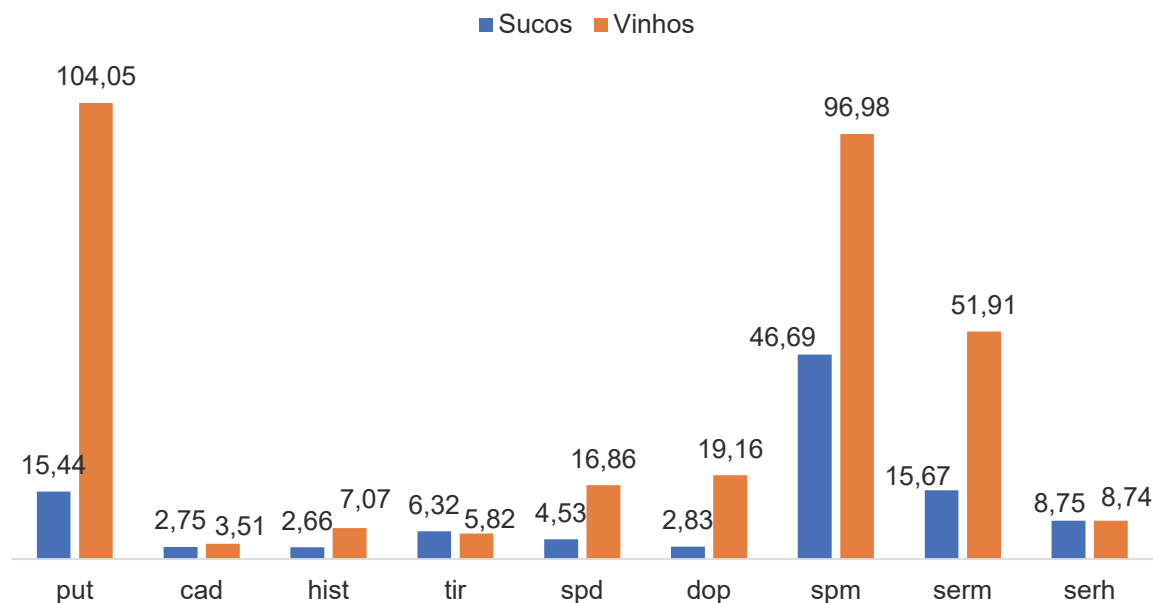
Keywords: Polyamines, histamine, *Vitis* spp., genetic improvement, antioxidants, phenols.

2.1 INTRODUÇÃO

O vinho e os sucos de uva são uma mistura complexa de centenas de moléculas, algumas delas mostrando propriedades biológicas importantes, enquanto outras estão principalmente associadas com suas características organolépticas (Restuccia et al., 2017). Entre as classes químicas da uva e seus derivados, (poli) fenóis e aminas biogênicas estão sendo investigados pela sua influência crucial sobre a qualidade, segurança e características nutracêuticas (Rathi & Rajput, 2014). A composição fenólica e/ou amínica correlaciona-se com fatores importantes, como propriedades organolépticas, práticas de vinificação e variedades de uva (Ancín-Azpilicueta et al., 2008; Makris, Kallithraka, & Kefalas, 2006).

Especificamente, componentes como os compostos fenólicos, parecem ser os principais responsáveis pelos efeitos protetores do vinho contra o estresse oxidativo e/ou espécies reativas do oxigênio (ROS), que são consideradas a principal causa de diferentes doenças cardiovasculares e doenças degenerativas (Biasi et al., 2014). Os principais flavonoides presentes em uvas e seus derivados incluem várias classes, como os flavanois (epi-catequina), flavonols (p.ex., miricetina e quercetina) e antocianinas (p.ex., malvidina-3-glicosídeo), enquanto compostos não flavonoides presentes em vinho são os ácidos fenólicos, fenóis e estilbenos (Caridi et al., 2017; Kammerer & Carle, 2009).

Algumas aminas biogênicas também possuem propriedades antioxidantes em alimentos e bebidas (Toro-Funes et al., 2013). As AB são moléculas nitrogenadas sintetizadas a partir de diferentes aminoácidos e cada uma delas desenvolve papéis

Figura 4 - Teor médio de aminas bioativas (mg/L) em sucos e vinhos

(Isabel, Bordô e BRS CC30) apresentaram os maiores teores de BA. Estes resultados demonstram que a uva utilizada na elaboração das bebidas está altamente relacionada à presença de aminas biogênicas totais e também individuais, tanto em vinhos, como em sucos de uva.

CONCLUSÃO

As bebidas obtidas de uvas BRS Violeta, no geral, são as que possuem maior atividade antioxidante, possuindo maiores teores dos compostos bioativos analisados, valor bastante superior as bebidas feitas com a Isabel, a qual é a mais utilizada pela indústria de suco atualmente no país. Esta atividade antioxidante encontrada nos sucos e vinhos pode ser atribuída, tanto aos compostos fenólicos, como às aminas, principalmente a serotonina, que apresenta forte correlação positiva com a atividade antioxidante, independentemente do tipo de bebida analisada. Além da BRS Violeta, o suco BRS Cora também se destaca pelo teor de aminas e atividade antioxidante, bem como os vinhos BRS Carmem e os vinhos obtidos das Seleções (13 e 34), os quais mostram resultados bastante promissores pelos elevados teores de aminas bioativas (dopamina), teor de compostos fenólicos e por suas propriedades antioxidantes.

REFERÊNCIAS

- Agustini, B. C., Lima, D. B. de, & Bonfim, T. M. B. (2014). Composition of amino acids and bioactive amines in common wines of Brazil. *Acta Scientiarum. Health Science*, 36(2), 225.
- Ancín-Azpilicueta, C., González-Marco, A., & Jiménez-Moreno, N. (2008). Current knowledge about the presence of amines in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(3), 257–275.
- Bajwa, V. S., Shukla, M. R., Sherif, S. M., Murch, S. J., & Saxena, P. K. (2015). Identification and characterization of serotonin as an anti-browning compound of apple and pear. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 183–189.
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76.
- Bettuzzi, S., Davalli, P., Astancolle, S., Pinna, C., Roncaglia, R., Boraldi, F., ... Corti, A. (1999). Coordinate changes of polyamine metabolism regulatory proteins during the cell cycle of normal human dermal fibroblasts. *FEBS Letters*, 446(1), 18–22.
- Biasi, F., Deiana, M., Guina, T., Gamba, P., Leonarduzzi, G., & Poli, G. (2014). Wine consumption and intestinal redox homeostasis. *Redox Biology*, 2(1), 795–802.
- Bovercid, S., Iquierdopulido, M., Marinefont, A., & Vidalcarou, M. (2006). Biogenic mono-, di- and polyamine contents in Spanish wines and influence of a limited irrigation. *Food Chemistry*, 96(1), 43–47.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Caridi, A., Sidari, R., Giuffrè, A. M., Pellicanò, T. M., Sicari, V., Zappia, C., & Poiana, M. (2017). Test of four generations of *Saccharomyces cerevisiae* concerning their effect on antioxidant phenolic compounds in wine. *European Food Research and Technology*, 243(7), 1287–1294.
- Cecchini, F., & Morassut, M. (2010). Effect of grape storage time on biogenic amines content in must. *Food Chemistry*, 123(2), 263–268.
- Cools, R. (2008). Role of dopamine in the motivational and cognitive control of behavior. *The Neuroscientist: A Review Journal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry*, 14(4), 381–395.
- Cunha, S. C., Faria, M. A., & Fernandes, J. O. (2011). Gas chromatography-mass spectrometry assessment of amines in port wine and grape juice after fast chloroformate extraction/derivatization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(16), 8742–8753.
- Dadáková, E., Křížek, M., & Pelikánová, T. (2009). Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). *Food Chemistry*, 116(1), 365–370.
- Dadáková, E., Pelikánová, T., & Kalač, P. (2009). Content of biogenic amines and polyamines in some species of European wild-growing edible mushrooms. *European Food Research and Technology*, 230(1), 163–171.
- Davidson, N. E., Hahm, H. A., McCloskey, D. E., Woster, P. M., & Casero, R. A.

- (1999). Clinical aspects of cell death in breast cancer: The polyamine pathway as a new target for treatment. *Endocrine-Related Cancer*, 6(1), 69–73.
- de la Torre, R., Covas, M. I., Pujadas, M. A., Fitó, M., & Farré, M. (2006). Is dopamine behind the health benefits of red wine? *European Journal of Nutrition*, 45(5), 307–310.
- Del Prete, V., Costantini, A., Cecchini, F., Morassut, M., & Garcia-Moruno, E. (2009). Occurrence of biogenic amines in wine: The role of grapes. *Food Chemistry*, 112(2), 474–481.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2018). publicacoes @ www.embrapa.br. Retrieved from <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/publicacoes>. Consultado em Março de 2018.
- Flores, H. E., & Galston, A. W. (1982). Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. *Plant Physiology*, 69(3), 701–706.
- García-Faroldi, G., Rodríguez, C. E., Urdiales, J., Pérez-Pomares, J., Dávila, J., Pejler, G., ... Fajardo, I. (2010). Polyamines are present in mast cell secretory granules and are important for granule homeostasis. *PLOS ONE*, 5(11).
- García-Villar, N., Hernández-Cassou, S., & Saurina, J. (2007). Characterization of wines through the biogenic amine contents using chromatographic techniques and chemometric data analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(18), 7453–7461.
- Gardini, F., Özogul, Y., Suzzi, G., Tabanelli, G., & Özogul, F. (2016). Technological factors affecting biogenic amine content in foods: A review. *Frontiers in Microbiology*, 7 (AUG), 1–18.
- Glória, M. B. A., & Vieira, S. M. (2007). Technological and Toxicological Significance of Bioactive Amines in Grapes and Wines. Food, Global Science Books, Reino Unido, 1(2), 258-270.
- Groppa, M. D., Tomaro, M. L., & Benavides, M. P. (2007). Polyamines and heavy metal stress: the antioxidant behavior of spermine in cadmium- and copper-treated wheat leaves. *Biometals : An International Journal on the Role of Metal Ions in Biology, Biochemistry, and Medicine*, 20(2), 185–195.
- Guilford, J. M., & Pezzuto, J. M. (2011). Wine and health: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(4), 471–486.
- Halpern, G. M. (2008). A celebration of wine: Wine IS medicine. *Inflammopharmacology*, 16(5), 240–244.
- Hernández-Orte, P., Lapeña, A. C., Peña-Gallego, A., Astrain, J., Baron, C., Pardo, I., ... Ferreira, V. (2008). Biogenic amine determination in wine fermented in oak barrels: Factors affecting formation. *Food Research International*, 41(7), 697–706.
- Kammerer, D. R., & Carle, R. (2009). Evolution of polyphenols during vinification and wine storage. *Functional Plant Science and Biotechnology*, 3 (Special Issue 1), 46–59.
- Kanazawa, K., & Sakakibara, H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in cavendish banana. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3), 844–848.
- Konakovsky, V., Focke, M., Hoffmann-Sommergruber, K., Schmid, R., Scheiner, O., Moser, P., ... Hemmer, W. (2011). Levels of histamine and other biogenic amines in high-quality red wines. *Food Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 28(4), 408–416.
- Lago-Vanzela, E. S., Rebello, L. P. G., Ramos, A. M., Stringheta, P. C., Da-Silva, R., García-Romero, E., ... Hermosín-Gutiérrez, I. (2013). Chromatic characteristics

- and color-related phenolic composition of Brazilian young red wines made from the hybrid grape cultivar BRS Violeta ("BRS Rúbea"×"IAC 1398-21"). *Food Research International*, 54(1), 33–43.
- Lima, G. P. P., Da Rocha, S. A., Takaki, M., Ramos, P. R. R., & Ono, E. O. (2008). Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(10), 1838–1843.
- Lima, M. D. S., Silani, I. D. S. V., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Biasoto, A. C. T., Pereira, G. E., ... Ninow, J. L. (2014). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*, 161, 94–103.
- Linares, D. M., del Rio, B., Redruello, B., Ladero, V., Martín, M. C., Fernandez, M., ... Alvarez, M. A. (2016). Comparative analysis of the in vitro cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. *Food Chemistry*, 197, 658–663.
- Lindberg, M. L., & Amsterdam, E. A. (2008). Alcohol, wine, and cardiovascular health. *Clinical Cardiology*, 31(8), 347–351.
- Makris, D. P., Kallithraka, S., & Kefalas, P. (2006). Flavonols in grapes, grape products and wines: Burden, profile and influential parameters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(5), 396–404.
- Minussi, R. C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G. M., & Durán, N. (2003). Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82(3), 409–416.
- Nassur, R. de C. M. R., Pereira, G. E., Alves, J. A., & Lima, L. C. de O. (2014). Chemical characteristics of grape juices from different cultivar and rootstock combinations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(7), 540–545.
- Natividade, M. M. P., Corrêa, L. C., Souza, S. V. C. de, Pereira, G. E., & Lima, L. C. de O. (2013). Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. *Microchemical Journal*, 110, 665–674.
- Nixdorf, S. L., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2010). Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. *Analytica Chimica Acta*, 659(1–2), 208–215.
- OIV (International Organisation of Vine and Wine). (2011). *Compendium of international Methods of Wine and must Analysis*. International Organisation of vine and wine.
- Ortega-Heras, M., Pérez-Magariño, S., Del-Villar-Garrachón, V., González-Huerta, C., Moro Gonzalez, L. C., Guadarrama Rodríguez, A., ... Martín de la Helguera, S. (2014). Study of the effect of vintage, maturity degree, and irrigation on the amino acid and biogenic amine content of a white wine from the Verdejo variety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(10), 2073–2082.
- Patil, S. A., Apine, O. A., Surwase, S. N., & Jadhav, J. P. (2013). Biological sources of L-DOPA: An alternative approach. *Advances in Parkinson's Disease*, 2(3), 81–87.
- Preti, R., Vieri, S., & Vinci, G. (2016). Biogenic amine profiles and antioxidant properties of Italian red wines from different price categories. *Journal of Food Composition and Analysis*, 46, 7–14.

- Rai, K. P., Pradhan, H. R. A. M., Sharma, B. A. L. K., & Rijal, S. O. M. K. (2013). Histamine in Foods : Its Safety and Human Health Implications. *Journal of Food Science Technology*, 8, 1–11.
- Rathi, P., & Rajput, C. S. (2014). Mini Review Antioxidant Potential of Grapes (*Vitis vinifera*): A Review. *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, 4(2), 102–104.
- Restuccia, D., Sicari, V., Pellicanò, T. M., Spizzirri, U. G., & Loizzo, M. R. (2017). The impact of cultivar on polyphenol and biogenic amine profiles in Calabrian red grapes during winemaking. *Food Research International*, 102 (August), 303–312.
- Rodriguez-Naranjo, M. I., Ordóñez, J. L., Callejón, R. M., Cantos-Villar, E., & Garcia-Parrilla, M. C. (2013). Melatonin is formed during winemaking at safe levels of biogenic amines. *Food and Chemical Toxicology*, 57, 140–146.
- Shalaby, A. R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7), 675–690.
- Souza, S. C., Theodoro, K. H., Souza, É. R., Da Motta, S., & Glória, M. B. A. (2005). Bioactive amines in Brazilian wines: Types, levels and correlation with physico-chemical parameters. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1), 53–62.
- Tassoni, A., Tango, N., & Ferri, M. (2013). Comparison of biogenic amine and polyphenol profiles of grape berries and wines obtained following conventional, organic and biodynamic agricultural and oenological practices. *Food Chemistry*, 139(1–4), 405–413.
- Tofalo, R., Perpetuini, G., Schirone, M., & Suzzi, G. (2016). *Biogenic Amines: Toxicology and Health Effect*. *Encyclopedia of Food and Health* (1st ed.). Elsevier Ltd.
- Toro-Funes, N., Bosch-Fusté, J., Veciana-Nogués, M. T., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M. C. (2013). In vitro antioxidant activity of dietary polyamines. *Food Research International*, 51(1), 141–147.
- Vilas Boas, A. C., Henrique, P. D. C., Lima, L. C. D. O., & Neto, A. D. (2014). and Organic Acids 480 Antioxidant Activity , Boas , Content of Grape Juices Produced in Southwest of Minas. *Ciência E Agrotecnologia*, 38(5), 480–486.
- VIVC (Vitis International Variety Catalogue). (2018). index @ www.vivc.de. Retrieved from <http://www.vivc.de/>. Consultado em Março de 2018.
- Voigt, J. P., & Fink, H. (2015). Serotonin controlling feeding and satiety. *Behavioural Brain Research*, 277, 14–31.

CAPITULO 3 - BEBIDAS DERIVADAS DE UVA: DETECÇÃO DE ADULTERAÇÕES E SEU IMPACTO NA QUALIDADE

Autor: Hector Alonzo Gomez Gomez

RESUMO

Análises isotópicas e cromatográficas, como determinação dos compostos fenólicos e aminas biogênicas, têm sido aplicadas para investigar adulterações em diferentes formulações de sucos de uva e vinhos. Estas bebidas quando produzidas exclusivamente a partir de uvas contêm compostos bioativos com propriedades funcionais comprovadas. No entanto, quando os carboidratos de outras fontes são adicionados durante o processo de produção, a qualidade das bebidas pode ser afetada. Desta forma, a análise isotópica, bem como a determinação de compostos fenólicos e aminas biogênicas foram realizadas com o objetivo de verificar adulterações e a qualidade funcional de sucos e vinhos produzidos com uvas *Vitis vinifera* e híbridas. Quanto às análises isotópicas, apenas o néctar, dentre as bebidas estudadas, apresentou a adição de carbono de plantas com a via de fixação de carbono C4. Como esperado, os níveis de aminas biogênicas e compostos fenólicos foram variáveis entre as amostras, e as recomendações para os consumidores devem ser feitas considerando várias condições, tais como estado fisiológico, idade, consumo, entre outros. Análises cromatográficas de antocianinas e aminas biogênicas, bem como análises isotópicas, podem ser aplicadas como ferramentas para detectar adulteração, qualidade de produção e autenticidade de bebidas derivadas de uva.

Palavras-chave: Compostos fenólicos. Aminas biogênicas. Análises isotópicas. Suco de uva, vinho tinto.

GRAPE-DERIVED BEVERAGES: SCREENING FOR ADULTERATIONS AND ITS IMPACT ON QUALITY

ABSTRACT

Isotopic and chromatographic analysis, such as phenolic compounds and biogenic amines, have been applied to investigate adulterations in different grape juices formulations and wines. These beverages when produced exclusively from grapes contain bioactive compounds with proven functional properties. However, when carbohydrates from other sources are added during production process, the beverages quality may be affected. In this way, the isotopic analysis, as well as the determination of phenolic compounds and biogenic amines were performed with the aim of verify adulterations and the functional quality of juices and wines produced with *Vitis vinifera* and hybrid grapes. Regarding the isotopic analyses, only the nectar, among the beverages studied, presented the addition of carbon of plants with C4 carbon fixation pathway. As expected, the levels of biogenic amines and phenolic compounds were variable between samples, and recommendations for consumers should be made considering several conditions, such as physiological state, age, consumption, among others. Chromatographic analysis of anthocyanins and biogenic amines, as well as isotopic analyses, can be applied as tools to detect adulteration, production quality and authenticity of grape derived beverages.

Keywords: Phenolic compounds. Biogenic amines. Isotopic analyses. Grape juice, Red wine.

3.1 INTRODUÇÃO

O consumo de suco de uva vem aumentando em todo o mundo pelos benefícios da ação antioxidante conferida pelos compostos fenólicos e outras moléculas. No entanto, muitas vezes, os carboidratos de outras fontes, como a de cana-de-açúcar, são adicionados durante o processo de produção das bebidas e podem reduzir sua atividade antioxidante. Para identificar adulterações que diminuam a qualidade, a análise isotópica é utilizada para detectar a autenticidade de bebidas alcoólicas e não alcoólicas. Aplicando esta técnica é possível determinar a concentração de carbono em relação às plantas do ciclo fotossintético C3 (como

Os resultados obtidos a partir da correlação de Pearson (dados não mostrados) significam que um maior conteúdo de AB poderia estar relacionado ao maior conteúdo de fenóis. A correlação obtida também demonstra que altos valores de pH estão relacionados ao aumento da atividade de algumas bactérias que sintetizam AB. O pH baixo inibe o metabolismo de alguns microrganismos e, como consequência, não há formação de AB (Landete et al., 2005). Além disso, condições edafoclimáticas da região de cultivo e condições higiênicas da uva antes do processamento podem colaborar com alterações na via sintética de AB e com variações de pH, influenciando os níveis de compostos fenólicos.

CONCLUSÃO

As propriedades funcionais das bebidas derivadas das uvas, alcoólicas e não alcoólicas, foram confirmadas pelos altos níveis de compostos fenólicos e amins biogênicas. Todas as bebidas avaliadas apresentaram um perfil distinto de compostos fenólicos e amins biogênicas. Vinhos de *V. vinifera* (CSW e MW), que contêm principalmente carbono de plantas do ciclo fotossintético C3, apresentaram as maiores concentrações de compostos fenólicos totais e amins biogênicas totais. Serotonina, espermina e putrescina foram as amins mais representativas, enquanto os teores de histamina, tiramina e cadaverina foram baixos, demonstrando a baixa contaminação, com níveis abaixo do que foi reportado como prejudicial à saúde humana.

Os vinhos de uvas híbridas, com mais de 20% de carbono C4, contêm menores teores de amins biogênicas totais. A putrescina foi o AB predominante e valores indesejáveis de histamina e cadaverina foram observados, enquanto a tiramina ocorre apenas em YW1. Os vinhos YW1 e YW2, os dois sucos integrais comerciais e o suco elaborado com uvas BRS Cora contêm o maior teor de antocianinas. BRS Cora também contém valores significativos de catequina. No néctar, há o maior percentual de carbono das plantas C4, com baixos teores de AB e antocianinas, apesar de apresentar o teor de SS semelhante ao dos sucos integrais, resultado atribuído à adição de sacarose da cana-de-açúcar. O néctar de baixa caloria contém apenas açúcar de plantas C3, mostrando ausência de adulteração.

Assim, o perfil de antocianinas, os níveis de aminas biogênicas e as análises isotópicas podem ser aplicados como ferramentas para detectar adulteração, qualidade de produção e autenticidade de bebidas derivadas de uva.

Conflitos de interesse

Os autores declararam não haver conflitos de interesse.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), concessão 2016/22665-2 e do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), concessão 305177/2015-0.

REFERÊNCIAS

- Asci, H., Ozmen, O., Ellidag, H. Y., Aydin, B., Bas, E., & Yilmaz, N. (2017). The impact of gallic acid on the methotrexate-induced kidney damage in rats. *Journal of Food and Drug Analysis*, 1–8.
- Belmiro, T. M. C., Pereira, C. F., & Paim, A. P. S. (2017). Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric distinction by origin. *Microchemical Journal*, 133, 114–120.
- Bovercid, S., Iquierdopulido, M., Marinefont, A., & Vidalcarou, M. (2006). Biogenic mono-, di- and polyamine contents in Spanish wines and influence of a limited irrigation. *Food Chemistry*, 96(1), 43–47.
- Brasil. (2016). Ministério de Agricultura e Abastecimento. Portaria nº43, 30, 1–21. Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e derivados da uva e do vinho e definem a classificação das variedades de uvas. Diário Oficial da União.
- Busto, O., Guasch, J., & Borrull, F. (1996). Biogenic amines in wine : a review of analytical methods. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 30(2), 85–101.
- Burin, V. M., Falcão, L. D., Gonzaga, L. V., Fett, R., Rosier, J. P., & Bordignon-Luiz, M. T. (2010). Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 30(4), 1027–1032.
- Burin, V. M., Ferreira-Lima, N. E., Panceri, C. P., & Bordignon-Luiz, M. T. (2014). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. *Microchemical Journal*, 114, 155–163.
- Burns, J., Mullen, W., Landrault, N., Teissedre, P. L., Lean, M. E. J., & Crozier, A. (2002). Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from Cabernet Sauvignon and hybrid grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(14), 4096–4102.

- Cecchini, F., & Morassut, M. (2010). Effect of grape storage time on biogenic amines content in must. *Food Chemistry*, 123(2), 263–268.
- Dadáková, E., Křížek, M., & Pelikánová, T. (2009). Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). *Food Chemistry*, 116(1), 365–370.
- de Andrade, R. H. S., Do Nascimento, L. S., Pereira, G. E., Hallwass, F., & Paim, A. P. S. (2013). Anthocyanic composition of Brazilian red wines and use of HPLC-UV-Vis associated to chemometrics to distinguish wines from different regions. *Microchemical Journal*, 110, 256–262.
- de la Torre, R., Covas, M. I., Pujadas, M. A., Fitó, M., & Farré, M. (2006). Is dopamine behind the health benefits of red wine? *European Journal of Nutrition*, 45(5), 307–310.
- Dias, F. D. S., & Silva, M. F. (2013). Determination of quercetin , gallic acid , resveratrol , catechin and malvidin in brazilian wines elaborated in the Vale do São Francisco using liquid – liquid extraction assisted by ultrasound and GC-MS, 963–968.
- Flores, H. E., & Galston, A. W. (1982). Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. *Plant Physiology*, 69(3), 701–6.
- Granato, D., Koot, A., Schnitzler, E., & van Ruth, S. M. (2015). Authentication of geographical origin and crop system of grape juices by phenolic compounds and antioxidant activity using chemometrics. *Journal of Food Science*, 80(3), C584–C593.
- IOV - International organisation of vine and wine. (2011). *Compendium of international Methods of Wine and must Analysis. International Organisation of vine and wine*. Volume I : 979-10-91799-65-2.
- Jemai, H., Feki, a. E. L., & Sayadi, S. (2009). Antidiabetic and antioxidant effects of hydroxytyrosol and oleuropein from olive leaves in alloxan-diabetic rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(19), 8798–8804.
- Koziet, J., Rossmann, A., Martin, G. J., & Ashurts, P. R. (1993). Determination of carbon-13 content of sugars of fruit and vegetable juices. A European inter-laboratory comparison. *Analytica Chimica Acta*, 271(1), 31–38.
- Landete, J. M., Ferrer, S., Polo, L., & Pardo, I. (2005). Biogenic amines in wines from three Spanish regions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(4), 1119–1124.
- Lima, G. P. P., Da Rocha, S. A., Takaki, M., Ramos, P. R. R., & Ono, E. O. (2008). Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(10), 1838–1843.
- Linares, D. M., del Rio, B., Redruello, B., Ladero, V., Martin, M. C., Fernandez, M., ... Alvarez, M. A. (2016). Comparative analysis of the in vitro cytotoxicity of the dietary biogenic amines tyramine and histamine. *Food Chemistry*, 197, 658–663.
- Minussi, R. C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G. M., & Durán, N. (2003). Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*, 82(3), 409–416.
- Moreno-Arribas, M. V., & Polo, M. C. (2009). *Wine chemistry and biochemistry. Wine Chemistry and Biochemistry*. (pp. 1–728). New York: Springer Science + Business Media LLC.
- Natividade, M. M. P., Corrêa, L. C., Souza, S. V. C. de, Pereira, G. E., & Lima, L. C.

- de O. (2013). Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. *Microchemical Journal*, 110, 665–674.
- Nixdorf, S. L., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2010). Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. *Analytica Chimica Acta*, 659(1–2), 208–215.
- Preti, R., Bernacchia, R., & Vinci, G. (2016). Chemometric evaluation of biogenic amines in commercial fruit juices. *European Food Research and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2701-5>
- Preti, R., Vieri, S., & Vinci, G. (2016). Biogenic amine profiles and antioxidant properties of Italian red wines from different price categories. *Journal of Food Composition and Analysis*, 46, 7–14.
- Rodriguez-Naranjo, M. I., Ordóñez, J. L., Callejón, R. M., Cantos-Villar, E., & Garcia-Parrilla, M. C. (2013). Melatonin is formed during winemaking at safe levels of biogenic amines. *Food and Chemical Toxicology*, 57, 140–146.
- Sen, I., & Tokatli, F. (2014). Authenticity of wines made with economically important grape varieties grown in Anatolia by their phenolic profiles. *Food Control*, 46, 446–454.
- Shukitt-Hale, B., Carey, A., Simon, L., Mark, D. A., & Joseph, J. A. (2006). Effects of Concord grape juice on cognitive and motor deficits in aging. *Nutrition*, 22(3), 295–302.
- Souto, A. A., Carneiro, M. C., Seferin, M., Senna, M. J. H., Conz, A., & Gobbi, K. (2001). Determination of trans -resveratrol concentrations in brazilian red wines by HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14(4), 441–445.
- Souza, S. C., Theodoro, K. H., Souza, É. R., Da Motta, S., & Glória, M. B. A. (2005). Bioactive amines in brazilian wines: types, levels and correlation with physico-chemical parameters. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(1), 53–62.
- ten Brink, B., Damink, C., Joosten, H. M. L. J., & Huis in 't Veld, J. H. J. (1990). Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 11(1), 73–84.
- Toaldo, I. M., Cruz, F. A., Alves, T. D. L., de Gois, J. S., Borges, D. L. G., Cunha, H. P., ... Bordignon-Luiz, M. T. (2015). Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. *Food Chemistry*, 173, 527–535.
- Tofalo, R., Perpetuini, G., Schirone, M., & Suzzi, G. (2016). *Biogenic Amines: Toxicology and Health Effect. Encyclopedia of Food and Health* (1st ed.). Elsevier Ltd.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando novas alternativas tecnológicas na vitivinicultura através do melhoramento genético é possível desenvolver novos materiais adaptáveis às diferentes condições edafoclimáticas, com capacidade de resistência a problemas fitossanitários e desta maneira contribuir para a ampliação do cultivo desses recursos genéticos da videira no Brasil. Além de focalizar nas atividades produtivas e de adaptabilidade desses materiais, é necessário, identificar, quantificar e aprofundar nos parâmetros de qualidade que o consumidor dos produtos processados espera encontrar nesse tipo de alimento.

Vinhos tintos e sucos de uva são apetecíveis em grande porcentagem pelas altas concentrações dos compostos fenólicos e a sua comprovada atividade antioxidante, característica que distingue estes alimentos dos demais. No caso do perfil de substâncias voláteis fornecem o aroma característico destas bebidas que influenciam diretamente na aceitabilidade pelo consumidor. De igual forma as aminas biogênicas, que dependendo do tipo e concentração pode significar um benefício ou um problema para o consumidor. Portanto, esses grupos de compostos são frequentemente usados como indicadores químicos de qualidade que servem para orientar às pesquisas dependendo dos interesses.

Os resultados deste trabalho sugerem um bom posicionamento de materiais híbridos de videiras desenvolvidos no Brasil, de igual forma os materiais introduzidos, adaptados com bom sucesso. Os perfis interessantes de compostos fenólicos, atividade antioxidante, cor e aminas biogênicas e de substâncias voláteis indicam o grande potencial destas uvas para uso na elaboração de bebidas, seja individualmente ou por meio de cortes com mais de uma uva. O atual trabalho possibilitou resultados similares ou melhores em compostos quando comparado aos cultivares clássicos usados na elaboração de produtos de uva, permitindo indicar estes alimentos como boas fontes de moléculas bioativas, de maneira a garantir produtos de ótima qualidade com maior abrangência e preferência pelos produtos nacionais.

REFERÊNCIAS

- BETTUZZI, S. et al. Coordinate changes of polyamine metabolism regulatory proteins during the cell cycle of normal human dermal fibroblasts. **FEBS Letters**, v. 446, n. 1, p. 18-22, 1999. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(99\)00182-9](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(99)00182-9)>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- BORGES, R. et al. Avaliação sensorial de suco de uva cv. Isabel em cortes com diferentes cultivares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe1, p. 584-591, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500080>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- BOVERCID, S. et al. Biogenic mono-, di- and polyamine contents in Spanish wines and influence of a limited irrigation. **Food Chemistry**, v. 96, n. 1, p. 43-47, maio 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.054>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- BURIN, V. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of Vitis vinifera and Vitis labrusca grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155-163, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.microc.2013.12.014>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- BUSTO, O., GUASCH, J., & BORRULL, F. (1996). Biogenic amines in wine : a review of analytical methods. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, 30(2), 85-101. Disponível em: <<https://doi.org/10.20870/oenone.1996.30.2.1106>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- CAMARGO, U. A, GARCIA MAIA, J. D., & RITSCHER, P. (2010). Novas cultivares brasileiras de uva. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, RS. 64 p. ISBN 978-85-89921-09-1.
- CASASSA, L. F.; BOLCATO, E. A.; SARI, S. E. Chemical, chromatic, and sensory attributes of 6 red wines produced with prefermentative cold soak. **Food Chemistry**, v. 174, p. 110-118, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.146>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- CECCHINI, F.; MORASSUT, M. Effect of grape storage time on biogenic amines content in must. **Food Chemistry**, v. 123, n. 2, p. 263-268, nov. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.026>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- CHEN, A. Y.; CHEN, Y. C. A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention. **Food Chemistry**, v. 138, n. 4, p. 2099-2107, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.139>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- CLIFF, M. A.; KING, M. C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v. 40, n. 1, p. 92–100, jan. 2007. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.08.002>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

COOLS, R. Role of dopamine in the motivational and cognitive control of behavior. **The Neuroscientist : a review journal bringing neurobiology, neurology and psychiatry**, v. 14, n. 4, p. 381–395, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1073858408317009>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

CORREDOR, Z. et al. Unfermented grape juice reduce genomic damage on patients undergoing hemodialysis. **Food and Chemical Toxicology**, v. 92, p. 1-7, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.03.016>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

CUNHA, S. C.; FARIA, M. A.; FERNANDES, J. O. Gas chromatography-mass spectrometry assessment of amines in port wine and grape juice after fast chloroformate extraction/derivatization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 16, p. 8742-8753, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf201379x>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DAUCHET, L.; AMOUYEL, P.; DALLONGEVILLE, J. Fruits, vegetables and coronary heart disease. **Nature Reviews Cardiology**, v. 6, n. 9, p. 599-608, 4 set. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/nrcardio.2009.131>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DAVIDSON, N. et al. Clinical aspects of cell death in breast cancer: The polyamine pathway as a new target for treatment. **Endocrine-Related Cancer**, v. 6, n. 1, p. 69-73, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1677/erc.0.0060069>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DE LA TORRE, R. et al. Is dopamine behind the health benefits of red wine? **European Journal of Nutrition**, v. 45, n. 5, p. 307-310, 3 ago. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00394-006-0596-9>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DE MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: panorama 2015. **Comunicado Técnico 191**, Bento Gonçalves, RS, n. 1808–6802, p. 1-5, dezembro, 2016a. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1060511>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DE MELLO, L. M. R. O Brasil no Contexto do Mercado Vitivinícola Mundial: panorama 2015. **Comunicado Técnico 192**, Bento Gonçalves, RS, n. 1808-6802, p. 1–5, dezembro, 2016b. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1060516>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DE MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: panorama 2016. **Comunicado Técnico 199**, Bento Gonçalves, RS, n. 1808–6802, p. 1-7, outubro, 2017. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1086551>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DE MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. **Banco de dados de uva, vinho e**

derivados, 2018. Disponível em:

<http://vitibrasil.cnpuv.embrapa.br/index.php?opcao=opt_01&interno=1>. Acesso em: 14 fev. 2018.

DECENDIT, A. et al. Malvidin-3-O- β glucoside, major grape anthocyanin, inhibits human macrophage-derived inflammatory mediators and decreases clinical scores in arthritic rats. **Biochemical Pharmacology**, v. 86, n. 10, p. 1461-1467, 2013.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2013.06.010>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DEL PRETE, V. et al. Occurrence of biogenic amines in wine: The role of grapes. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 474-481, jan. 2009. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.102>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

DOOLEY, L. M. et al. Compositional and sensory impacts from blending red wine varieties. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63, n. 2, p. 241-250, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5344/ajev.2012.11086>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ELIASSEN, K. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, v. 78, n. 3, p. 273-280, 2002.

Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00405-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00405-8)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

FERNANDES, I. et al. Bioavailability of anthocyanins and derivatives. **Journal of Functional Foods**, v. 7, n. 1, p. 54-66, 2014. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.05.010>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

FERNÁNDEZ-MAR, M. et al. Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review. **Food Chemistry**, v. 130, n. 4, p. 797-813, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.023>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

FERRARI, D. et al. Cyanidin-3-O-glucoside inhibits NF- κ B signalling in intestinal epithelial cells exposed to TNF- κ B and exerts protective effects via Nrf2 pathway activation. **Toxicology Letters**, v. 264, p. 51-58, 2016. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2016.10.014>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

FIGUEIRA, R. et al. Método de análise isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) e quantificação da percentagem de fonte C3 em sucos de uva comerciais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 2, p. 147-155, 2010. Disponível em:

<<https://doi.org/10.4260/BJFT2010130200020>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844-1858, 2013. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.002>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

GONZÁLEZ MARCO, A.; ANCÍN AZPILICUETA, C. Amine concentrations in wine stored in bottles at different temperatures. **Food Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 680-685,

jan. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.043>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

GRUJIC-MILANOVIC J. et al. The red wine polyphenol, resveratrol improves hemodynamics, oxidative defence and aortal structure in essential and malignant hypertension. **Journal of Functional Foods**, v. 34, p. 266-276, 2017. <Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.04.035>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

HAJOS, G. et al. Changes in biogenic amine content of Tokai grapes, wines, and aszu-wines. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 7, p. 1142-1144, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb10254.x>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

HENRÍQUEZ-AEDO, K. et al. Identification of biogenic amines-producing lactic acid bacteria isolated from spontaneous malolactic fermentation of chilean red wines. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, p. 183-189, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.003>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

IACOPINI, P. et al. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content, in vitro antioxidant activity and interactions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 8, p. 589-598, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.03.011>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

KALAČ, P. Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. **Food Chemistry**, v. 161, p. 27-39, out. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.102>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

KIMOKOTI, R. W.; MILLEN, B. E. Nutrition for the Prevention of Chronic Diseases. **Medical Clinics of North America**, v. 100, n. 6, p. 1185-1198, nov. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.mcna.2016.06.003>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

KING, E. et al. Regional sensory and chemical characteristics of malbec wines from mendoza and california. **Food Chemistry**, v. 143, p. 256-267, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.085>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

KONAKOVSKY, V. et al. Levels of histamine and other biogenic amines in high-quality red wines. **Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment**, v. 28, n. 4, p. 408–416, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/19440049.2010.551421>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LAGO-VANZELA, E. et al. Chromatic characteristics and color-related phenolic composition of Brazilian young red wines made from the hybrid grape cultivar BRS Violeta (“BRS Rúbea”×“IAC 1398-21”). **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 33–43, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.008>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LEONG, S. Y.; BURRITT, D. J.; OEY, I. Evaluation of the anthocyanin release and health-promoting properties of Pinot Noir grape juices after pulsed electric fields. **Food Chemistry**, v. 196, p. 833–841, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.025>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

LIMA, M. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, v. 188, p. 384-392, dez. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.014>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

MAINTZ, L.; NOVAK, N. Histamine and histamine intolerance. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 85, n. 5, p. 1185-1196, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/ajcn/85.5.1185>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

MCRAE, J. et al. Sensory Properties of Wine Tannin Fractions: Implications for In-Mouth Sensory Properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 3, p. 719-727, 23 jan. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf304239n>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. Wine Chemistry and Biochemistry. **New York: Springer Science + Business Media LLC**, 728 p. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

MOTA, R. et al. Caracterização físico-química e amins bioativas em vinhos da cv. Syrah I: efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 380-385, jun. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200023>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

NATIVIDADE, M. et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, set. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.microc.2013.08.010>>

NIXDORF, S. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. **Analytica Chimica Acta**, v. 659, n. 1-2, p. 208-215. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.11.058>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

OIV (International organisation of vine and wine). Compendium of international Methods of Wine and must Analysis. **International Organisation of vine and wine**. Volume I : 979-10-91799-65-2. 2011. Disponível em: <<http://www.oiv.int/public/medias/2624/compendium-2016-en-vol1.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ORTEGA-HERAS, M. et al. Study of the effect of vintage, maturity degree, and irrigation on the amino acid and biogenic amine content of a white wine from the Verdejo variety. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 10, p. 2073-2082, ago. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.6526>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PANDEY, S. et al. Role of polyamines and ethylene as modulators of plant senescence. **Journal of Biosciences**, v. 25, n. 3, p. 291-299, 2000. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1007/BF02703938>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PARPINELLO, G. et al. Chemical and sensory characterisation of Sangiovese red wines: Comparison between biodynamic and organic management. **Food Chemistry**, v. 167, p. 145-152, 15 jan. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.093>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PINEAU, B. et al. Examples of perceptive interactions involved in specific “Red-” and “Black-berry” aromas in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 9, p. 3702-3708, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf803325v>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PRETI, R.; VIERI, S.; VINCI, G. Biogenic amine profiles and antioxidant properties of Italian red wines from different price categories. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 46, p. 7-14, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.09.014>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. R. de. A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas. 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/539461/a-viticultura-brasileira-realidade-e-perspectivas>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

RAPP, A. Volatile flavour of wine: correlation between instrumental analysis and sensory perception. **Die Nahrung**, v. 42, n. 6, p. 351-363, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1002/\(sici\)1521-3803\(199812\)42:06<351::aid-food351>3.0.co;2-2](https://doi.org/10.1002/(sici)1521-3803(199812)42:06<351::aid-food351>3.0.co;2-2)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

RENAUD, S.; DE LORGERIL, M. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. **The Lancet**, v. 339, n. 8808, p. 1523-1526, jun. 1992. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)91277-F](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)91277-F)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. Handbook of Enology, The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments: **Second Edition**, (Vol. 2), 441 p. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/0470010398>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

RODRIGUEZ-NARANJO, M. et al. Melatonin is formed during winemaking at safe levels of biogenic amines. **Food and Chemical Toxicology**, v. 57, p. 140-146, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.03.014>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ROSSMANN, A. Determination of Stable Isotope Ratios in Food Analysis. **Food Reviews International**, v. 17, n. 3, p. 347-381, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1081/FRI-100104704>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SAUTTER, C. et al. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 437-442, set. 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000300008>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SCHLACHTERMAN, A. et al. Combined Resveratrol, Quercetin, and Catechin

Treatment Reduces Breast Tumor Growth in a Nude Mouse Model. **Translational Oncology**, v. 1, n. 1, p. 19-27, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1593/tlo.07100>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SCHUEUERMANN, C. et al. GC-MS Metabolite Profiling of Extreme Southern Pinot noir Wines: Effects of Vintage, Barrel Maturation, and Fermentation Dominate over Vineyard Site and Clone Selection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 11, p. 2342-2351, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05861>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SLEGERS, A. et al. Volatile compounds from grape skin, juice and wine from five interspecific hybrid grape cultivars grown in Québec (Canada) for wine production. **Molecules**, v. 20, n. 6, p. 10980-11016, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/molecules200610980>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SOUTO, A. et al. Determination of trans -Resveratrol Concentrations in Brazilian Red Wines by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 4, p. 441-445, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0970>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SOUZA, S. et al. Bioactive amines in Brazilian wines: Types, levels and correlation with physico-chemical parameters. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 53-62, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000100009>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SUN, Q. et al. Comparison of odor-active compounds in grapes and wines from vitis vinifera and non-foxy American grape species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 19, p. 10657-10664, 2011. Disponível em: 10657-10664. <<https://doi.org/10.1021/jf2026204>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

SWIEGERS, J. et al. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 11, n. 2, p. 139-173, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00285.x>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

TEN BRINK, B. et al. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 11, n. 1, p. 73-84, ago. 1990. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0168-1605\(90\)90040-C](https://doi.org/10.1016/0168-1605(90)90040-C)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

TIL, H. et al. Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 35, n. 3-4, p. 337-348, 1997. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(97\)00121-X](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(97)00121-X)>. Acesso em: 30 mar. 2018.

TOALDO, I. et al. Bioactive potential of Vitis labrusca L. grape juices from the Southern Region of Brazil: Phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food Chemistry**, v. 173, p. 527-535, abr. 2015.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.171>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

VIȘAN, L.; DOBRINOIU, R.; DĂNĂILĂ-GUIDEA, S. The Agrobiological Study, Technological and Olfactometry of Some Vine Varieties with Biological Resistance in Southern Romania. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 6, p. 623-630, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.105>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

VOIGT, J. P.; FINK, H. Serotonin controlling feeding and satiety. **Behavioural Brain Research**, v. 277, p. 14-31, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2014.08.065>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

WANG, J.; GAMBETTA, J. M.; JEFFERY, D. W. Comprehensive Study of Volatile Compounds in Two Australian Rosé Wines: Aroma Extract Dilution Analysis (AEDA) of Extracts Prepared Using Solvent-Assisted Flavor Evaporation (SAFE) or Headspace Solid-Phase Extraction (HS-SPE). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 19, p. 3838–3848, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01030>>. Acesso em: 30 mar. 2018.

ZANG, L. et al. Effect of antioxidant protection by p-coumaric acid on low-density lipoprotein cholesterol oxidation. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 279, n. 4, p. C954-C960, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1152/ajpcell.2000.279.4.C954>>. Acesso em: 30 mar. 2018.