

6. A.C. FAVERO, D.A. DE AMORIM, R.V. DA MOTA, Â.M. SOARES, M. DE A. REGINA, 2008. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, 30(3), 685-690.
7. A. CARBONNEAU, 2011. Progrès Agricole et Viticole, v.129., n.22, 489-496.
8. A. CARBONNEAU, 2010. Progrès Agricole et Viticole, 127(13-14), 281-283.
9. J. TONIETTO, A. CARBONNEAU, 2004. Agricultural and Forest Meteorology, 124(1-2): 81-97.
10. J. TONIETTO, A.H.C. TEIXEIRA, 2004. In: Joint International Conference on Viticultural Zoning, 15 a 19 nov. 2004. Proceedings. Cape Town, South Africa. CD Rom.
11. J. TONIETTO, R.L. VIANELLO, M. DE A. REGINA, 2006. Informe Agropecuario, Epamig, 27(234), 32-55.
12. F.R. MARIN, M.L. LOPES ASSAD, L.R.F. PACHECO, F.G. PILAU, H. SILVEIRA PINTO, M.A.F. CONCEIÇÃO, J. TONIETTO, F. MANDELLI, 2008. Revista Brasileira de Agrometeorologia, 16(2), 163-174.
13. K.L. CHADHA, 2008. Acta Horticulturae, 785, 59-68.
14. U.A. CAMARGO, 2007. In: Workshop Internacional de Pesquisa, Anais, 1, 2004. Petrolina: Embrapa Uva e Vinho, 85-95.
15. J. TONIETTO, 1999. École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M. 233 p., Thèse Doctorat.
16. G.E. PEREIRA, J. DE O. SANTOS, C.C. GUERRA, L.A. ALVES, 2008. In: Congrès International des Terroirs Viticoles, 7., 2008, Nyon, Suisse. Comptes rendus. Pully, Suisse: Agroscope Changins Wädenswil, 536-539.
17. B. BOIS, J. PERARD, 2009. Climatologie, 6, 75-88.
18. Ch.P. PEGUY, 1970. Paris, Masson, 468 p.

**L'effet du climat viticole sur la typicité des vins blancs :
caractérisation au niveau des régions viticoles ibéro-américaines**
*The effect of viticultural climate on white wine typicity:
A Characterization on Ibero-American Grape-Growing Regions*

**Jorge TONIETTO^{1,*}, Vicente SOTES RUIZ², Mauro Celso ZANUS¹, Carlo MONTES³,
Ernesto Martín ULIARTE⁴, Luis ANTELO BRUNO⁵, Pedro CLIMACO⁶, Álvaro PEÑA⁷,
Celito Crivellaro GUERRA¹, Carlos D. CATANIA⁴, Erich Julio KOHLBERG⁸,
Giuliano Elias PEREIRA¹, Jorge M. RICARDO-DA-SILVA⁹, Jordi VIDAL RAGOUT¹⁰,
Luis VIDA NAVARRO¹⁰, Olga LAUREANO⁹, Rogério de CASTRO⁹, Raúl F. DEL MONTE⁴,
Silvia Avagnina de DEL MONTE⁴, Vicente GOMEZ-MIGUEL², Alain CARBONNEAU¹¹**

¹ EMBRAPA Uva e Vinho, Rua Livramento, 515 - 95700-000 - Bento Gonçalves, Brazil, tonietto@cnpuv.embrapa.br;

² UPM - Universidad Politécnica de Madrid, Spain;

³ CEAZA - Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, Chile;

⁴ INTA - EEA Mendoza, Argentina;

⁵ PFCUVS-FAUTAPO, Desarrollo de Mercados, Bolivia;

⁶ Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P., INIA - Dois Portos, Portugal;

⁷ Universidad de Chile;

⁸ Expert Oenologue, Bolivia;

⁹ ISA-UTL - Instituto Superior de Agronomia, Portugal;

¹⁰ Expert Oenologue, Spain;

¹¹ AGRO Montpellier, France.

ABSTRACT

There are many studies in the world that characterize the effect of the climate on grape composition and wine characteristics and typicity concerning different viticultural regions. However, the same is not true concerning studies in a worldwide scale to characterize this effect considering different climate types. This study is part of a CYTED (Ibero-American Program for Science, Technology and Development) project in vitivinicultural zoning. The objective was to characterize the effect of the viticultural climate on white wine typicity on the macro Ibero-American viticultural region. The methodology used 46 grape-growing regions in 6 Ibero-American countries: Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Portugal and Spain. The viticultural climate of each region was characterized by the 3 viticultural climate index of the Geoviticulture MCC System (1): HI (Heliothermal index), CI (Cool night index) and DI (Dryness index). The main sensory characteristics observed frequently in representative white wines produced with grapes of each of these 46 grape-growing regions were described by enologists in the respective countries, using the methodology of Zanus & Tonietto (2). The sensory description concerned the intensity of perception of Color (Cou), Aroma - Intensity (Ar), Aroma - Ripe Fruit (Ar-Fm), Body - Palate Concentration (Con), Alcohol (Al) and Acidity (Ac). The Persistence in Mouth (Per) was also evaluated. The data were submitted to a correlation analysis of the variables and to a Principal

Component Analysis (PCA). The results showed that the typicity of the white wines was correlated with the viticultural climate indexes HI, CI and DI from MCC System. The main wine sensory variables affected by viticultural climate are identified.

Keywords: *viticultural climate, climatic index, MCC System, wine, typicity.*

1 INTRODUCTION

Il existe plusieurs études dans le monde qui caractérisent l'effet du climat sur la composition physique et chimique du raisin-de-cuve et sur la typicité des vins dans des régions et climats viticoles particuliers. Mais ils n'existent presque pas d'études à l'échelle mondiale qui caractérisent cet effet en considérant les différents types de climats mondiaux. Tonietto et al. (3) présentent éléments de l'effet du climat viticole sur la typicité des vins rouges au niveau des régions viticoles ibéro-américaines. Cette étude fait partie d'un projet CYTED - Programme Ibéro-Américain de Science et Technologie pour le Développement, de zonage vitivinicole (4, 5).

L'objectif a été de caractériser l'effet du climat viticole sur la typicité des vins blancs, comme perçue par des œnologues experts, sur la macro région viticole Ibéro-Américaine.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

La méthodologie a été appliquée à un ensemble de 46 des principaux régions viticoles situées sur 6 pays Ibéro-Américains : Argentine (6), Bolivie, Brésil, Chili, Espagne et Portugal. Le climat viticole de chaque région viticole a été caractérisé par les trois indices climatiques viticoles du Système CCM

Géoviticole (1, 7) : IH (Indice Héliothermique de Huglin), IF (Indice de Fraîcheur des Nuits) et IS (Indice de Sécheresse). Les indices ont été calculés en utilisant les moyennes climatiques interannuelles d'un poste météorologique représentatif du climat viticole de chaque région.

Les variables sensorielles moyennes observées de façon fréquente sur les principaux vins blancs secs (jusqu'à l'âge de 12 mois après fermentation alcoolique) élaborés avec le (s) cépage (s) le plus représentatif (s) de chacune des 46 régions viticoles ont été décrites, basée sur les connaissances empiriques, par des œnologues experts en évaluation sensorielle de chaque pays, en utilisant la méthodologie proposée par Zanus & Tonietto (2). La caractérisation sensorielle réalisée concerne l'intensité de la perception des descripteurs suivants des vins, qui sont très influencés par le climat viticole : Couleur (Cou), Arôme – Intensité (Ar), Arôme – Fruit Mûr (Ar-Fm), Concentration (Con), Alcool (Al) et Acidité (Ac). La Persistance (Per) a été également évaluée. Les experts ont utilisé un formulaire de caractérisation sensorielle (Tableau 1), avec une échelle de perception sensorielle de l'intensité, qui varie de l'intensité basse (1) à l'intensité haute (5), classé selon la variabilité d'intensité observée sur les vins à l'échelle mondiale.

Tableau 1. Formulaire de caractérisation sensorielle des vins blancs des régions viticoles.

Descripteur sensoriel	Tendance de l'intensité				
	Baisse \longrightarrow Haute				
Couleur - intensité					
Arôme - intensité					
Arôme - fruit mûr - intensité					
Concentration - intensité					
Alcool - intensité					
Acidité - intensité					
Persistance					

Les données ont été soumises à l'analyse des corrélations pour l'ensemble des variables et à l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le Tableau 2 montre les moyennes et l'écart-type des indices climatiques viticoles du Système CCM et des variables sensorielles des 46 régions viticoles. Le IH a présenté une valeur moyenne de 2.411, avec la valeur minimale de 1.710 et la valeur maximale de 3.572 ; le IF a présenté une valeur moyenne de 13,5°C, avec une valeur minimale de 8,1°C et une valeur maximale de 21,7°C ; et le IS a présenté une valeur moyenne de -53 mm, avec une valeur minimale de -276 mm et une valeur maximale de 200 mm. On observe une très

bonne représentation de la variabilité existante au niveau de la viticulture mondiale, excepte pour les climats très frais et frais. Les valeurs moyennes sur l'ensemble des variables sensorielles se situent entre 2,4 (Cou) et 3,5 (Ar). L'écart-type sur l'ensemble des variables sensorielles se situe entre 0,64 (Al) et 0,99 (Ar-Fm).

Le Tableau 3 présente l'analyse statistique des coefficients de corrélation des indices climatiques du Système CCM et variables sensorielles pour l'ensemble des 46 régions viticoles de l'étude, en identifiant les variables avec lesquelles les corrélations sont statistiquement significatives.

	IH	IF	IS	Cou	Ar	Ar-Fm	Conc	AI	Ac	Lon
Moyenne	2411,4	13,5	-53	2,4	3,5	3,2	2,9	3,2	2,8	3,3
Ecart-type	400,41	3,01	128,24	0,65	0,96	0,99	0,95	0,64	0,79	0,85

Tableau 2.

Moyenne et l'écart-type des indices climatiques du Système CCM et variables sensorielles pour l'ensemble des 46 régions viticoles de l'étude.

Variable	IH	IF	IS	Cou	Ar	Ar-Fm	Con	AI	Ac	Per
IH	1,00									
IF	0,59 **	1,00								
IS	-0,39 **	0,03	1,00							
Cou	0,11	0,36 *	0,42 **	1,00						
Ar	-0,15	-0,31 *	-0,01	-0,01	1,00					
Ar-Fm	-0,13	-0,37 *	-0,09	-0,13	0,86 **	1,00				
Conc	0,16	-0,12	0,08	0,22	0,62 **	0,68 **	1,00			
AI	0,34 *	0,25	-0,15	0,54 **	0,05	-0,03	0,45 **	1,00		
Ac	-0,63 **	-0,39 **	0,58 **	-0,05	0,31 *	0,30 *	0,15	-0,38 **	1,00	
Per	-0,28	-0,42 **	0,05	0,00	0,73 **	0,78 **	0,58 **	0,02	0,42 **	1,00

* Significatif au niveau de 5% de probabilité.

** Significatif au niveau de 1% de probabilité.

Tableau 3. Coefficients de corrélation des indices climatiques du Système CCM et variables sensorielles des vins blancs pour l'ensemble des 46 régions viticoles de l'étude.

Les résultats montrent une corrélation significative entre indices climatiques viticoles et les variables sensorielles pour : IH – positive avec AI et négative avec Ac ; IF - positive avec Cou et négative avec Ar, Ar-Fm, Ac et Per ; IS – positive avec Ac et Cou.

La Figure 1 présente le cercle des corrélations de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) des indices climatiques du Système CCM et variables sensorielles des vins blancs pour l'ensemble des 46 régions viticoles de l'étude. Les composantes principales 1 et 2 expliquent 60,45% de la variabilité. L'ACP renforce les résultats du Tableau 3. La composante principale 3 explique 17,45% de la variabilité et montre le regroupement « IS x Cou ».

Les résultats confirment l'effet des températures (IH) sur l'augmentation, surtout de la perception de l'alcoolité et sur la réduction de la perception de

l'acidité des vins blancs, même tendance observée sur les vins rouges (3). L'effet des nycto températures en période de maturation du raisin sur plusieurs caractéristiques sensorielles des vins a été mis en évidence : les nuits fraîches en période de maturation (les valeurs les plus basses de IF), augmentent la perception de l'arôme (Ar et Ar-Fm), de l'acidité et de la persistance et réduisent l'intensité de la couleur. L'Indice de Sécheresse montre que les valeurs les plus élevées contribuent à augmenter la perception de l'acidité et couleur des vins blancs. Il semble que la plus grande intensité de la couleur pour les vins blancs liées à un IS plus élevés (régions plus humides), peut être attribuable à une évolution plus rapide de la couleur de ces vins, compte tenue qui normalement ce sont des vins qui présentent moins d'alcool.

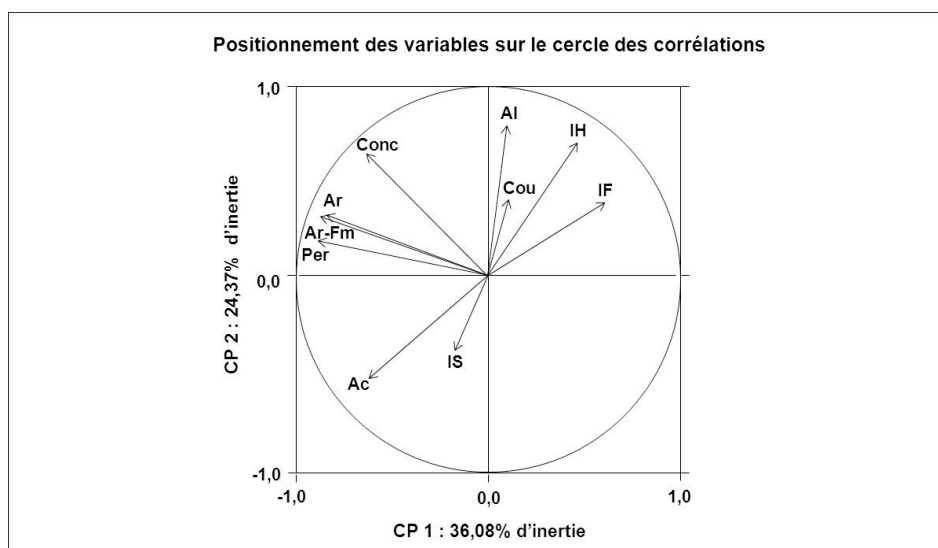


Figure 1. Cercle des corrélations de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) des indices climatiques du Système CCM et variables sensorielles des vins blancs pour l'ensemble des 46 régions viticoles de l'étude.

Evidemment que la caractérisation sensorielle de chaque région n'est pas seulement l'expression de l'effet climatique. Bien au contraire, elle intègre également la grande variabilité associée aux différents cépages et ses interactions avec le milieu physique, aux systèmes viticoles et à l'ensemble des pratiques œnologiques adoptées par chaque région.

De toute façon, l'utilisation des résultats obtenues et d'autres dans l'avenir en reliant l'effet du climat sur la typicité des vins peut servir aussi pour avoir une idée de la typicité espérée pour des vins à produire dans des nouvelles régions potentielles pour la viticulture et pour avoir une idée quantifiée du changement de typicité des vins des régions productrices en fonction du changement climatique.

4 CONCLUSIONS

L'étude indique qu'une partie significative de la typicité des vins blancs est déterminée par le climat viticole des régions et que les indices du Système CCM Géoviticole sont pertinents pour les relier aux caractéristiques sensorielles des vins. L'effet de l'Indice Héliothermique et de l'Indice de Sécheresse a été confirmé sur les variables sensorielles, surtout sur l'alcool, sur l'acidité et sur la couleur. Le déterminisme de l'Indice de Fraîcheur des Nuits sur la perception sensorielle des vins – couleur, arôme et persistance, a été mis en évidence.

REMERCIEMENTS

On voudrait remercier tout d'abord au CYTED pour avoir possibilité le développement du projet qui est à l'origine de ce travail et à toutes les institutions de recherche et développement des pays impliqués. À la FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos (projet APL Vinhos), pour l'appui à la consécution du travail au Brésil. Egalement, aux diverses institutions qu'ont fourni les bases des données climatiques des régions viticoles de l'étude et aux œnologues experts de tous les pays pour l'évaluation sensorielle des vins des régions viticoles.

RÉFÉRENCES

1. J. TONNETTO, A. CARBONNEAU, 2004. *Agric. and Forest Meteorology*, 124/1-2, 81-97.
2. M. C. ZANUS, J. TONNETTO, 2007. In: J. TONNETTO, V. SOTÉS (Ed.). *Caracterização climática de regiões vitivinícolas ibero-americanas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 57-64. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/ccm>>.
3. J. TONNETTO, V. SOTÉS, M.C. ZANUS, C. MONTES, E.M. ULIARTE, L. ANTELO, P. CLÍMACO, A. PEÑA, C.C. GUERRA, C.D. CATANIA, E. KOHLBERG, G.E. PEREIRA, J.R. SILVA, J.V. RAGOÛT, L.V. NAVARRO, O. LAUREANO, R. CASTRO, R.F. MONTE, S.A. MONTE, V.D. GÓMEZ-MIGUEL, A. CARBONNEAU, 2010. L'effet du climat viticole sur la typicité des vins rouges: caractérisation au niveau des régions viticoles ibéro-américaines. In: VIII International Terroirs Congress, 2010, Soave, Italy. *Proceedings. Conegliano, CRA-VIT Centro di Ricerca per la Viticoltura*. v.3, 17-22.
4. CYTED, 2003. Madrid. 20 p. (Proyecto de Investigación Cooperativa; Coodinacion de Vicente Sotés Ruiz - UPM, España).
5. V. SOTÉS, J. TONNETTO, 2004. In: Joint International Conference on Viticultural Zoning, 2004, Cape Town. *Proceedings*. Cape Town, South Africa, South African Society for Enology and Viticulture-OIV-GESCO. p. 202. CD-ROM (Viticultural Terroir Zoning 2004).
6. C.D. CATANIA, S.A. DE DEL MONTE, E.M. ULIARTE, R.F. DEL MONTE, J. TONNETTO, 2007. In: J. TONNETTO, V. SOTÉS (Ed.). *Caracterização climática de regiões vitivinícolas ibero-americanas*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p.9-55. Disponível à : <<http://www.cnpuv.embrapa.br/ccm>>.
7. J. TONNETTO, 1999. (Thèse Doctorat). École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M, 233 p.