

Jorge TONIETTO

Dr., Investigador Embrapa - Centro Nacional de Investigación de Uva y Vino - CNPUV, Rua Livramento, 515 - 95700-000 - Bento Gonçalves, Brasil

RESUMEN

En este artículo se presenta la descripción del Sistema de Clasificación Climática Multicriterio Geovicultura (Géoviticulture MCC System) usado para la evaluación de las regiones del mundo donde se desarrolla la uva. El sistema usa tres índices climáticos vitícolas, sintéticos y complementarios: Índice de Sequía (Dryness Index: DI), Heliotérmico (Heliothermal Index: HI), e Índice de Noches Frescas (Cool Night Index: CI). El sistema permite trabajar a diferentes niveles de escala - desde una escala mundial a una pequeña región de cultivo como se ha mostrado en estudios realizados. Se han presentado varios usos del sistema Geovicultura MCC para evaluación climática de áreas globales con viticultura, incluyendo tópicos como: el sistema de referencia para el clima vitícola en todo el mundo; posicionamiento de regiones en relación a otras regiones climáticas y grupos climáticos en el mundo vitícola; identificación de climas homónimos; instrumento para determinar zonas de crecimiento de la uva y zonas de tipos de vinos; caracterización del clima vitícola con variabilidad dentro del año; perspectiva de un real análisis del impacto del cambio climático global en las áreas vitícolas a lo largo del mundo. Un acceso a través de la Web del sistema Geovicultura MCC - database, instrumentos y bibliografía están en curso.

ABSTRACT

This article presents a description of the Géoviticulture Multicriteria Climatic Classification System (Géoviticulture MCC System) uses for the evaluation of the grape-growing regions worldwide. The system uses three synthetic and complementary viticultural climatic indices : Dryness Index - DI, Heliothermal Index - HI, and Cool Night Index - CI. The system enables to work at different levels on the scale - from a worldwide scale to the small grape-growing region as shown by the studies performed. Some uses of the Géoviticulture MCC System for climatic evaluation of global viticultural areas are presented, including topics like: the system as a reference for climate viticulture worldwide; positioning region in relation to other regions and climatic groups in world viticulture; identifying homonym climates; tools for grape-growing and wine-making zoning; characterization of the viticultural climate with intra-annual variability; prospective or real analysis of climate global change impact in viticulture worldwide areas. An Web access to the Géoviticulture MCC System - database, tools and bibliography, is in course.



Palabras clave: Viñedo, Clasificación Climática, Cambio Climático, MCC System, Modelos Climáticos, Zonificación.

Keywords: Vineyard, Climate Classification, Climate Change, MCC System, Climate Models, Zoning.

1. INTRODUCCIÓN

El medioambiente natural de interés vitícola puede ser analizado por diferentes vías: una vía climática, pedológica, una vía vitícola basada en el estudio de la interacción genotipo x medioambiente, una vía sobre la estructura del medio (con herramientas informáticas), una vía integrada o multicriterio. La evaluación climática es muy importante si se considera que el clima es un factor determinante de los potenciales de un medio y de la calidad y de la tipicidad de los productos vinícolas.

Uno de los mayores problemas para la caracterización de un medio natural desde el punto de vista del interés vitícola a nivel mundial, concierne a la débil oferta de metodologías aplicables a nivel mundial (Vaudour et Shaw, 2005). Sin embargo, a nivel climático la metodología del Sistema CCM Geovitícola ofrece varias posibilidades y su utilización a nivel mundial está en vías de crecimiento.

El texto presenta diversos ejemplos de evaluación del clima vitícola a lo largo del mundo con las herramientas del Sistema CCM Geovitícola.

2. LA METODOLOGÍA DEL SISTEMA CCM GEOVITÍCOLA

2.1. Los Índices Climáticos Vitícolas del Sistema

Los 3 índices climáticos vitícolas del Sistema CCM Geovitícola son de tipo hídrico, heliotérmico y nictotérmico (Tabla 1). Las fórmulas para el cálculo de estos índices son presentadas por Tonietto y Carbonneau (2004). Estos índices se establecen en función de un ciclo vegetativo medio de la viña y en diversos períodos de esta última. Ellos son a la vez pertinentes para caracterizar los potenciales climáticos de una región, y están fuertemente ligados al potencial cualitativo y a las características de la uva o de los productos vitícolas. Estos 3 índices sintéticos aportan informaciones complementarias los unos en relación a los otros.

INDICE	CLASE DE CLIMA VITICOLA	SIGLA	INTERVALO DE CLASE
Indice Heliotérmico IH	<i>Muy cálido</i>	<i>IH +3</i>	> 3000
	<i>Cálido</i>	<i>IH +2</i>	> 2400 ≤ 3000
	<i>Templado cálido</i>	<i>IH +1</i>	> 2100 ≤ 2400
	<i>Templado</i>	<i>IH -1</i>	> 1800 ≤ 2100
	<i>Fresco</i>	<i>IH -2</i>	> 1500 ≤ 1800
Indice de Frescura de Noches IF (°C)	<i>Muy fresco</i>	<i>IH -3</i>	≤ 1500
	<i>De noches muy frescas</i>	<i>IF +2</i>	≤ 12
	<i>De noches frescas</i>	<i>IF +1</i>	> 12 ≤ 14
	<i>De noches mpladas</i>	<i>IF -1</i>	> 14 ≤ 18
Indice de Sequía IS (mm)	<i>De noches cálidas</i>	<i>IF -2</i>	> 18
	<i>Con sequía fuerte</i>	<i>IS +2</i>	≤ -100
	<i>Con sequía moderada</i>	<i>IS +1</i>	≤ 50 > -100
	<i>Sub-húmedo</i>	<i>IS -1</i>	≤ 150 > 50
	<i>Húmedo</i>	<i>IS -2</i>	> 150

Tabla 1. Índices climáticos vitícolas del Sistema CCM Geovitícola: clases de climas vitícolas, siglas y respectivos intervalos de clases



2.2. Las Clases de Climas vitícolas y su interpretación

La adopción de la noción de clases de climas, para llevar a una clasificación de regiones vitícolas, está ligada a que cada clase puede efectivamente representar no solamente diferencias climáticas, sino también respuestas de la viña o de sus productos a los factores climáticos definidos por el índice considerado. Ellas permiten por ello reagrupar los climas de regiones vitícolas homogéneas.

En el sistema, la clasificación climática multicriterios ha sido introducida utilizando los 3 índices: IS, IH e IF. Para realizar una clasificación que pueda ser utilizada a nivel mundial, se busca establecer un número de clases lo menos grande posible para cada índice climático vitícola, de modo de hacer resaltar las diferencias más importantes entre los climas de las regiones vitícolas. Esto quiere decir que la utilización de tales índices para el estudio de cada región vitícola a nivel mesoclimático podrá ser conveniente si establecemos subclases para cada clase de índice.

Las clases propuestas para los diferentes índices climáticos vitícolas se presentan en la Tabla 1 y su interpretación global, sobre la base de la experiencia en viticultura mundial, ha sido sintetizada por Tonietto y Carbonneau (2004).

3. EL SISTEMA CCM GEOVITÍCOLA EN LA EVALUACIÓN CLIMÁTICA GLOBAL DE ÁREAS VITÍCOLAS

Todo un conjunto de usos puede ser desarrollado a través del Sistema CCM Geovitícola, ya sea en el contexto de la zonificación vitivinícola o para el diagnóstico y evaluación de situaciones donde el clima vitícola es importante a nivel de las áreas vitícolas del mundo.

El funcionamiento general del Sistema CCM Geovitícola se presenta en la Figura 1.

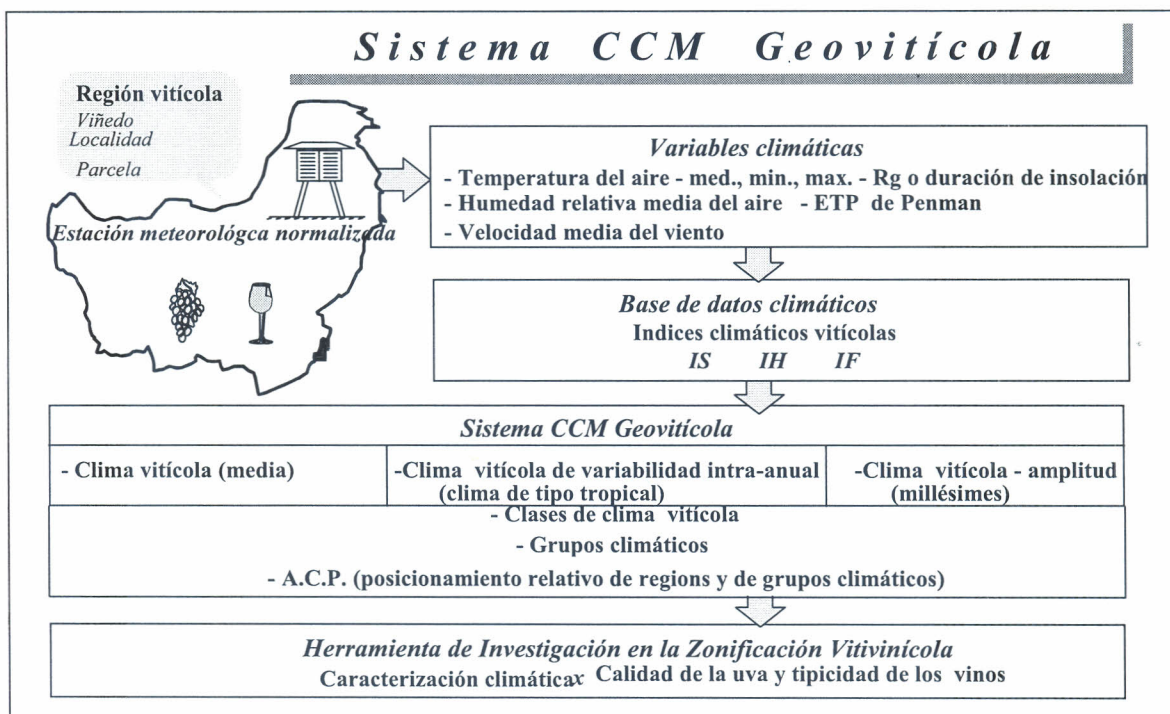


Figura 1. Esquema simplificado del funcionamiento del Sistema CCM Geovitícola.



3.1. Principales aplicaciones del sistema CCM Geovitícola

a) Clasificación Climática de las Regiones con Referencia al Clima Vitícola Mundial

El Sistema CCM Geovitícola es potencialmente utilizable en todas las regiones vitícolas del mundo. Él permite la identificación de la clase de clima vitícola de las regiones. El hace posible en consecuencia, para el conjunto de regiones de la viticultura mundial, de adoptar esta clasificación para el ordenamiento de los climas vitícolas (Tonietto et Carbonneau, 2004).

El clima vitícola es el clima de una parcela, una localidad, de un viñedo o de una región vitícola, descrito por el conjunto de 3 índices climáticos vitícolas. El clima vitícola se establece entonces sobre la base de las informaciones climáticas y vitícolas lo que es más específico que el clima en sentido general del término.

Las variables climáticas utilizadas para el cálculo del clima vitícola medio de una región son las medias mensuales intra-anales (series de referencia de 30 años, si están disponibles) – datos climáticos clásicos de las regiones: temperatura del aire – máxima, mínima y media, pluviometría, evapotranspiración potencial (ETP) de Penman.

En una primera fase, el Sistema CCM Geovitícola a clasificado una centena de regiones en 30 países vitícolas (Tonietto, 1999).

b) Identificación de los Grupos Climáticos de las Regiones e Identificación de las Regiones de Clima Vitícola Análogo

El grupo climático es un concepto del sistema. El grupo climático es al que pertenecen las parcelas, las localidades, los viñedos o las regiones vitícolas que presentan una misma clase de clima vitícola. Normalmente, el grupo climático incluye una buena parte de las amplitudes (inter-anales) de los climas vitícolas de las regiones.

Con la utilización del Análisis de Componentes Principales - ACP, el sistema permite caracterizar la ubicación de las regiones y de los grupos climáticos e identificar las regiones con climas vitícolas análogos (Tonietto et Carbonneau, 2004). El Sistema CCM Geovitícola ha permitido identificar 36 grupos climáticos en la viticultura mundial (Figura 2). El conjunto representa bastante bien la diversidad climática encontrada en los viñedos del mundo. Ahora cualquier región puede ser ubicada, para obtener la información de su posicionamiento en relación al conjunto de grupos climáticos de la viticultura mundial.

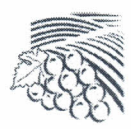
Queijeiro et al. (2006) en España utilizan el sistema para caracterizar los climas vitícolas y como referencia comparativa en relación a los grupos climáticos de la viticultura mundial.

c) La Caracterización de la Variabilidad del Clima Vitícola en los Diferentes Tipos Climáticos Mundiales

El sistema CCM Geovitícola puede ayudar al estudio de la variabilidad del clima vitícola en los diferentes tipos de climas mundiales (por ejemplo: variabilidad del clima de tipo mediterráneo encontrado en varios países productores del mundo).

d) El estudio de la Diversidad Climática de las Grandes Regiones Geográficas Vitícolas en relación a la Variabilidad Mundial

El Sistema CCM Geovitícola permite la caracterización de la variabilidad climática de una gran región o país dentro de los climas vitícolas mundiales, como se ha mostrado en las regiones vitícolas francesas (Tonietto, 1999) y en las subregiones de la zona mediterránea de Francia (Hormozabal et al., 2002). Un ejemplo sobre la diversidad del clima vitícola en diferentes países de América del Sur se presenta en la Figura 3 (Tonietto, 2001). Una serie de estudios a nivel de 10 países Ibero-Americanos está en ejecución (Sotés y Tonietto, 2004).



e) La Caracterización del Clima Vitícola con Variabilidad Intra-Anual

El Sistema CCM Geovitícola introduce el concepto de regiones de clima vitícola con "variabilidad intra-anual", que corresponde a las regiones que cambian de clase de clima vitícola en función del período del año en curso en el cual la uva puede ser producida.

El concepto es utilizable para las regiones localizadas sobre todo en la zona intertropical con más de una cosecha de uva por año o con cosechas aleatorias en el año. Esta metodología aporta una contribución nueva en el sentido de integrar la caracterización y la interpretación del clima de las regiones vitícolas situadas en las zonas más cálidas como, por ejemplo, en Petrolina – en el Valle de São Francisco, en Brasil. Esta región presenta en realidad 3 climas vitícolas distintos a lo largo del año. Algunas aplicaciones prácticas sobre los tipos de climas son presentadas por Tonietto y Teixeira (2004), Conceição y Tonietto (2005) y Tonietto et al. (2006).

f) La Evaluación del Impacto Vitícola ligado al Cambio Climático Global

El clima se modifica y ya ha sido sometido a un calentamiento de la temperatura del aire a nivel del globo: al menos 0,5 °C los 100 últimos años, cambio netamente percibido por la Organización Meteorológica Mundial - O.M.M. Las repercusiones vitícolas son evidentes a nivel de regiones productivas.



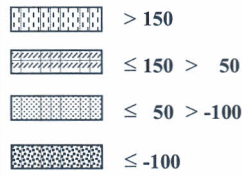
SISTEMA CCM GEOVITÍCOLA : GRUPOS CLIMÁTICOS

Leyenda

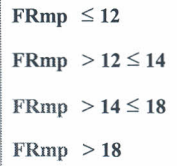
IH



IS
(mm)



IF
(°C)



Posicionamiento de las variables sobre el círculo de correlaciones

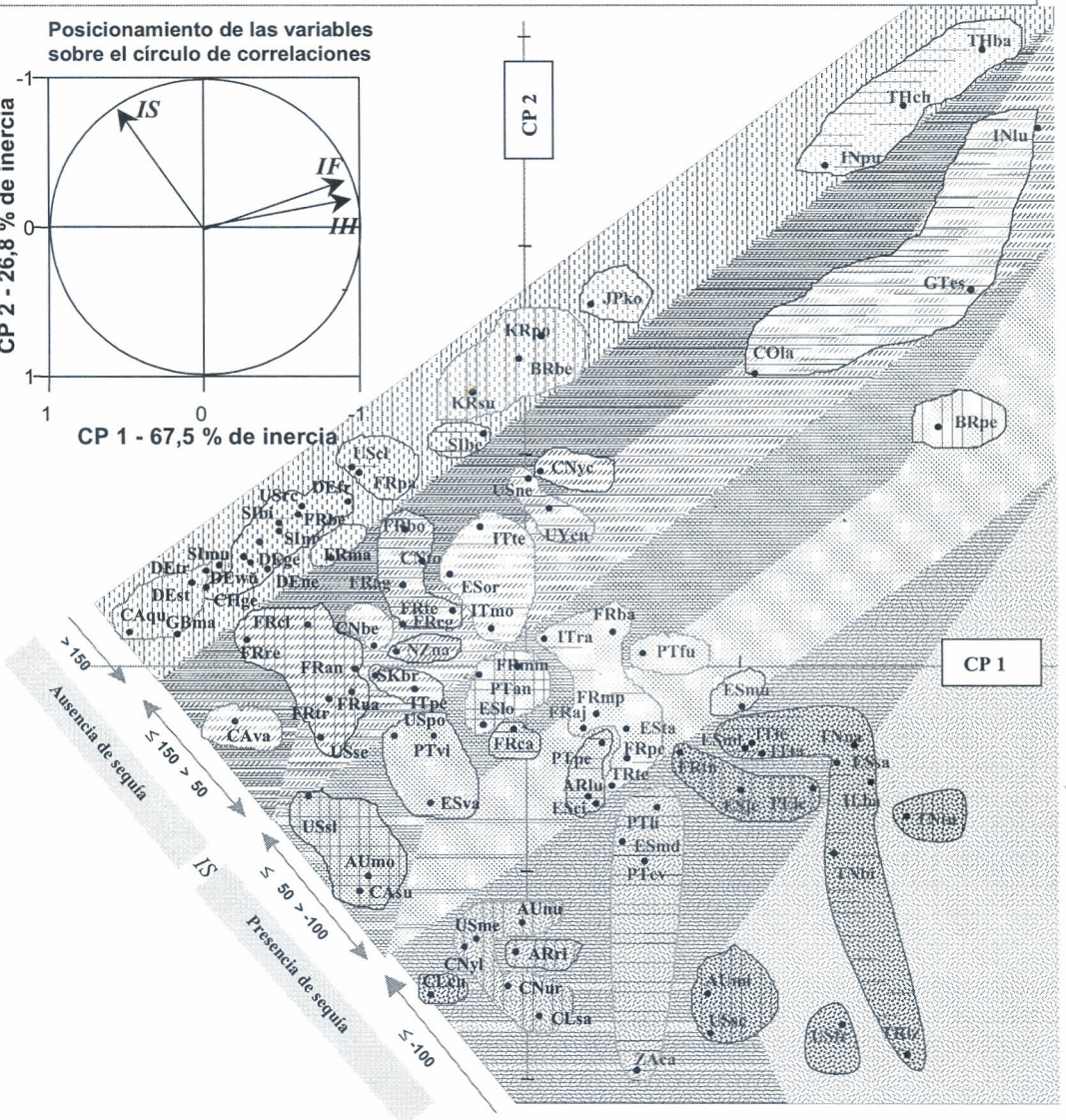
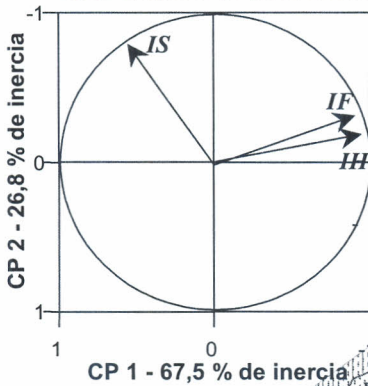


Figura 2. Análisis de Componentes Principales para los 3 índices climáticos (IH, IS, IF) de 97 regiones vitícolas mundiales: ubicación de las regiones vitícolas, climas vitícolas y grupos climáticos de las regiones (Tonietto y Carbonneau, 2004).



Diferentes Grupos Climáticos en la Viticultura de América del Sur

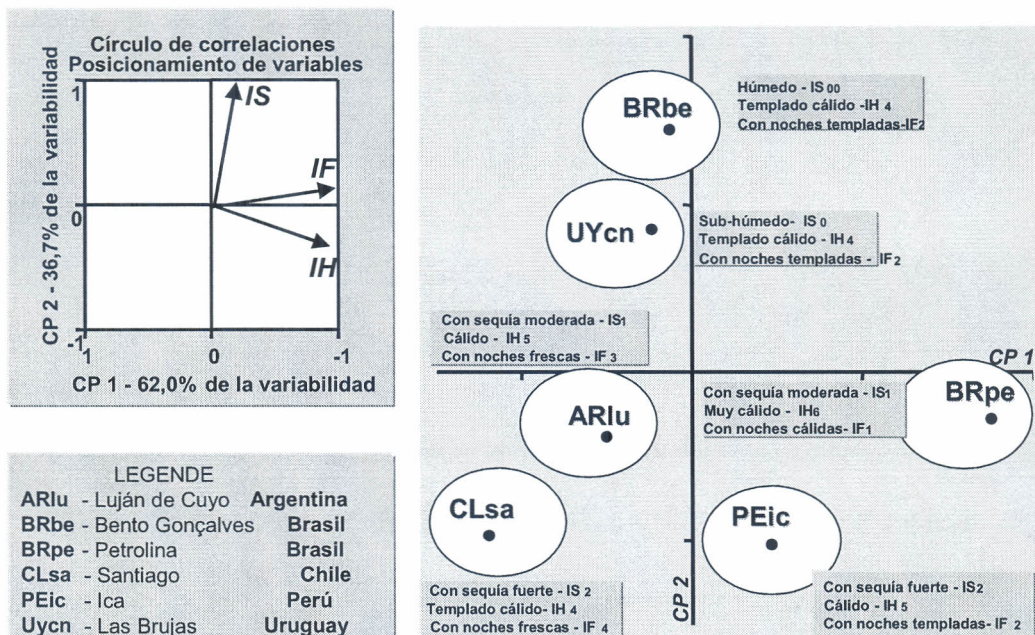


Figura 3. A.C.P. con diversos climas vitícolas en los viñedos de América del Sur : pertenencia a grupos climáticos diferentes con una variabilidad natural de los factores climáticos y, seguramente, con repercusiones sobre la originalidad y la tipicidad de los vinos de esta gran región

Una simulación, sobre algunas regiones vitícolas de Francia, ha mostrado que con un aumento de la temperatura del aire de 0,5 °C a lo largo del siglo XXI (muy inferior a las previsiones para los escenarios actuales), tendría un impacto – muy importante– sobre el perfil de las potencialidades térmicas de las regiones vitícolas, al punto de permitir a ciertas regiones pensar en eventualmente un cambio de los cepajes. Además, un aumento de 0,5 °C de la temperatura nos permite visualizar una nueva frontera en la geografía vitícola, con un aumento de un gado de latitud Norte y Sur, es decir una franja de aproximadamente 100 km en relación a los límites actuales para cada hemisferio (Carbonneau y Tonietto, 1998). El estudio, que ha centrado la atención sobre los aspectos heliotérmicos, puede ser desarrollado sobre los aspectos hídrico y nictotérmico comprendidos en el Sistema CCM Geovitícola.

Algunos elementos de la utilización del sistema para la evaluación del impacto climático sobre la viticultura son presentados por Tonietto (2004), Lebon (2004) et Tondut et al. (2006).

g) El Análisis Prospectivo del Impacto Climático de la acción Humana sobre el Entorno Vitícola Tendientes a la Protección de los *Terroirs* Vitícolas

Un ejemplo de este uso está demostrado en el estudio de evaluación, a priori, del impacto en el cambio climático potencial de la implantación de 3 usinas hidroeléctricas en el Valle de Río das Antas - región vitivinícola de la Sierra Gaucha - Brasil, sobre la potencialidad y la calidad de lo viticultura regional (Tonietto et. al., 2002). El estudio ha sido desarrollado utilizando la modelización climática numérica con el modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), para obtener una caracterización del clima futuro a nivel del mesoclima regional. Primero, los índices IH, IS et IF han sido calculados y puestos en comparación con



los mismos índices concernientes al clima actual. Las comparaciones permitieron estimar una pequeña influencia negativa sobre los aspectos mesoclimáticos ligados a la calidad potencial de la uva en función de IS y de IF. Ninguna influencia se pudo constatar sobre el potencial heliotérmico.

h) La Caracterización de la Amplitud del Clima Vitícola - Efecto Millésime

Cabe destacar que el clima vitícola de un lugar puede cambiar de un año al otro, lo que nos lleva a dos subconceptos: el clima vitícola medio, y la amplitud del clima vitícola. En esta realidad, el uso del sistema permite la caracterización de la amplitud del clima vitícola de las regiones (clima vitícola de *millésimes* o añada) que, en cuanto a ellos, pueden ser mejorados agregando las informaciones climáticas complementarias a los índices climáticos, IS, IH y IF (Tonietto, 1999). En Bento Gonçalves, Brasil, el estudio de la amplitud de clima vitícola a separado bien los grandes *millésimes* de la región (Tonietto y Carbonneau, 1999).

i) La Relación entre el Clima Vitícola y la Calidad de la Uva y del Vino

Los estudios a nivel de macroclima de la viticultura mundial ponen en evidencia el rol mayor de los grupos climáticos de las regiones vitícolas sobre la tipicidad reconocida de los vinos, en cuanto a sus características organolépticas (Tonietto, 1999; Tonietto y Carbonneau, 1999). La buena coherencia encontrada entre los grupos climáticos y las características concernientes a la tipicidad reconocida de los vinos de las regiones es igualmente una forma de validar el enfoque climático integrado por el Sistema CCM Geovitícola.

En el campo de la zonificación vitivinícola, la metodología del Sistema CCM Geovitícola permite la caracterización del clima vitícola y su relación con la calidad de la uva y la tipicidad de los vinos. Los estudios desarrollados con el cepaje Syrah en el sur de Francia han permitido concluir, de manera general, que la tipicidad de los vinos guarda siempre una posición relativa determinada, a priori, por su reagrupamiento climático en el Sistema CCM (Tonietto, 1999).

j) Zonificación Vitivinícola e Identificación de Nuevas Regiones con Potencial Vitícola

El sistema CCM Geovitícola es sólo aplicable a regiones vitícolas existentes, ya que se aplica una vez tomados en cuenta los criterios climáticos limitantes de la viticultura (riesgo de heladas, condiciones climáticas para el levantamiento de la dormición de las yemas, riesgo de enfermedades criptogámicas, etc.). Por el contrario, él puede contribuir a la identificación de nuevas regiones con potencial vitícola en los límites de lo realizable, como demuestra Hormazabal *et al* (2002) en Francia y Tonietto *et al* (2006) en el estado de Río Grande do Sul en Brasil. Montes (2006), en Chile, utiliza el sistema para caracterizar los climas vitícolas de varias regiones del país.

k) La Modelización y la Cartografía Climática de las Regiones

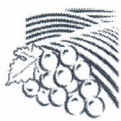
Para una región precisa, los índices del Sistema CCM Geovitícola pueden ser cartografiados con la utilización de los modelos de terreno y de otras informaciones presentes en los Sistemas de Información Geográficos - SIG, con el fin de obtener una verdadera zonificación de los potenciales climáticos para el viñedo. Una aplicación en el conjunto del estado de Rio Grande do Sul es presentada por Tonietto *et al* (2006).

3.2. Otros Útiles y Características del Sistema CCM

a) Utilización del Sistema en Diferentes Escalas Climáticas

El Sistema permite trabajar en diferentes niveles de la escala: del macroclima al mesoclima, a escala mundial, a nivel de países vitícolas, a nivel de viñedos o parcelas vitícolas.

En el dominio de la zonificación vitivinícola, la metodología de caracterización del clima vitícola del sistema abre la perspectiva de profundizar la investigación del clima sobre la tipicidad de los productos en diferentes niveles de la escala - a nivel



de un país (Tonietto, 1999), de una gran región vitícola (Tonietto, 1999) o de una pequeña región vitícola (Tonietto y Carbonneau, 1998; Hormazabal *et al*, 2002), como demuestran los estudios desarrollados.

b) Estimación del Impacto Microclimático en Relación a los Cambios de las Tecnologías Vitícolas

Con el Sistema CCM Geovitícola podemos también reflexionar en términos de cambios tecnológicos a nivel de microclima del viñedo, por intermedio de cambios del sistema de conducción y de trabajos del suelo por ejemplo. Una simulación en un viñedo situado en Bordeaux - viña tradicional con suelo desnudo, en relación a un cambio tecnológico del tipo viñedo con espaldero alto o viñedo en lira con coberturas vegetales en el 50%, va a aumentar la intercepción de la luz, la temperatura del follaje e influir sobre el balance hídrico. Notamos que en el viñedo de esta región aumenta el valor de IH (estimando un aumento de 0,5 °C a nivel de follaje durante el verano) y reduce el valor de IS (Carbonneau y Tonietto, 1998). En este ejemplo, el viñedo que tuvo un cambio tecnológico alcanza un nuevo perfil y se desplaza a nivel de regiones vitícolas mundiales en relación a la situación clásica.

c) Adaptación de los Índices y de los Períodos de Cálculo en Función de las Características Específicas de las Regiones

Para una clasificación a nivel mundial, el Sistema CCM Geovitícola ha sido estructurado para tener el menor número de clases para los diferentes índices climáticos vitícolas. Esto ha sido hecho para subrayar las diferencias más significativas a nivel de clima de las regiones vitícolas. Por el contrario, esto significa que, para el estudio de cada región vitícola a nivel de mesoclima, convendrá establecer subclases dentro de cada clase de referencia de los índices, basados ahora en la variabilidad estadística de los datos.

Para los diferentes estudios de zonificación, los índices IH, IF e IS pueden igualmente ser modulados en función de la duración del ciclo del viñedo (por ejemplo - en el Hemisferio Norte: momento final del 15 de agosto al 15 octubre para IH e IS; 16 de julio hasta 15 de agosto o 16 de septiembre hasta 15 de octubre para IF). Igualmente, es posible utilizar los índices según la fenología específica de los cepajes - de brotación a cosecha para IH e IS y período de maduración (período envero-cosecha) para el IF.

Los IS calculados para las regiones son comparables entre ellos desde el punto de vista del clima. Desde el punto de vista vitícola, a nivel de regiones vitícolas, la reserva útil de agua del suelo puede ser diferente, inclusive en un promedio de las parcelas. Esto parece importante para las regiones que poseen una napa de suelo muy dominante como los suelos profundos o laderas. En estos casos, la interpretación de los resultados de IS para una región dada son más cercanos a la realidad si tomamos en cuenta las informaciones disponibles con respecto a la reserva real de agua utilizable por el viñedo. Así, W_0 podrá ser modificado para una región determinada que presente una amplia mayoría de suelos con menos capacidad de retención de agua utilizable por el viñedo (ejemplo: $W_0 = 100$ mm) o suelos muy profundos (ejemplo: $W_0 = 300$ mm).

Igualmente, para las regiones muy húmedas, las informaciones complementarias pueden ser obtenidas a partir de la simulación del cálculo de IS, adoptando $W_0 = 200$ mm en el momento inicial, pero sin un límite máximo para el W en el cálculo de cada mes.

Otra situación es la de los viñedos irrigados. En ese caso, IS podrá ser calculado utilizando el valor de la precipitación en la fórmula, más el agua de irrigación, para estimar el agua potencial a nivel del suelo.



Recibido: Abril 2007
Aceptado: Mayo 2007

NDLR: Trabajo presentado en el Congreso sobre Clima y Viticultura (CONCLIVIT)
10 al 14 de Abril de 2007, Zaragoza – España.
Si desea contactarse con su autor comuníquese a enologia@revistaenologia.com

BIBLIOGRAFÍA

Carbonneau, A.; Tonietto, J. 1998. La géoviticulture: de la géographie viticole aux évolutions climatiques et technologiques à l'échelle mondiale. *Revue des Œnologues et des Techniques Vitivinicoles et Œnologiques*, n.87, 16-18.

Conceição, M.A.F.; Tonietto, J. 2005. Climatic potential for wine grape production in the tropical north region of Minas Gerais State, Brazil. *Revr. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v.27, n.3, p.404-407.

Hormazabal, S.; Lyon, G.; Carbonneau, A. 2002. Variabilité et limite du macroclimat viticole méditerranéen des Départements de l'Aude, de l'Hérault et du Gard, dans le Midi de la France. *Progrès Agricole et Viticole*, v.119, n.5, 102-110.

Lebon, E. 2004. Changements climatiques : quelles conséquences pour la viticulture ? <http://www.institut-rhodanien.com/Institutweb/publications/pdf/rencontres6/Lebon.PDF>. pp.31-36.

Montes, C. 2006. Caracterización de la aptitud climática para el cultivo de la vid vinífera de las regiones V, VI, VII y Metropolitana de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 60p.

Queijeiro, J.M.G.; Blanco, D.; Alvarez, C. 2006. Climatic zoning and viticulture in Galicia (North West Spain). In: VI International Terroir Congress, 2006, Bordeaux-Montpellier. Proceedings. Bordeaux, Enita de Bordeaux. p.34-39. CD-Rom.

Sotés, V.; Tonietto, J. 2004. Climatic zoning of the Ibero-American viticultural regions. 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).

Tondut, J.-L.; Laget, F.; Deloire, A. 2006. Climat et viticulture : évolution des températures sur le département de l'Herault - un exemple de réchauffement climatique. *Revue Française d'Œnologie*, n.219. 16p.

Tonietto, J. 1999. Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hambourg dans le sud de la France : méthodologie de caractérisation. (Thèse Doctorat). École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier - ENSA-M. 233p.

Tonietto, J. 2001. Valorização do ecossistema: importância da regionalização vitivinícola na produção de vinhos de qualidade. In: Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología, 8, 2001, Montevideo. Annales. Montevideo: Asociación de Enólogos del Uruguay, p.1-9. (CD rom).

Tonietto, J. 2004. Practical applications of viticultural zoning. 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. 129-138. CD-Rom (Viticultural Terroir Zoning 2004).

Tonietto, J.; Carbonneau, A. 1998. Facteurs mésoclimatiques de la typicité du raisin de table de l'A.O.C. Muscat du Ventoux dans le Département de Vaucluse. *Progr. Agric. Vitic.*, v.115, n.12, 271-279.

Tonietto, J.; Carbonneau, A. 1999. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira



comparada a 100 regiões em 30 países. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 9., 7 a 10 de dezembro de 1999, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho/Jorge Tonietto e Celito C. Guerra, ed. p.75-90.

Tonietto, J.; Carbonneau, A. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124/1-2, 81-97.

Tonietto, J.; Garrido, L.R.; Sônego, O.R. 2002. Avaliação ex-ante do impacto de alterações climáticas do Complexo Energético do Rio das Antas sobre a viticultura regional. Bento Gonçalves: Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho. 76p. (Relatório técnico).

Tonietto, J.; Mandelli, F.; Weber, E.; Hasenack, H. 2006. Viticultural climatic zoning and digital mapping of Rio Grande do Sul - Brazil, using indices of the Geoviticulture MCC System. In: VI International Terroir Congress, 2006, Bordeaux-Montpellier. Proceedings. Bordeaux, Enita de Bordeaux. p.21-26. CD-Rom.

Tonietto, J.; Teixeira, A.H. de C. 2004. Climatic zoning of viticultural production periods over the year in the tropical zone: application of the methodology of the Geoviticulture MCC System. 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.193-201. CD-Rom (Viticultural Terroir Zoning 2004).

Tonietto, J.; Vianello, R.L.; Regina, M. de A. 2006. Caracterização macroclimática e potencial enológico de diferentes regiões com vocação vitícola de Minas Gerais. *Informe Agropecuário*, v.27, n.234, p.32-55.

Vaudour, E.; Shaw, A.B. 2005. A worldwide perspective on viticultural zoning. *S.Afr.J.Enol.Vitic.*, v.26, n.2, p.106-115.