



Viticultura tropical a gran altitud

Por: QUIJANO RICO, Marco.

Condiciones y expresiones del *terroir*

Científico y viticultor, Viñedo & Cava Loma de Punta Larga.
Nobsa, Boyacá. marquesdepuntalarga@yahoo.es

En Puntalarga se encontró un lugar septentrional en un país tropical. El Riesling es muy aromático, el Pinot noir es bueno, el Riesling x Silvaner conveniente.

*Denis Boubals, 1996
Director en la École Nationale Supérieure
d'Agronomie de Montpellier.*

Resumen

Nuestro proyecto se inició en 1982 en la Loma de Puntalarga, entre 2500 y 2600 metros de altitud, a 5,78 °N y 72,98 °W, en la cordillera oriental de los Andes. Las variedades más utilizadas actualmente son Pinot noir, Riesling y cruzamientos de Riesling x Silvaner. Desde 1984 se realizan trabajos de investigación sobre temas pertinentes.

La baja latitud, la elevada altitud, el volumen de precipitación relativamente modesto y la transparencia del cielo, determinan el flujo de radiación solar incidente y su composición espectral, así como la amplitud del cambio de temperatura entre el día y la noche y las bajas temperaturas nocturnas, que son los rasgos del clima frío imperante en la región.

El comportamiento de las cepas y las características del vino indican que las condiciones climáticas locales, pueden considerarse térmicamente equivalentes a las de ciertos territorios tradicionales renombrados. La coexistencia durante el año de todos los estadios de vegetación de la vid y la producción de vendimias con buen contenido de azúcar y niveles suficientes de acidez, hace posible la elaboración de vinos de calidad sobresaliente, de modo secuencial y continuo.

En los viñedos del proyecto, las condiciones climáticas anuales son equivalentes a las otoñales, de maduración de las uvas en regiones septentrionales y australes. Al mismo tiempo, el flujo de radiación solar no sufre cambios notables y es rico en las longitudes de onda del ultravioleta B. Los dos factores pueden marcar las características de las uvas, haciendo parte así del efecto *terroir*.

Palabras clave: radiación, amplitud térmica, días cortos, maduración de las uvas

Abstract

During 1982 started our wine growing project at the Puntalarga Hill, between 2500 and 2600 meters a.s.l.: 5.78 °N, 72.98 °W, on the East Andes mountains chain. Pinot noir, white Riesling and Riesling x Silvaner crossings are the most planted grapevines. Since 1984 research and development activities are carried out on pertinent subjects.

Low latitude, high altitude, relatively low rainfall, frequent atmospheric transparency, determines intensity and spectral composition of incident solar radiation as well as temperature's day/night change extent and low night values that are the tropical highland's climate features of the region.

Vine behavior and grape and wine characteristics indicate that, local climatic conditions could be considered thermally equivalent to those of selected, well known temperate wine growing regions. Coexistence over the year of all grapevine developmental stages and the production of vintages with good sugar content and acidity levels, suitable for the production of wine remarkable in aroma and color intensity, are possible under those conditions.

At the territories of the project, the climatic conditions over the year are equivalent to those of autumnal wine grape ripening time in a temperate climate. At the same time solar radiation flow is relatively constant and UV-B rich. Both factors result in special features of local grapes, which could be considered as being *terroir* expressions.

Key words: radiation, temperature change extent, short days, grape ripening



INTRODUCCIÓN

En la época de la implementación del Proyecto Vitivinícola de Puntalarga en 1982, el cultivo tropical de la vid se concentraba ya en territorios de baja altitud. La pobre reputación del vino resultante, acreaba escepticismo generalizado, sobre las posibilidades de desarrollar una viticultura de calidad en tales latitudes y esto, pese a que se habían mencionado en la literatura los beneficios térmicos de la altitud (Galet, 1983). Los comentarios de una misión vitícola francesa, la cual recorrió varios países tropicales, entre ellos, Colombia, en Sur América, son sintomáticos de la situación descrita. La misión llega a la conclusión que la calidad inferior del vino tropical, es atribuible al clima demasiado cálido, exento de las noches frescas, que favorecen la buena maduración de las uvas, como sucede en el Valle Central de Chile (Zolty, 1987).



Fue el comportamiento de árboles frutales caducifolios, introducidos de Francia a Sogamoso en 1927 y el de individuos de *Vitis vinífera* variedad Mission, descendientes posiblemente de introducciones hechas por los jesuitas hacia comienzos del siglo XVII a Firavitoba, lo que llamó nuestra atención sobre el potencial probable de los territorios del Sol de Oro, para la viticultura de calidad. Vale la pena observar que los fruticultores de la región asociaron justamente desde muy pronto la calidad de sus producciones, a los días soleados y a las noches muy frescas (Quijano Niño, 1970; Quijano Rico, 1987).

Los resultados del proyecto indican que efectivamente el altiplano del Valle del Sol, ofrece en laderas del contorno, sitios apropiados para desarrollar una viticultura de calidad (Quijano Rico, 1987). Es interesante anotar

que tanto este Valle como otros territorios donde se extiende hoy el proyecto, a lo largo del río Chicamocha, fueron la sede de una de las más notables civilizaciones precolombinas del sol y el oro (Levine, 1994; Quijano Rico, 2007). Este hecho es digno de ser tenido en cuenta, al hablar de las condiciones climáticas propias de la región, extraordinariamente dependientes de la transparencia atmosférica y de fenómenos de radiación.

Consecuencias del incremento en la transparencia atmosférica

A la latitud y altitud de los sitios en los cuales se desarrolla el proyecto (~ 5.8 °N, 2400–2700 msnm) la densidad y el espesor de la capa atmosférica que debe atravesar la radiación solar, la cual en este caso incide casi perpendicularmente, son menores que en las demás regiones vitícolas del mundo. Bajo estas condiciones el flujo de radiación solar a 2500 m de altura, se incrementa en cerca de un 40% respecto a un sitio localizado en las mismas coordenadas al nivel del mar; así mismo, la radiación ultravioleta B (UV-B), de elevada actividad fotobiológica, se incrementa en cerca de un 95 % (Figura 1). En la región, el flujo de radiación UV-B es unas 4 veces mayor, que por ejemplo, en la región de Burdeos, en Francia (Chaparro, 2001). Una de las causas de valores tan elevados es el adelgazamiento de la capa de ozono sobre las regiones ecuatoriales (Krupa, *et al.*, 1998). Por otro lado, el volumen de precipitación es relativamente bajo (650 a 850 mm por año, según el sitio), lo que ha llevado a definir la región como una “isla seca en un mar de lluvias” (Schwerdtfeger, 1976). Bajo las condiciones expuestas, los fenómenos de radiación solar, en particular los relacionados con su intensidad y composición espectral, están llamados a jugar un papel original en la viticultura, en comparación con las zonas vitícolas tradicionales. Debido a la transparencia atmosférica, la incidencia de los fenómenos de radiación en el régimen térmico de la región es más acentuada que a baja altitud, donde la masa atmosférica amortigua las grandes variaciones de temperatura, que pueden originar (Quijano Rico, 2004).

Todo un año en otoño

En comparación con situaciones opuestas a elevada latitud y baja altitud, en las circunstancias descritas, son de esperar niveles bastante constantes y más altos de radiación solar, enriquecida adicionalmente en las longitudes de onda del ultravioleta y del infrarrojo: a causa de las propiedades mismas de esas radiaciones y del medio que atraviesan. A lo largo del año ese flujo de radiación se reparte en fases diurnas cortas. Al mismo tiempo la transparencia atmosférica facilita tanto el calentamiento rápido por absorción de radiación, como el enfriamiento igual-



mente rápido por emisión de radiación, que trae consigo las bajas temperaturas nocturnas. La combinación de estos factores proporciona condiciones de iluminación y de temperatura, favorables a la fotosíntesis y desfavorables a la respiración nocturna, que equivalen térmicamente, a las de un buen otoño en regiones de zonas templadas (Figura 2). Otoño que rige con mucha luz, prácticamente durante todo el año. La maduración de las uvas puede de este modo tener lugar en etapas sucesivas, de breve actividad fotosintética, acompañadas por pérdidas respiratorias reducidas. Pero además, se ha observado a partir de la experiencia y de mediciones hechas con Pinot noir en la región de Champaña, que los grandes cambios de temperatura entre el día y la noche, ejercen una acción estimulante sobre la transferencia de azúcar de la cepa a las uvas y la biosíntesis de sustancias sensoriales importantes (Fregoni y Pezzutto, 2000, Fregoni, 2005), (Figura 3). Vistas así las condiciones térmicas junto a las de iluminación y a la corta duración de la fase diurna, se prestan para que el *terroir* regional pueda ser considerado de alto valor cualitativo: porque permite que las uvas maduren completamente y al mismo tiempo lentamente, de acuerdo con el criterio de calidad del *terroir*, ya definido (Seguin, 1983). Se observa en los viñedos del proyecto que con períodos de más de cien días, la maduración de las uvas toma igual o más tiempo que en regiones tradicionales equivalentes y llega a ser completa.

Compensación de la baja latitud por medio de la altitud

Los contenidos en azúcar, acidez y sustancias del color y del flavor, lo mismo que el comportamiento de las cepas, permiten hablar de una equivalencia térmica entre los territorios vitícolas locales y algunos de zona templada, en particular los que tienen valores similares o incluso superiores del índice heliotérmico con noches que presenten Índices de Frescura y amplitudes térmicas que impliquen Índices de Calidad igualmente parecidos (Tonietto, 1999, Fregoni y Pezzutto 2000, Fregoni 2005). Dicha equivalencia térmica, es sobre todo notable en la época de maduración de las uvas, el mes que precede a la vendimia, durante el cual la duración promedio de la fase diurna, en las regiones correspondientes de zona templada, es prácticamente la misma que aquí (Quijano Rico 2004, 2007a y 2008a). Los atributos sensoriales de las vendimias se asocian generalmente a las condiciones climáticas, esencialmente térmicas, bajo las cuales ocurre el desarrollo vegetativo, en particular la maduración de las uvas, tanto en la fase diurna (Curre, *et al.* 1983, Huglin, 1986, Harlfinger y Formayer, 2005), como nocturna (Quijano Rico, 1987, Zolty, 1987, Tonietto, 1999, Fregoni y Pezzutto, 2000, Fregoni, 2005). En este caso, se tribuye a la frecuencia de los valores de temperatura nocturna por debajo de 12 °C, un papel determinante, para la calidad de la vendimia. La



respiración nocturna constituye la mayor limitante para la producción de frutos de calidad, para especies de zona templada en los trópicos (Faust, 2000, Jackson, 2000), fenómeno que se puede controlar elevando suficientemente el sitio del cultivo, con el fin de conseguir condiciones favorables para el balance fotosintético. Básicamente se debe disponer de suficiente calor diurno pero al mismo tiempo, también de suficiente frío nocturno.

Radiación solar y marca específica del *terroir*

Como se mencionó, en promedio en Puntalarga las cepas reciben a lo largo del año, cuatro veces más radiación ultravioleta B que en Burdeos (Chaparro, 2001) y cerca de un 40% más de radiación solar conjunta, que al nivel del mar. Los valores de los coeficientes de anticorrelación del flujo de radiación solar y la amplitud térmica (diferencia entre los valores máximo diurno y mínimo nocturno de la temperatura), con el contenido en vapor de agua de la atmósfera, respectivamente de 0.77 y 0.85

(Sánchez y Quijano Rico, 2008), dejan prever la importancia del infrarrojo en los fenómenos locales de radiación. A longitudes de onda menores, se ha observado que la luz reflejada por los suelos rojos, mejora considerablemente la calidad de las uvas, debido a efectos fotobiológicos (Robin, 2000). La fotobiología de la radiación ultravioleta B, que ha sido objeto de mayor atención de parte de los investigadores, puede actuar como factor de estrés y provocar la biosíntesis de sustancias del metabolismo secundario (Tevini *et al.* 1981, Borman 1987, Alvarado y Cubides 2002). Biosíntesis que puede reflejar particularidades de la radiación incidente en el *terroir*. Se ha descrito la reducción del contenido en algunos precursores de aromas de uvas expuestas a radiación UV-B (Schultz *et al.* 1998), pero de los trabajos de Tevini *et al.* (1981) y algunos ulteriores, se puede esperar que resulten otros componentes válidos sensorialmente. Una de las características que más impacta en los vinos de la Región del Sol de Oro, la constituye la intensidad de las notas de fruta tropical, en las cuales se entremezclan las de curuba, maracuyá, mango y otras. Tales notas también se pueden

encontrar en vinos de regiones tradicionales, aunque a niveles de intensidad apenas perceptibles. Se ha dicho que si nosotros reflejamos una dieta alimenticia particular, las plantas deben hacer otro tanto respecto a su dieta luminosa (Ksenzhek y Volkov, 1998). La información disponible en la literatura sobre el tema, muestra que esto es bastante cierto y que la radiación solar recibida en un lugar, es parte de la marca de origen, que le imprime el terroir al vino (Quijano Rico 2008b).

Noches muy frescas, dormancia y período ilimitado de vegetación

Al contrario de lo que sucede en regiones tropicales a baja altitud (Fregoni, 2005), en los territorios del proyecto a gran altitud, el frío nocturno asociado a la fase diurna de corta duración, induce en las cepas la entrada en dormancia. Las manifestaciones de este proceso se observan con más claridad hacia el final de la maduración de las uvas y en los viñedos por la apariencia de las cepas, en particular por el color de las hojas, rojizo o amarillento según la variedad, se vive una experiencia otoñal. Aproximadamente un par de meses más tarde, el hinchamiento de las yemas señala que esta etapa va a terminar. Sin embargo, la brotación espontánea es heterogénea. Para uniformizarla es necesario inducir los mecanismos bioquímicos de brotación, por medio de sustancias apropiadas como la cianamida hidrogenada (dormex). La brotación de las cepas tratadas es bastante uniforme y esta vez entre los viñedos, la experiencia que se vive es la de un ambiente primaveral. Lo anterior deja ver que en la región, la cepa escoge la estación de acuerdo con su predisposición, un poco cuando le conviene. Lo hace a partir de la duración de la fase diurna y del valor de la temperatura nocturna, que en primera aproximación, son tomadas como señales otoñales o primaverales, según el caso. En consecuencia la producción de las uvas se puede operar de manera secuencial, en continuo a lo largo del año, porque todos los estadios de vegetación pueden coexistir.

Emplazamiento y cepas del viñedo piloto

El proyecto se orienta por el concepto de la serie Biotecnológica del Vino (Drawert y Rapp, 1964), que es lo que hoy se llama Proceso Integrado de la Elaboración del Vino. Para la elección del sitio de implantación del viñedo se tuvieron en cuenta además de los factores climáticos y edáficos pertinentes, aquellos que son necesarios para una iniciativa agro-industrial. Se prestó especial atención al riesgo de heladas en la estación seca y al de encharcamiento en la lluviosa. La Loma de Puntalarga se eleva hasta 60 metros sobre el nivel del valle, el cual está a una altitud de 2500 metros. Está

relativamente alejada de las montañas circundantes, próxima al curso del alto río Chicamocha. La orientación enfrentando al poniente, es aconsejable en una región tropical caracterizada por la persistencia de las nieblas mañaneras. En el suelo liviano, rico en hierro, derivado de arenisca muy antigua, se plantaron para ser estudiadas cepas de más de 30 variedades de *Vitis vinifera*, introducidas principalmente desde Alemania y Francia, sugeridas para un amplio rango de valores del Índice Heliotérmico, entre 1500 y 2200 (Huglin, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas en los territorios vitícolas del Sol de Oro, tanto en lo relacionado con la duración de la fase diurna, como con los valores de la temperatura y la amplitud térmica, son comparables a las que reinan en la época de maduración de la vendimia en regiones tradicionales de zonas templadas. Pero al contrario de lo que sucede en regiones estacionales, en los territorios del proyecto, el flujo de radiación solar es el tropical, elevado y prácticamente constante a lo largo del año. Se puede dividir el año local en dos semestres, correspondientes a los períodos de crecimiento de la vid en regiones septentrionales y australes (Figura 2). Las condiciones climáticas de la región, marcadas por el régimen de días cortos, corresponden entre el 1° de abril y el 30 de septiembre al hemisferio norte (sitios septentrionales) y al hemisferio sur (sitios australes) entre el 1° de octubre y el 31 de marzo. En el último caso, la región es un poco más fría, pero los valores de temperatura mínima nocturna y de amplitud térmica, son comparables. Se puede esperar en los dos casos mencionados un balance de fotosíntesis favorable.

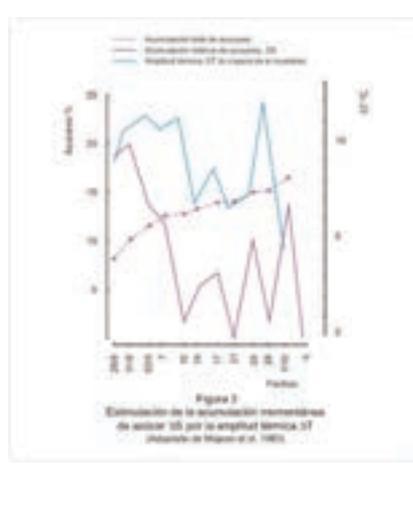
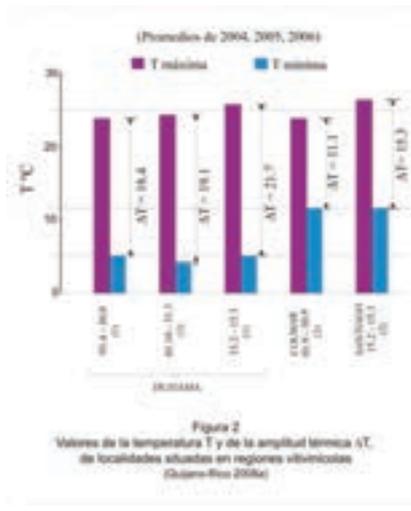
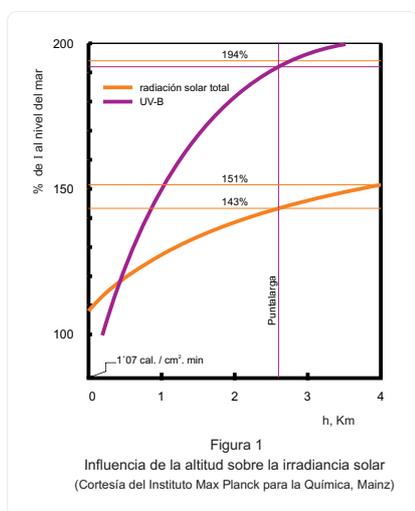
Tal balance de fotosíntesis, debido a la suficiencia en calor diurno y en frío nocturno, no es el único factor responsable de la maduración completa de las uvas en la región. La baja temperatura nocturna, asociada con la gran amplitud térmica parece jugar un rol importante, cuyos mecanismos se desconocen aún. Rol en el cual se basa el Índice de Calidad de Fregoni (Fregoni y Pezzutto, 2000; Fregoni, 2005). La tabla 1 muestra que las condiciones discutidas se reflejan en los contenidos en azúcar de las uvas. La acidez titulable observada en Riesling se sitúa entre 8 y 13 g/l dependiendo de la altitud y del grado de maduración. Incluso en época de lluvias, las uvas de las variedades menos susceptibles al ataque por la podredumbre gris, causada por el hongo *Botrytis cinerea*, alcanzan altos contenidos en azúcar. Del trabajo realizado, se deduce que las condiciones térmicas regionales, vistas en primer lugar a partir del contenido en azúcar de las uvas, son equivalentes a las de reconocidas regiones vitícolas tradicionales. Es oportuno aclarar que el contenido en azúcar no es el único criterio, pero sí el más importante para juzgar la calidad de las uvas (Huglin y Schneider, 1998). Estos resultados indican que las prin-

cipales diferencias de las uvas maduras regionales, con las de regiones equivalentes en zonas templadas, son atribuibles a la intensidad y composición espectral de la radiación solar. Por ejemplo: en el caso del vino blanco, un elevado porcentaje de visitantes al viñedo, nacionales y extranjeros, se sorprende por la intensidad del flavor de frutas tropicales. Estas notas sensoriales que son apetecidas internacionalmente hoy en día, se asocian con la calidad de la luz (Pretorius y Hoj, 2005).

CONCLUSIONES

Los contenidos de azúcar (y otras cualidades de las uvas, que no se presentan aquí) indican que las vendimias en los territorios del Proyecto Vitivinícola de Puntalarga, denominados por razones históricas el Sol de Oro, pueden alcanzar grados de maduración con valo-

res en el rango alto de los observados en renombradas regiones vitícolas tradicionales. Vistas así, por lo anteriormente expuesto, las condiciones regionales para el cultivo de la vid son equivalentes a las de dichas regiones tradicionalmente vitícolas. El factor al cual se puede atribuir la mayor originalidad de las vendimias producidas parece ser la radiación solar. Al permitir que las uvas maduren completamente y al mismo tiempo lentamente, el *terroir* se ajusta al criterio básico para ser considerado de alto valor cualitativo. Se presta en consecuencia, para el desarrollo de una viticultura de calidad internacional. Las buenas calificaciones que obtiene el vino regional en concursos mundiales, son útiles para confirmar y al mismo tiempo comprender mejor el potencial agrícola de nuestros territorios, a partir del potencial vitícola del cual se trata aquí.



Localidad	Puntalarga	Corrales	Floresta	Paipa	Socha
Variedad	°Brix				
Pinot noir ¹	26.2	26.0	24.5	---	---
Pinot noir ²	23.3	22.0	23.0	---	---
Riesling ¹	23.3	22.1	20.4	---	---
Riesling ²	20.5	18.2	19.5	---	---
Riesling x Silvaner	24.0	24.4	24.8	23.5	23.7

Tabla 1. Sólidos solubles del mosto, °Brix, en algunas localidades del proyecto. Promedios de las cinco últimas vendimias. 1Por tiempo seco, 2por tiempo lluvioso, en época de maduración de las uvas.

A título comparativo, el contenido probable en sólidos solubles, °Brix, de uvas para vinos de calidad superior en regiones renombradas de Argentina, Alemania, Chile, E.U.A., Francia y Nueva Zelanda, se encuentra entre 20.8 y 24.2 en el caso de Pinot noir y entre 19.0 y 20.0 en el caso de Riesling (De Rosa 1990).



BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, C., CUBIDES N. 2002. Efecto de la radiación solar UV – B sobre hojas y uvas de *Vitis vinifera* var. Pinot noir. Tesis Química de Alimentos, UPTC Tunja.
- BORMAN, J., et al. 1997. Ultraviolet radiation as a stress factor and the role of protective pigments. In *Plants and UV-B*, P. Lumsden ed. The University Press, Cambridge.
- CHAPARRO, G. 2001. Asimilación carbónica de la vid *Vitis vinifera* L. en condiciones de altitud tropical: alta irradiancia UV-B. Tesis, Biología, Universidad Nacional, Bogotá.
- CURRLE, et al. 1983. *Biologie der Rebe*. Meiningen, Neustadt an der Weinstrasse.
- DE ROSA T. 1990 *Tuttovini*. Mondadori, Milán.
- DRAWERT, F., Rapp A. 1964 *Die Biotechnologische Reihe des Weines*. *Vitis*, Ber. Rebenforschung, 4, 262-266.
- FAUST, M. 2000. Physiological considerations for growing temperate-zone fruit crops in warm climates. In *temperate fruit crops in warm climates*, Ammon Erez (ed.) Kluwer Academic Press, Dordrecht. 137-156.
- FREGONI, C. y PEZZUTTO S. 2000. Principes et premières approches de l'indice bioclimatique de qualité de Fregoni. *Progrès Agricole et Viticole* 117, 18, 390-396.
- FREGONI, M. 2005. *Viticultura di Qualita*. Phytoline, 37010 Affi.
- GALET, P. 1983. *Précis de viticulture*. Les climats équatoriaux. Imprimerie Dehan, Montpellier. 182-183.
- HARLFINGER, O. y FORMAYER H. 2005. Die mesoklimatische Bedingungen fuer den Weinbau in Oesterreich. *Bull.O.I.V.*, 78, n° 887 – 888, pp 7 – 16.
- HUGLIN, P. 1986. *Biologie et écologie de la vigne*. Payot, Lausanne.
- HUGLIN, P., SCHNEIDER, Ch. 1998 *Biologie et écologie de la vigne*, 2e édition. Lavoisier, Paris.
- JACKSON, J. 2000. Light regimes in temperate fruit-tree orchards grown at low latitudes. In *temperate fruit crops in warm climates*, Ammon Erez (ed.). Kluwer Academic Press, Dordrecht. 1 -15.
- KRUPA, S. et al. 1998. Global Climate and UV-B radiation. In *Elevated Ultraviolet (UV) – B Radiation and Agriculture*. Springer Verlag, Berlin.
- KSENZHEK, O. y Volkov, A. 1998. *Plant Energetics*. Academic Press, San Diego.
- LEVINE, D. 1994. *L'or des dieux, l'or des Andes*. UNESCO, Serpenoise, Metz.
- QUIJANO NIÑO, M. 1970. *Memorias*. Hacienda San Marcos, Sogamoso.
- QUIJANO-RICO, M. 1987. El cultivo de vides nobles y la producción de vinos de alta calidad en Boyacá. *Integración Boyacense*, Tunja, 13, 13-06.
- _____. 2004. *Ecología de una Conexión Solar: de la adoración del sol al desarrollo vitivinícola regional*. *Cultura Científica*, Tunja. 2, 5-9.
- _____. 2007a. Great highland's wine growing: low latitude agroclimatic compensation through altitude. XXX. *World Congress of Vine and Wine*, Budapest.
- _____. 2007b. El Chicamocha: Rio del Vino de Gran Altura. *Cultura Científica*, Tunja, No.5, 36-43.
- _____. 2008a. *Viticulture tropicale à grande altitude*. Conditions et expressions du terroir. *Congrès Terroirs*, Nyon, Suiza.
- _____. 2008b. *La Región del Sol de Oro. Terroir y Biotecnología de la Información*. *Cultura Científica*, Tunja, No.6, 5-11.
- SÁNCHEZ, A., QUIJANO-RICO, M. 2008. *Transparencia atmosférica y amplitud térmica en Puntalarga*. Informe Interno. Viñedo de Puntalarga, Nobsa.
- PRETORIUS, I. y HOJ, P. 2005. *Grape and wine biotechnology*. *Aus. J. Grape and Wine Res.* 11, 83-108.
- ROBIN, J. 2000. Reflexión du sol et coloration du raisin. L'excitation de la vigne par la lumière rouge serait determinante pour la qualité des baies. *J. Int. Sci. Vigne et Vin*, 34, 101-119.
- SCHULTZ H, R., et al. 1998. Is grape composition affected by current levels of UV-B radiation?. *Vitis*, 37, 191-192.
- SCHWERTFEGGER, W. 1976. *World survey of climatology*. *Climates of Northern South America*. Colombia. 12, 358-380.
- SEGUIN, G. 1983. Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendages. *Bull. OIV*, 5b, 623, 2-18
- TEVINI, M., et al. 1981. Some effects of enhanced UV-B irradiation on the growth and composition of plants. *Planta* 153, 388-394.
- TONIETTO, J. 1999. Les macroclimats viticoles mondiaux et l'influence du mésoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat d'Hambourg dans le sud de la France. *Méthodologie de caractérisation*. Thèse de Doctorat. ENSA, Montpellier.
- ZOLTY, A. 1987. Pour quand les grands vignobles tropicaux?. *Agriculture et développement rural*. *Marchés Tropicaux* 2192 - 3023.