

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA SOLAR EN LOS PARÁMETROS ENOLÓGICOS DE DOS VARIEDADES DE UVA DE VINIFICACIÓN DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA

Gutiérrez Barea Pastor¹; Ayarde Mogro Ruth Evangelina²; Taquichiri Tórrez Marco Antonio¹

¹Departamento de Física, ²Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

Dirección para correspondencia: Pastor Gutiérrez Barea Departamento de Física, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Av. Víctor Paz, Zona el Tejar, Campus Universitario, Tarija, Bolivia.
Correo electrónico: ppassguba@uajms.edu.bo

RESUMEN

Se determinó la influencia de la Radiación Ultravioleta B en la evolución de los principales parámetros fisicoquímicos de la uva y el vino de las variedades Moscatel y Cariñena cultivadas en el Valle Central de Tarija.

Las mediciones de la radiación solar ultravioleta B (UV-B), se llevaron a cabo todos los días desde el mes de diciembre del año 2009 hasta marzo del 2010, utilizando un Piranómetro YES UV-B1 y dos sensores Skye SKU240 que se instalaron en los viñedos del Centro Nacional Vitivinícola del Valle Central del departamento de Tarija, Bolivia (1879 msnm).

Se efectuaron dos ensayos para cada una de las dos variedades de uva, cada ensayo con tres tratamientos y tres niveles de radiación UV-B: 0 % de atenuación, con el 20 % de atenuación y con un 60 % de atenuación. Para los niveles de atenuación la UV-B se utilizaron malla antigranizo y agrofilm de 250 micrones.

Se efectuaron análisis básicos durante el periodo de pinta y madurez de las bayas, en los que se determinó su peso, sólidos solubles, alcoholes probables, acidez total, pH, antocianos totales y polifenoles totales. Se observó un incremento en el contenido de azúcares y una disminución de la acidez total.

Tanto en el vino tinto como en el vino blanco, se determinó sólidos solubles, sólidos totales, acidez volátil, acidez total, densidad, PH, azúcares reductores y capacidad antioxidante.

Los resultados obtenidos muestran que cuanto más energía radiante recibe la planta, se obtienen frutos más maduros, con un mayor contenido de azúcares y mayor concentración de compuestos antioxidantes, se evidenció que los vinos tintos obtenidos tienen mayor concentración de antioxidantes que los blancos.

Palabras clave: Radiación ultravioleta; Uvas de altura; Polifenoles totales; Valle Central de Tarija; Antocianos Totales

ABSTRACT

The influence of ultraviolet B radiation in the evolution of the main physicochemical parameters of the grape and wine varieties Moscatel and Carignan grown in the Central Valley of Tarija has been measured.

Measurements of solar ultraviolet B radiation (UV-B), were carried out every day from December 2009 through March 2010, using a UV-B1 YES Pyranometer and Skye SKU240. Two sensors were installed in the vineyards of Centro Nacional Vitivinícola at Tarija Bolivia (1879 masl).

There were two trials for each of the two grape varieties, each trial with three treatments and three levels of UV-B: 0% attenuation, with 20% attenuation and with 60% attenuation. For the UV-B attenuation levels anti-hail net and plastic of 250 microns were used.

The basic analyzes were performed during the period and ripening of the berries, and measures of weight, soluble solids, probable alcohol, total acidity, pH, total anthocyanins and polyphenols were carried out. An increase in the sugar content and a decrease in the total acidity was observed.

The amount of soluble solids, total solids, volatile acidity, total acidity, density, pH, reducing sugars and antioxidant capacity was determined in both red and white wine.

The results show that the more radiant energy the plant receives, ripest fruits are obtained, with a higher sugar content and higher concentration of antioxidant compounds, it was shown that red wines have higher concentrations of total antioxidants than white wines.

Keywords: Ultraviolet radiation; High altitude grapes; Total Polyphenols; Central Valley of Tarija; total anthocyanins

INTRODUCCIÓN

Son varios los factores que afectan la calidad de la materia prima utilizada en la elaboración de los vinos. Entre estos factores puede destacarse la variedad de uva utilizada, el tipo de suelo en que se encuentra el cultivo, las condiciones agroclimáticas del lugar, la radiación solar, el tipo de riego y su frecuencia. Todo esto determinará, en gran medida, el crecimiento y producción de la planta.

Entre los factores antes considerados se puede mencionar el nivel de radiación solar recibido por la planta y el fruto, el cual influye en la acumulación de sólidos solubles y la formación de compuestos fenólicos y por ende en la producción de la parra.

Dada la existencia de una relación entre la composición fenólica de la uva y el vino, se planteó la necesidad de conocer el potencial fenólico de las uvas y de los vinos. Los distintos niveles de radiación solar pueden influir sobre la composición química del fruto y en especial sobre el contenido fenólico de los mismos; es así que se espera que la parra que esté sometida a un mayor nivel de radiación tenga bayas con una mayor acumulación de sólidos solubles y compuestos fenólicos, lo cual permitirá obtener un vino mucho más concentrado en compuestos fenólicos, que impactará positivamente en su calidad sensorial.

Para la producción de vinos tintos, tiene mucha importancia la "madurez fenólica" de la uva, en particular la presencia de polifenoles, antocianinas y taninos. Los factores que influyen en la formación de estos compuestos son de gran importancia, ya que existe una relación entre la composición fenólica de la uva y el vino obtenido de ésta (Climent y Pardo, 1993; citado por Gonzales O' Ryan José Antonio, 2003). Por lo tanto, la presencia de estos compuestos en los vinos depende de la madurez de la uva y del proceso de elaboración.

En España se efectuaron investigaciones sobre el tratamiento postcosecha de uva de vinificación con radiación UVC para la obtención de vinos enriquecidos en polifenoles (resveratrol). El tratamiento postcosecha de uva con luz UVC produce un estrés en la uva que hace que ésta, en respuesta a dicho daño, induzca la síntesis de polifenoles. El resveratrol es un compuesto antioxidante, anticancerígeno, cardioprotector, estrogénico, etc. Sus efectos in vivo están siendo actualmente estudiados, siendo los últimos resultados muy prometedores.

En la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Rep. Argentina (Federico Berli, José D'Angelo, Bruno Cavagnaro, Rubén Bottini, Rodolfo Wuilloud y M. Fernanda Silva, 2006), se llevó a cabo un estudio sobre la Composición fenólica de la uva (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) por electroforesis capilar de la

zona CZE, madurada en diferentes niveles de radiación solar.

La respuesta de la *Vitis vinifera* L. cv. Malbec, sometida a diferentes niveles de radiación solar ultravioleta B (UV-B) fue evaluada en dos situaciones contrastantes, bajo la luz del sol con total UV-B (+ UV-B) y con un filtro solar UV-B (-UV-B), en tres lugares diferentes a 500, 1000, y 1500 m sobre el nivel del mar (snm). Para la determinación de compuestos fenólicos se utilizó la técnica de electroforesis capilar. Las bayas tratadas con + UV-B a 1500 m sobre el nivel del mar mostraron los más altos niveles de antocianinas, polifenoles totales y el resveratrol, en comparación con el tratamiento de la -UV-B a esa misma altura.

Teniendo en cuenta que estos compuestos desempeñan un papel importante en la calidad de los vinos, y por ende un mayor valor agregado, es posible que los viñedos situados a mayor altitud, sean los más preferidos en el futuro.

En cuanto a los vinos elaborados, se determinó el índice total de polifenoles TPI y la intensidad del color IC por espectrofotometría UV-VIS. El más alto nivel de TPI se obtuvo a 1500 msnm, mientras que los niveles más bajos de CI se encontraron para el nivel del mar de 500 m. Sin duda, otros factores diversos además de la radiación UV-B afecta a los índices debido al hecho de que su niveles nunca fueron disminuidos para el tratamiento de la exclusión (-UVB).

La madurez fenólica se basa en la evolución de los antocianos y de los taninos a lo largo de toda la maduración de las bayas. A nivel de compuestos fenólicos, se observa que en el transcurso de la maduración, existe un aumento en el tenor de los antocianos y en taninos a nivel de la piel, y paralelamente una disminución del tenor en taninos de las semillas. Los antocianos aumentan su concentración progresivamente a lo largo de toda la maduración de la uva hasta alcanzar un máximo, para luego disminuir claramente durante un período llamado "sobremaduración" ligado a un fenómeno de degradación de dichos compuestos. Durante este período se constata un aumento en la extractabilidad de los antocianos, dando como resultado vinos a menudo más ricos y equilibrados, esto a pesar de la ligera disminución analítica del tenor de antocianos (Marquette, 1999, citado por Gómez Arismendi P. R., 2003).

Debido a lo anterior un déficit de madurez implicará, una acumulación débil de los pigmentos en los hollejos y una dificultad de su extracción, una baja acumulación de taninos poco astringentes en el hollejo y una fuerte acumulación de taninos astringentes en la semilla (Saint-Cricq de Gaulejac et al., 1998; citado por Gómez

Arismendi P. R., 2003).

En estos últimos años, se escucha con frecuencia que los vinos de altura son los más apetecidos que los vinos que se cultivan al nivel del mar, esta afirmación en gran parte se debe a sus características fenológicas que presentan en comparación. Por otra parte es de mucha importancia, determinar la energía radiante que llega a las plantas, para lo cual es frecuente en los viñedos efectuar un ajuste de la carga radiante a través del raleo de racimos para aumentar la relación hoja-fruta con el propósito de afectar la composición de la baya. El nivel de radiación en la vid afecta el tamaño de la baya, la acumulación de sólidos solubles así como otros componentes del sabor en la fruta y varios aspectos del crecimiento vegetativo (Diego Santamaría María Paz, 2010).

La radiación solar ultravioleta-B que recibe la vid, afecta el tamaño de la baya y del racimo, la acumulación de azúcares y otros componentes de la fruta. A medida que el rendimiento por parra aumenta, el tamaño de la baya y el peso del racimo disminuyen.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el año agrícola 2009-2010 con los cepajes Moscatel de Tarija y Cariñena pertenecientes a los viñedos del CENAVIT (Centro Nacional Vitivinícola) ubicado en el Valle Central de Tarija (1887 msnm; 21,69 S - 64,65 O.). Estas cepas fueron plantadas en los años 1998 a 2000, respectivamente, las que se encuentran en espaldera simple y con riego por goteo y surcos.

El CENAVIT es un centro organizado que desarrolla y difunde la producción vitícola y la técnica de procesamiento de vinos, dispone de un laboratorio de análisis de calidad, una planta experimental de procesamiento de vinos y una granja experimental vitícola. En la planta experimental de procesamiento de vinos se realizan investigaciones, tales como, el efecto de cambio de condiciones de procesamiento en la calidad de vinos. La granja experimental vitícola produce plantines de cepas de uva mediante injertos, como medida preventiva contra las enfermedades.

Medición de la radiación solar

Las mediciones de la radiación solar ultravioleta B, se llevaron a cabo todos los días desde el mes de diciembre del año 2009 hasta marzo del 2010, utilizando un Piranómetro YES UV-B1 y dos sensores Skye SKU240 que se instalaron en los cuarteles del CENAVIT. A partir de estos equipos se pudo medir la irradiancia sobre una superficie horizontal en Watts/m², gracias a su anillo de sombra, el primer equipo mide la irradiancia solar difusa,

eliminando la contribución de la componente directa. Los equipos para la medición de la radiación solar fueron instalados al pie de las cepas, estos equipos almacenan la información recibida durante el día en un datalogger para luego ser descargada a un computador para su procesamiento e interpretación.

Análisis en bayas

En el experimento se efectuaron dos ensayos, constituidos por cada una de las variedades en estudio: Moscatel de Tarija y Cariñena.

En cada ensayo se trabajo con tres tratamientos correspondientes a tres niveles de radiación asignados para cada variedad. Cada ensayo estaba sometido a los siguientes niveles de radiación: a) Radiación sin atenuación, b) Radiación con un 20% de atenuación y c) Radiación con un 60 % de atenuación, para cada tratamiento se utilizaron hileras de 20 a 30 plantas para cada variedad.

Los muestreos se llevaron a cabo cuando el estado fenológico de las bayas ha alcanzado un 85% de pinta. Se obtuvieron 9 muestras de las dos variedades en cada nivel de radiación (1, 8,15, 22 de febrero; 1, 8,15, 22 y 29 de marzo de 2010).

Se tomaron muestras de 50 bayas, tomadas de 10 plantas al azar, (5 bayas por planta). Los análisis para cada muestra fueron realizados en el laboratorio del CENAVIT según el método de Glorías.

Microvinificación

Para las microvinificaciones, se efectuaron 6 colectas separadas por 7 días entre sí, (22 de febrero, 1, 8, 15, 22 y 29 de marzo del 2010). A cada vino obtenido en cada vinificación se realizó un análisis básico y un análisis de composición fenólica por medio de técnicas específicas del CENAVIT.

El trabajo de escritorio, interpretación y discusión de resultados, se llevó a cabo en el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias y Tecnología

RESULTADOS

Medición de la irradiación solar

Los valores de las mediciones de la radiación solar acumulada durante el periodo de pinta y maduración para cada nivel de atenuación se muestran en la Tabla 1. Estos datos han sido ponderados desde la fecha de pinta (15 de diciembre de 2009) hasta cada una de las fechas de muestreo y cosecha respectivamente.

Fecha de muestreo	0 % Ret	20 % Ret	60 % Ret
	Irr (W/m ²)	Irr (W/m ²)	Irr (W/m ²)
01 /02/2010	290	243	121
08/02/2010	335	279	139
15/02/2010	379	315	157
22/02/2010	423	349	175
01/03/2010	466	384	192
08/03/2010	509	418	209
15/03/2010	550	451	226
22/03/2010	592	484	242
29/03/2010	633	517	258

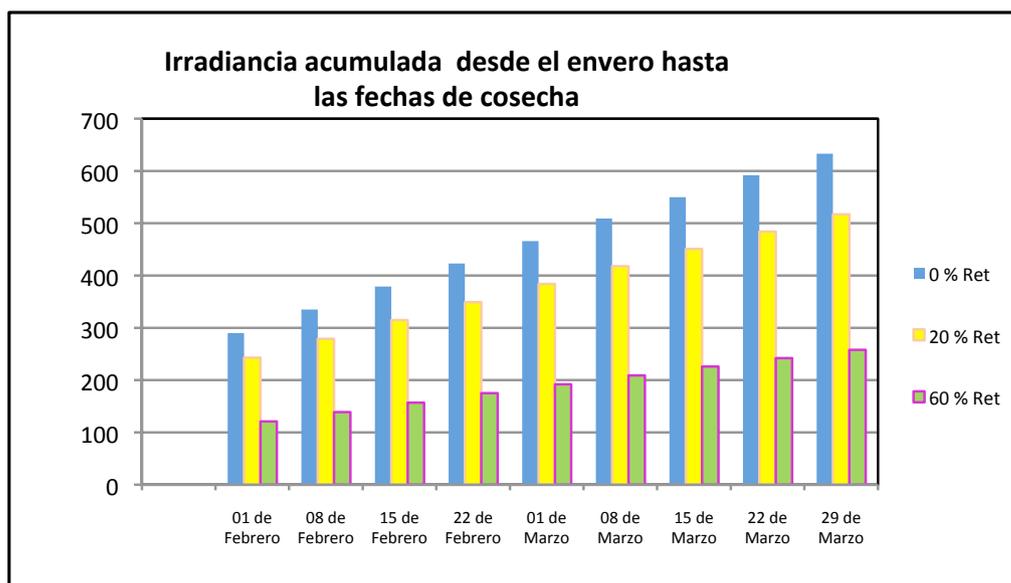


Figura 1. Energía radiante recibida por las bayas en sus tres niveles de atenuación, en el periodo pinta-madurez.

En la Figura 1 se puede ver que la energía radiante recibida por las bayas con 0 % de atenuación (100 % expuestas a la radiación solar) desde el 15 de diciembre de 2009 hasta la fecha del primer muestreo (01 de febrero de 2010) es de 290 W/m²; la radiación recibida en el mismo periodo con un 20 % de atenuación es de 243 W/m² y la radiación recibida con un 60 % de atenuación fue de 121 W/m².

En la misma grafica se puede ver que la radiación total acumulada hasta la fecha de la cosecha (29 de marzo de 2010) fue de 633 W/m² para una atenuación del 0%; 517 para una atenuación del 20 % y de 258 W/m² para una atenuación del 60 %.

Muestras de bayas para la determinación de la madurez

Los resultados de los análisis efectuados en el laboratorio

del CENAVIT se muestran en las Figuras 2, 3, 4 y 5, donde se puede ver la evolución de los parámetros enológicos durante el proceso de pinta y maduración de las bayas.

La Figura 2 muestra la evolución del pH y el peso promedio para la uva Moscatel de Tarija. Se puede ver que tanto el pH como el peso de las bayas aumentan en forma continua, para las atenuaciones del 0% y 60 %. Este aumento se debe a la degradación de los principales ácidos presentes en el transcurso de la maduración (Roson y Moutounet, 1992; citados por Gonzales O' Ryan José Antonio, 2003).

El peso promedio de las bayas, aumenta llegando a su máximo el 15 de marzo para los tres niveles de atenuación. A partir de esta fecha se observa una disminución, esto se debe a una sobremaduración de la uva debido a una deshidratación.

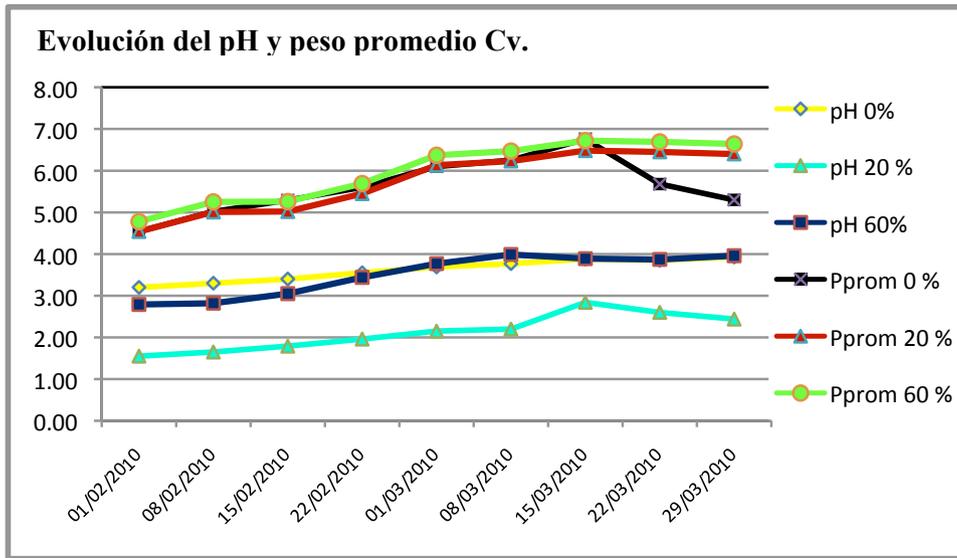


Figura 2. Evolución del peso promedio y pH durante el proceso de maduración, en uvas del cepaje Moscatel de Tarija destinadas a Microvinificación, muestras de la granja del CENAVIT (Valle Central de Tarija).

La Figura 3 muestra la evolución del contenido de azúcar y la acidez total para la uva Moscatel de Tarija. Se puede ver que el Brix aumenta casi en forma lineal llegando a un valor máximo el 15 de marzo de 2010 para los niveles de atenuación de 0 % y 20 % respectivamente, en cambio para el nivel de atenuación del 60 %, se observa

que el máximo contenido de azúcares se alcanza el 01 de marzo. La acidez disminuye para los tres niveles, encontrándose el menor valor el 15 de marzo, a partir del cual permanece casi constante para los niveles de 0 % y 20 % de atenuación y una leve disminución para un 60 % de atenuación.

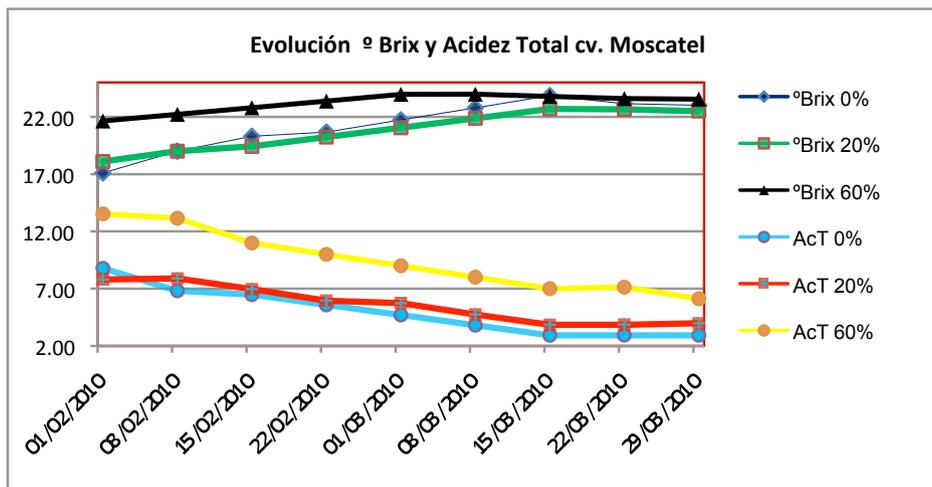


Figura 3. Evolución del contenido de azúcar y acidez total durante el proceso de maduración, en uvas del Cepaje Moscatel de Tarija destinadas a Microvinificación, muestras tomadas en la granja del CENAVIT (Valle Central de Tarija).

La Figura 4 muestra la evolución del pH y el peso promedio para la uva Cariñena. Se puede ver que tanto el pH como el peso de las bayas aumentan en forma continua. Para las atenuaciones de 0% y 20%, el máximo valor del pH se alcanza el 15 de marzo. Para una atenuación del 60%, el valor máximo se alcanza el 29 de marzo. El valor máximo del peso promedio de las bayas

para las atenuaciones del 0% y 20%, se alcanza el 22 de marzo, para la atenuación del 60%, se alcanza el 15 de marzo. A partir de estas fechas, se observa que para los dos primeros niveles, el peso permanece casi constante, en cambio para la atenuación del 60% ocurre una considerable disminución.

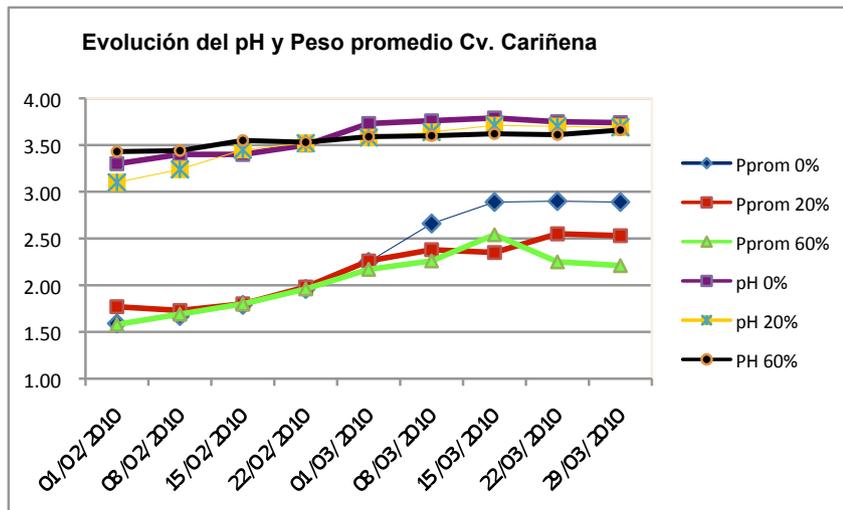


Figura 4. Evolución del peso promedio y pH durante el proceso de maduración en Cv. Cariñena destinada a Microvinificación, muestreadas en la granja del CENAVIT (Valle Central de Tarija).

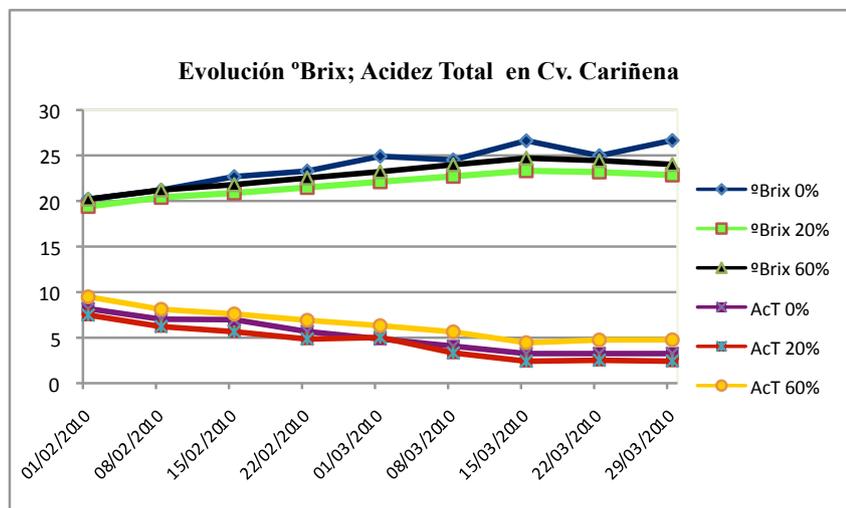


Figura 5. Evolución del contenido de azúcar y acidez total durante el proceso de maduración, Cv. Cariñena destinadas a Microvinificación, CENAVIT.

En la Figura 5 se muestra la evolución del contenido de azúcar y la acidez total para la uva Cariñena. El Brix aumenta en forma lineal llegando a un valor máximo el 15 de marzo de 2010 para los tres niveles de atenuación. A partir de estas fechas se observa un decrecimiento para una atenuación del 0%, en cambio para las

atenuaciones del 20% y 60%, el contenido de azúcar permanece aproximadamente constante. La acidez disminuye para los tres niveles, encontrándose el menor valor el 15 de marzo, a partir del cual permanece casi constante.

Evolución de la Madurez Fenólica según los Índices de Glories.

Este análisis se llevo a cabo solamente para la uva Cv. Cariñena y no así para la Cv. Moscatel por presentar valores muy bajos en comparación con la primera. Los

resultados de los índices de madurez fenólica para la uva (cariñena) destinada a Microvinificación, se presentan en las Figuras 6 y 7. A partir de estas figuras, se puede ver que el potencial total de antocianos y el potencial total de fenoles, aumentan aproximadamente en forma lineal.

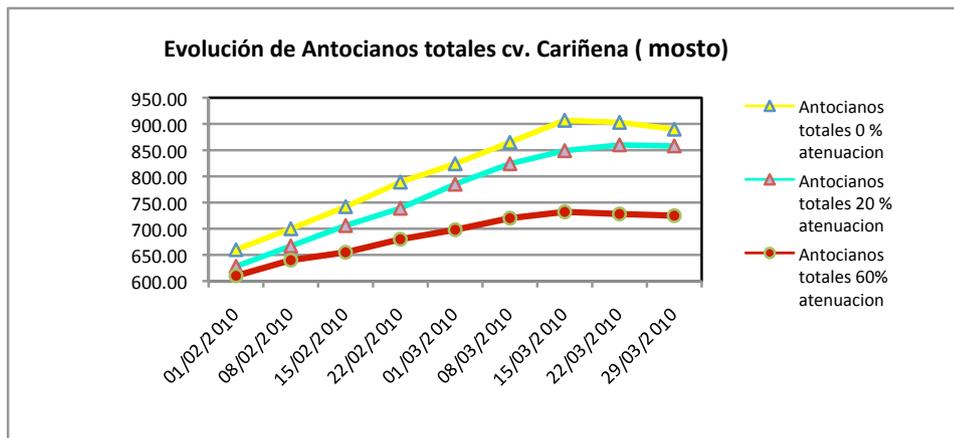


Figura 6. Evolución de antocianos totales durante el proceso de maduración, en Cv. Cariñena destinadas a Microvinificación, muestreadas en la granja del CENAVIT.

En la Figura 6 se puede ver que el valor máximo de los antocianos totales en los niveles de 0 % y 60 % de atenuación, se alcanza el 15 de marzo del 2010, mientras que en el nivel del 20 % de atenuación, se alcanza el 22 de marzo. El mayor valor de antocianos se alcanza cuando las bayas están expuestas al 100 % de radiación, es decir 0 % de atenuación.

En la Figura 7 se presenta el contenido de polifenoles totales. Se puede ver un desarrollo creciente, hasta llegar a un máximo el 15 de marzo para una atenuación del 20 % y 60 %, la misma fecha del mayor nivel de antocianos totales. Para una atenuación del 0 %, el valor máximo de polifenoles, se alcanza el 22 de marzo. También se puede ver que el valor máximo de polifenoles se obtiene en las uvas expuestas al 100 % de radiación.

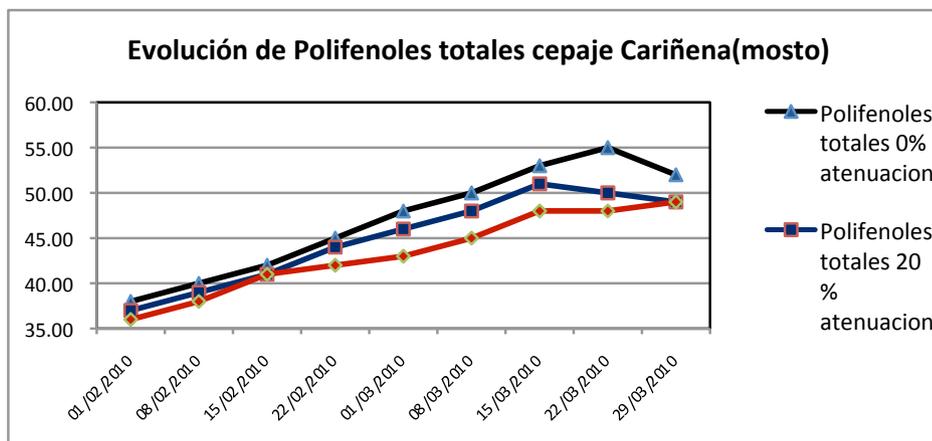


Figura 7. Evolución de polifenoles totales durante el proceso de maduración, en Cv. Cariñena destinadas a Microvinificación, muestreadas en la granja del CENAVIT (Valle Central de Tarija).

Según los parámetros de madurez fenólica propuestos por (Glories; citado por Gonzales O'Ryan José Antonio, 2003) el momento óptimo de la cosecha sería una o dos semanas después del máximo en antocianinas, es decir entre el 15 al 22 de marzo, cuando el nivel de sólidos solubles de las bayas se encuentra entre 23 y 27 Grados Brix para el Cv. Moscatel de Tarija y 25 y 27 Grados Brix para el Cv. Cariñena.

Comparación de Vinos obtenidos en distintas fechas de cosecha para los tres niveles de radiación.

En las Figuras 8, 9 y 10, se muestran los resultados de los análisis de los vinos elaborados con la uva Moscatel de Tarija, para las diferentes fechas de cosecha y los diferentes niveles de radiación.

A partir de la figura 8, se puede ver que para una atenuación del 0% la acidez total disminuye desde un valor de 6,10 primera cosecha hasta un valor de 5,96 última cosecha. El valor del pH aumenta desde 3,69 hasta 3,73. Finalmente se observa que el grado alcohólico aumenta desde un valor de 13,60 G. L. hasta un valor de 13,64 G. L., producto de la disminución de los azúcares reductores.

En la figura 9, para una atenuación del 20% la acidez total disminuye desde un valor de 5,03 primera cosecha hasta un valor de 4,99 última cosecha. El valor del pH aumenta desde 4,31 hasta 4,35. El grado alcohólico aumenta desde un valor de 12,80 G. L. hasta un valor de 12,83 G. L., producto de la disminución de los azúcares reductores.

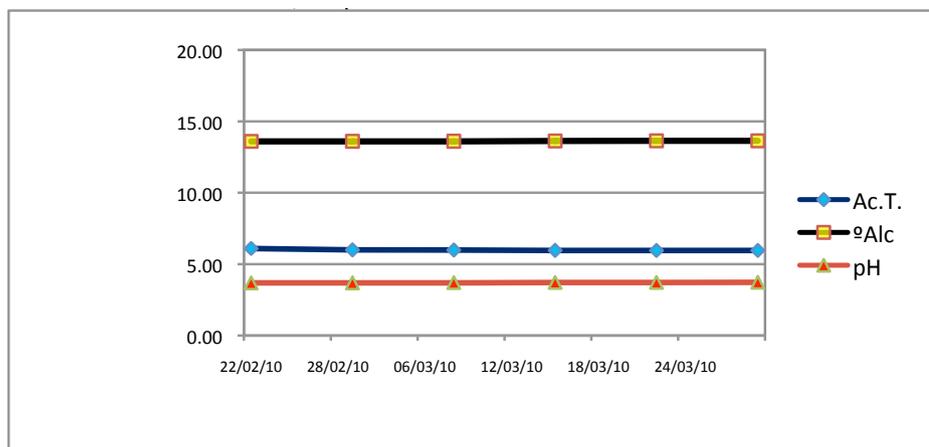


Figura 8. Evolución de la madurez de vino elaborado con uva Moscatel de Tarija, 0 % de Atenuación, análisis efectuado en los laboratorios del CENAVIT.

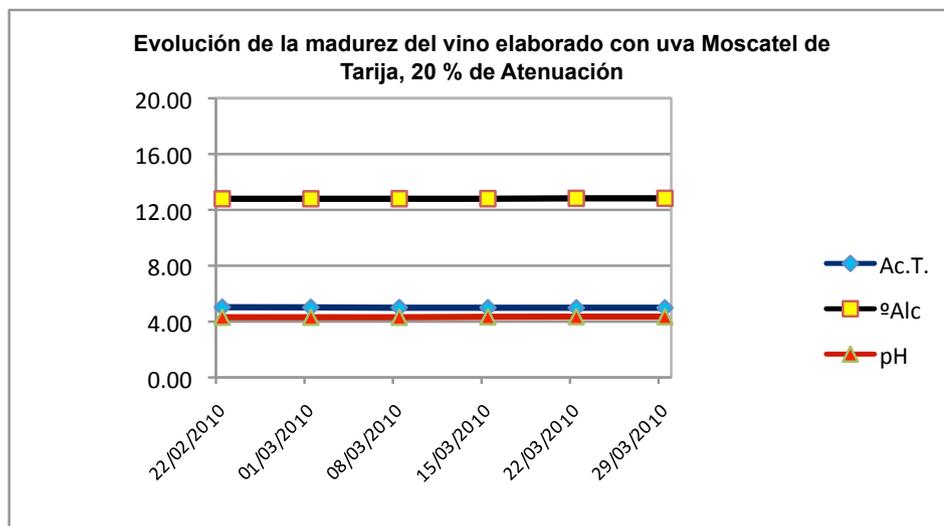


Figura 9. Evolución de la madurez de vino elaborado con uva Moscatel de Tarija, 20 % de Atenuación, análisis efectuado en los laboratorios del CENAVIT.

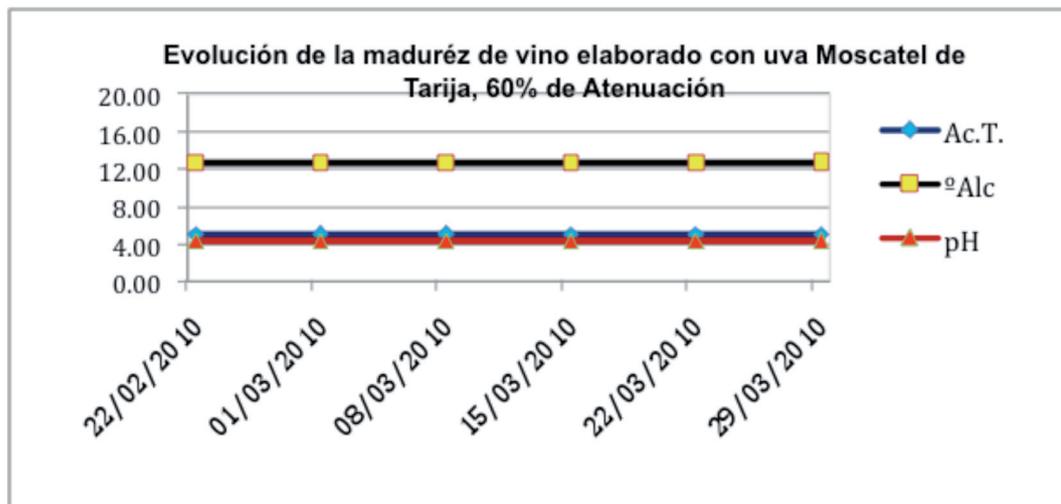


Figura 10. Evolución de la madurez de vino elaborado con uva Moscatel de Tarija, 60 % de Atenuación, análisis efectuado en los laboratorios del CENAVIT.

En la Figura 10, la acidez total disminuye desde un valor de 5 a 4,98 (primera y última cosecha), el pH aumentó de 4,32 a 4,36 y el grado alcohólico de 12,70 G. L. hasta un valor de 12,78 G. L.

En las figuras 11, 12 y 13 se muestra la evolución del grado alcohólico, acidez total, pH y azúcares reductores de los vinos que fueron elaborados con la uva Cariñena para los tres niveles de radiación.

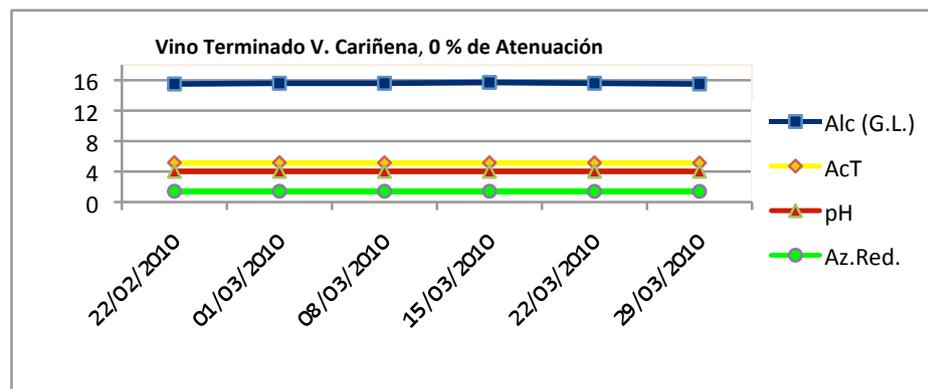


Figura 11. Evolución comparativa de los índices de Glories en los vinos elaborados en las seis cosechas con uva Cariñena con una atenuación del 0 %

En la figura 11, se puede ver que el grado alcohólico aumentó de 15,5° G.L. a 15,7° G.L. entre la primera y la cuarta cosecha. La acidez total de los vinos disminuyó, desde un valor de 5,18 (primera y segunda cosecha) hasta un valor de 5,14 (última cosecha). El pH aumento de 4,03 a 4,07 (primera y última cosecha). El azúcar residual disminuyó de 1,43 a 1,40 (primera y última cosecha).

En la Figura 12, vino elaborado de uva Cariñena (20 % de atenuación), se puede ver que el grado alcohólico aumentó, de 13,10 G.L. a 13,17 G.L. entre la primera cosecha (22 de febrero) y la última (29 de marzo).

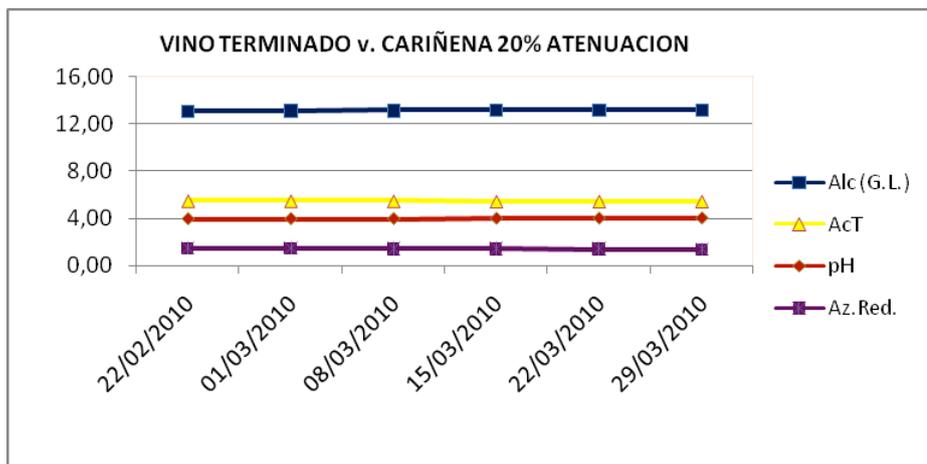


Figura 12. Evolución comparativa de los índices de Glories en los vinos elaborados en las seis cosechas con uva Cariñena con una atenuación del 20 %

La acidez total de los vinos disminuyó, desde un valor de 5,48 (primera y segunda cosecha) hasta un valor de 5,44 (última cosecha). El pH presentó un aumento constante a lo largo de las fechas de cosecha, de 3,92 a 3,98 (primera y última cosecha), estos cambios tampoco son significativos.

El contenido de azúcar residual disminuyó de manera continua, desde un valor de 1,44 (primera cosecha) hasta un valor de 1,38 (última cosecha), reflejando que todos los vinos terminaron normalmente la fermentación alcohólica.

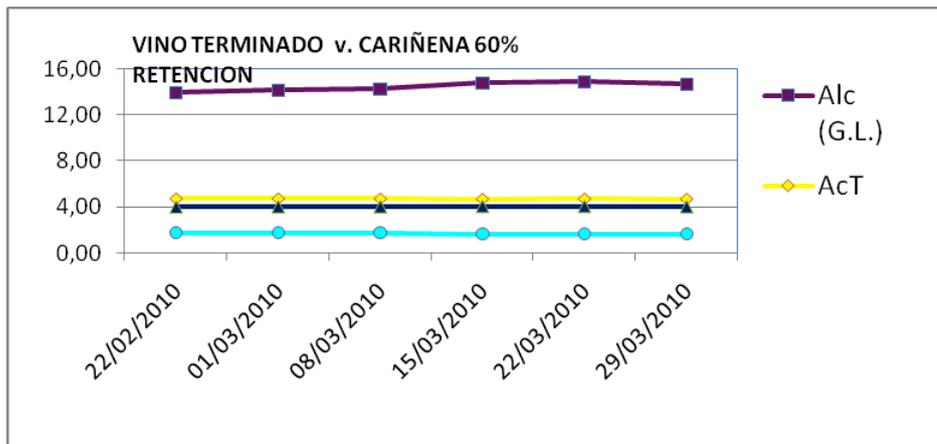


Figura 13. Evolución comparativa de los índices de Glories en los vinos elaborados en las seis cosechas con uva Cariñena con una atenuación del 60 %

En la figura 13, vino elaborado con uva Cariñena (60 % de atenuación), se puede ver que el grado alcohólico aumentó, de 14 G.L. a 14,9 G.L. entre la primera cosecha (22 de febrero) y la quinta (22 de marzo), disminuyendo en la última cosecha hasta un valor de 14,7.

El contenido de azúcar residual disminuyó desde un valor de 1,77 a 1,65 (primera y última cosecha), reflejando que todos los vinos terminaron normalmente la fermentación alcohólica.

La acidez total de los vinos disminuyó, desde un valor de 4,73 (primera y segunda cosecha) hasta un valor de 4,70 (última cosecha). El pH aumento de 4,00 a 4,05 (primera y última cosecha).

En la Figura 14 se muestran los valores del único análisis que se efectuó en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la Universidad Mayor de San Andrés (octubre, 2010), que corresponden al vino elaborados con las bayas de la última cosecha.

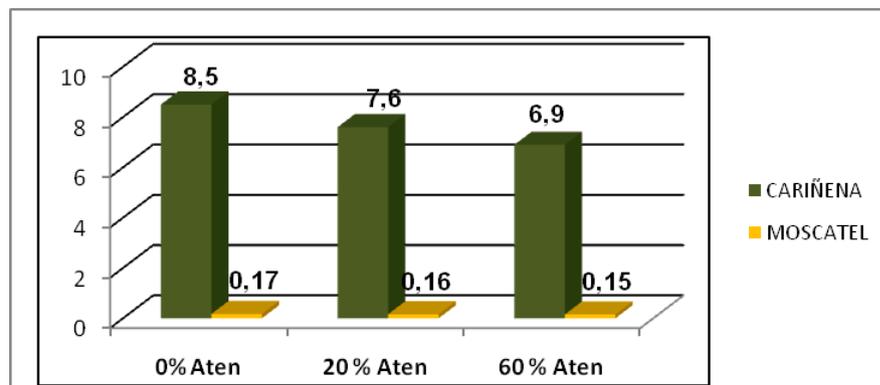


Figura 14. Capacidad antioxidante del vino elaborado con bayas de la última cosecha para los tres niveles de atenuación, Método analítico DPPH, UMSA.

A partir de la Figura 14, se puede apreciar notablemente la gran diferencia que existe en la Capacidad Antioxidante entre el vino elaborado con bayas tintas y el vino elaborado con uva blanca.

DISCUSION

De acuerdo a los análisis efectuados durante la evolución de la madurez de las bayas, se puede asegurar que los principales parámetros enológicos se ven afectados por varios factores, entre ellos el tipo de vid, el suelo donde se lo cultiva, la frecuencia del riego y principalmente la cantidad de radiación solar que estas reciben. La energía radiante que reciben las bayas no solamente afecta en su madurez fenólica, también afecta en su tamaño, el contenido de sólidos solubles, el pH, la acidez total y sobre todo los compuestos fenólicos o antioxidantes que son los más beneficiosos para la salud. Por otra parte los resultados obtenidos en los análisis de los vinos nos muestran claramente que los tintos tienen más compuestos antioxidantes que los de uvas blancas, lo cual ha sido corroborado por el análisis de vinos efectuado por la Universidad Mayor de San Andrés.

Lo más sorprendente del estudio es que se puede asegurar que las bayas cultivadas en viñedos que se encuentran por encima de los 1500 msnm, son las que reciben mayor radiación solar, por lo tanto son muy favorecidas en alcanzar una óptima madurez y debido al estrés que se ven afectadas, se ven obligadas a generar sustancias defensivas como los polifenoles y antocianos, compuestos que son los responsables de mejorar la calidad al producto final (vinos).

Por otra parte, a medida que aumenta la energía solar que reciben las bayas de las uvas Cariñena y Moscatel de Tarija, los vinos obtenidos tienen menor grado de acidez total y por ende menor grado alcohólico.

Teniendo en cuenta que estos compuestos desempeñan un papel importante en la calidad de los vinos, y por ende en un mayor valor agregado, se puede concluir que los vinos elaborados con bayas de viñedos situados a mayor altitud y sometidos a una mayor radiación solar UV-B, serán los más preferidos en el futuro.

En base al análisis preliminar de vinos efectuado por HPLC en el laboratorio de la UMSA, se puede indicar que el proceso de biosíntesis que da lugar a la formación de los compuestos antioxidantes, depende fundamentalmente de la radiación UV-B que reciben las bayas.

Finalmente, podemos indicar que los resultados de este estudio, nos abren las puertas para encarar nuevos trabajos de investigación sobre todo en la determinación específica de compuestos antioxidantes, como ser el Resveratrol, Catequinas y Quercetina.) Presentes en los vinos del Valle Central de Tarija.

BIBLIOGRAFIA

Borbón de Liliana; Mercado Laura; López Marcela. (2008). Influencia del Clima en Bayas y Mostos de las Variedades Bonarda y Syrah. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Mendoza, Argentina.

Cantos E., R. F. Guerrero, B. Puertas, M. J. Jiménez y M. S. Jurado. (2007). Tratamiento Postcosecha de Uva de Vinificación con Radiación UVC para Obtención de Vinos Enriquecidos en Resveratrol. En Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Nº 2. Volumen 8, pp 112-120. Sin mes 2007. Asociación Iberoamericana de tecnología Postcosecha, S.C. Mexico.

Diago Santamaría María Paz, (2010). Estudio y Desarrollo del Deshojado Precoz como Técnica para el Control del Rendimiento Productivo de la Vid (*Vitis vinífera* L.). Efectos sobre el Desarrollo Vegetativo, los Componentes de la Producción, así como sobre la Composición y la Calidad de la Uva y del Vino. Tesis (Doctorado en Agricultura). Universidad de la Rioja, España.

Ezquerria Martino Constanza. (2003). Evaluación de Índices de Madurez Fenólica y Diferentes Volúmenes de Vinificación en el Cepaje Cabernet Sauvignon en el Valle de Curicó. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Fruticultura y Enología. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Chile

Federico Berli, José D'Angelo, Bruno Cavagnaro, Ruben Bottini, Rodolfo Wuilloud y M. Fernanda Silva. (2008). Phenolic Composition in Grape (*Vitis vinífera* L. cv. Malbec) Ripened with Different Solar UV-B Radiation Levels by Capillary Zone Electrophoresis. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, Rep. Argentina.

Gallina Mario. (2009). Influencia del Estado de Madurez y la Exposición de los Racimos de la cv. Pinot Noir en la composición de la Uva y el Vino, en el Alto Valle de Río negro y Neuquén. Tesis (Magister en Viticultura y Enología). Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de ciencias Agrarias. Mendoza – Argentina.

Gómez Arismendi Patricio Rodrigo. (2003). Efecto de Distintos Estados de Madurez Fenólica Sobre la Calidad Final del Vino Tinto para los Cultivares Merlot y Carmenere Durante la Temporada 2001 – 2002. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Talca - Chile.

Gonzales O' Ryan José Antonio. (2003). Análisis de Madurez Fenólica según Índice de Glories. en el Cepaje Cabernet Sauvignon, Valle de Maipo. Tesis (Ingeniero agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Fruticultura y Enología. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Chile

Gonzales Zuñiga Aldo. (2003). Comparación de Tres Métodos para la Evaluación de la Madurez Fenológica en los Cepajes Cabernet Sauvignon y Carmenere. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Fruticultura y Enología. Chile.

Méndez Sánchez D. José Vicente. (2005). Estudio de la Maduración Fenólica y Antociánica en Uvas Tintas de Bobal para Diferentes Condiciones Agrologicas. Tesis (Doctorado en Agronomía). Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia - España.

Neumann De la Barrera Daniela Odette. (2003). Evaluación de Índices de Madurez Fenólica en el cv. Merlot en los Valles de Curicó y del Maule. Tesis. (Ingeniero Agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile. Departamento de Fruticultura y Enología. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Chile.