

Influencia de la temperatura en la composición de los racimos de *Vitis vinifera* L. cv Pinot Noir expuestos al este y al oeste, en distintos estados de madurez

GALLINA, M.¹

RESUMEN

Los componentes de las bayas (peso, azúcares, ácidos, polifenoles) están influenciados por el microclima de la canopia y por el estado de madurez de éstas, entre otros factores. El objetivo de este trabajo fue conocer la influencia de la temperatura a nivel de los racimos en la composición de las bayas (peso, volumen, sólidos solubles, acidez, pH, antocianinas e Índice de Polifenoles Totales -IPT-), en dos exposiciones (este y oeste) y en tres estados de madurez. Los resultados indican que los racimos expuestos al oeste tuvieron mayores integrales térmicas y permanecieron sometidos más tiempo a temperaturas mayores al umbral fisiológico superior, que los racimos expuestos al este. El peso y el volumen de las bayas orientadas al oeste fueron menores que las expuestas al este sólo en madurez avanzada. No hubo diferencias en los sólidos solubles, acidez total, pH, antocianinas e Índice de Polifenoles Totales entre las bayas de las exposiciones este y oeste en ningún estado de madurez.

Palabras clave: vid, microclima, exposición, integral térmica, radiación, antocianinas, acidez, IPT.

ABSTRACT

The berries' components (weight, sugars, acids, polyphenols) are influenced by the canopy microclimate and the stage of grape maturity, among other factors. The objective of this research was to examine the influence of temperature at cluster level against the grape composition (weight, volume, soluble solids, total acidity, pH, anthocyanins and Total Polyphenols Index between the east and the west exposure in a vineyard north-south oriented at three maturity moments. Results shown that the clusters exposed to the west presented higher temperature accumulation and were exposed longer to maximal temperatures than the east exposure ones. The weight and volume of west exposed berries were lower than the east exposed ones in latest harvest date. No differences were found in grapes soluble solids, total acidity, pH, anthocyanins and TPI among exposures at any harvest date.

Keywords: temperature accumulation, microclimate, radiation, anthocyanins, acidity, IPT, exposure.

¹INTA, EEA Alto Valle, CC 782, (8332) General Roca, Río Negro. Correo electrónico: mgallina@correo.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

En viñedos con filas orientadas norte-sur, la exposición de los racimos hacia el oeste o el este de la canopia, define microclimas diferentes que causan distintas características y composición de las bayas, obedeciendo a la mayor o menor incidencia de la radiación y de la temperatura (Deloire y Hunter, 2005). La temperatura óptima para la síntesis de antocianinas es de 25 a 30 °C durante el día (González Neves, 2005), pero en bayas expuestas a temperaturas por encima de 30 a 35 °C la acumulación de éstas podría verse afectada por ausencia de síntesis o degradación del compuesto (Spayd *et al.*, 2002; González Neves, 2005).

Bayas sometidas a altos niveles de radiación y temperatura tuvieron menor tamaño (Bergqvist *et al.*, 2001; Deloire y Hunter, 2005), mayores niveles de sólidos solubles y menor acidez titulable (Bergqvist *et al.*, 2001; Tomasi *et al.*, 2003), mayor contenido de antocianinas (Smart *et al.*, 1988; Tomasi *et al.*, 2003), mayor contenido de fenoles en la piel (Price *et al.*, 1995), y pH más alto (Bergqvist *et al.*, 2001; Deloire y Hunter, 2005).

Otros autores, comparando racimos expuestos y sombreados no encontraron diferencias en el peso de bayas (Haselgrove *et al.*, 2000), en los sólidos solubles (Haselgrove *et al.*, 2000; Tomasi *et al.*, 2003), en el pH (Price *et al.*, 1995; Tomasi *et al.*, 2003), o en la cantidad de antocianinas (Price *et al.*, 1995). Esto contrasta con otros trabajos que midieron menor cantidad de antocianinas y fenoles totales en la piel de uvas con excesiva exposición a la radiación (Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*, 2001), y menor contenido de sólidos solubles en racimos expuestos (Deloire y Hunter, 2005).

Por otra parte, distintos estados de madurez en la cosecha pueden dar diferente composición de las bayas y diferentes rendimientos (McCarthy y Coombe, 1999; Hunter *et al.*, 2004).

Se hipotetizó que las uvas de la cv Pinot Noir expuestas al oeste (en filas de norte a sur) tendrían diferente composición analítica que aquellas orientadas al este (i.e., menor concentración de polifenoles, mayor pH y menor tamaño) por soportar mayores temperaturas.

El objetivo de la investigación fue conocer la influencia de la temperatura sobre el peso, el volumen, los sólidos solubles, el pH, la acidez, la cantidad de antocianinas y el Índice de Polifenoles Totales (IPT) de las uvas de racimos de Pinot Noir orientados al este y al oeste, con tres estados de madurez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un viñedo de *Vitis vinifera* L. de 7 años de edad, de la cv. Pinot Noir de pie franco, ubicado en la EEA Alto Valle del INTA, provincia de Río Negro, Argentina (39° 01' de LS; 67° 40' de LO; 240 msnm). Las hileras tuvieron orientación norte-sur, inclinadas 7-8° noreste-suroeste. La distancia de plantación es de 2,5 m entre hileras y 1,2 m entre plantas; la conducción es en contraespladera de 1,9

m de altura final; el sistema de poda es cordón bilateral a 0,8 m de altura.

El diseño experimental fue de un arreglo factorial de 6 tratamientos; 3 momentos de cosecha (temprana, media y tardía) x 2 exposiciones (este y oeste), con bloques completos al azar. Las evaluaciones se hicieron en dos temporadas consecutivas con 4 repeticiones en 2005-2006 y 7 repeticiones en 2006-2007, en donde se consideraron los siguientes tratamientos: T1: Cosecha temprana, exposición este; T2: Cosecha temprana, exposición oeste; T3: Cosecha media, exposición este; T4: Cosecha media, exposición oeste; T5: Cosecha tardía, exposición este; T6: Cosecha tardía, exposición oeste.

Los bloques siguieron la dirección del riego. La unidad experimental constó de tres filas apareadas, dentro de cada fila se tomaron dos claros entre postes contiguos de seis plantas cada uno, resultando un total de 36 plantas por unidad experimental. La exposición de los racimos se estableció considerando al plano definido por los postes y alambres de la espaldera como criterio de división. Se estableció una madurez "media" (aproximadamente 24 °Brix) y un momento de cosecha previo o "temprana" y otro posterior o "tardía", de una a dos semanas antes y después respectivamente.

El muestreo de las bayas se efectuó entre las 9 y las 11 horas para que no interfiriese la variación del peso que se produce a lo largo del día (Coombe y Bishop, 1980). Para cada momento de cosecha y exposición se muestrearon 192 bayas de cada repetición (Roessler, *et al.*, 1958; Roessler, *et al.*, 1963), tomándose 4 racimos al azar de dos claros entre postes de cada unidad experimental. Se cortaron con una tijera a nivel del pedicelo 4 bayas de cada racimo (una baya exterior de la zona superior y otra exterior de la zona inferior del racimo, y dos bayas interiores de estas mismas zonas), totalizando 64 bayas por unidad experimental. En cada bloque se hicieron tres tomas, sumando 192 bayas para su posterior análisis. Las muestras se conservaron en un recipiente con hielo para su traslado al laboratorio. Cada grupo de 192 bayas se separó en clases diametrales (Ojeda, 1999) y se tomó la clase modal para medir antocianinas, IPT, peso y volumen. El sobrante de la clase modal junto con las otras categorías diametrales se homogeneizaron para medir los sólidos solubles con un refractómetro Atago (Atago Co., Ltd; Tokio, Japón); el pH (usando un alícuota de 80 mL y un peachímetro Bicasa -Italia- con corrección de temperatura, calibrado con un buffer de pH 4,0) y la acidez total.

Esta última se determinó tomando una alícuota de 10 mL y diluyendo con agua destilada hasta 20 mL, agregando 5 gotas de azul de bromotimol y titulando con OHNa 0,1N hasta viraje a color azul-verdoso.

Las antocianinas y el IPT se analizaron según Riou y Asselin (1996), el peso con una balanza analítica Sartorius modelo Handy y el volumen mediante probetas de 50 mL y 250 mL, midiendo el desplazamiento de agua.

La temperatura al nivel de los racimos en ambas exposiciones fue medida con termógrafos TDL 2048, (San Carlos de Bariloche, Río Negro) y LOGGER8 (Cavadevices, Buenos Aires), usándose un sensor en cada exposición en 2005-2006 que midió cada quince minutos y tres sensores en cada exposición en 2006-2007 que midieron cada cinco minutos. En 2005-2006 la temperatura fue tomada desde los 87 dda (días después de antesis) (9/2/2006) hasta los 96 dda (18/2/2006) y desde los 108 dda (2/3/2006) hasta los 117 dda (11/3/2006). En 2006-2007 fue tomada desde los 72 dda (25/1/2007) hasta los 81 dda (3/2/2007).

El número de horas/día por encima de un determinado umbral térmico en cada exposición se tomó en 2005-2006 desde los 87 dda (9/2/2006) hasta los 96 dda (18/2/2006); y desde los 107 dda (1/3/2006) hasta los 116 dda (10/3/2006). En 2006-2007 se tomó desde los 72 dda (25/1/2007) hasta los 81 dda (3/2/2007).

La integral térmica se realizó sumando todos los registros de temperatura que superaron el umbral de 10 °C; 20 °C; 30 °C; 35 °C y 40 °C. Las horas/día que excedieron el umbral térmico fueron calculadas tomando el número de registros que lo superaron, y multiplicado por el lapso entre registros. En 2005-2006 se usaron los datos desde los 87 dda (9/2/2006) hasta los 96 dda (18/2/2006) y desde los 107 dda (1/3/2006) hasta los 116 dda (10/3/2006). En 2006-2007 se usaron los registros desde los 71 dda (24/1/2007) hasta los 112 dda (6/3/2007).

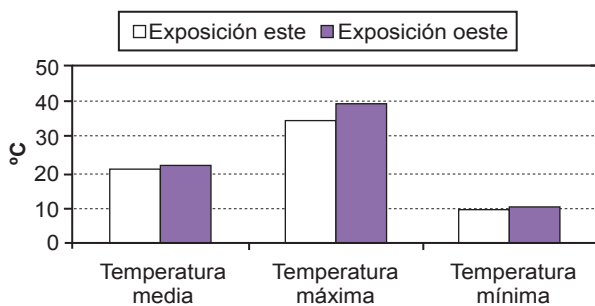


Figura 1. Temperaturas a nivel de los racimos en las exposiciones este y oeste, temporada 2005-2006.

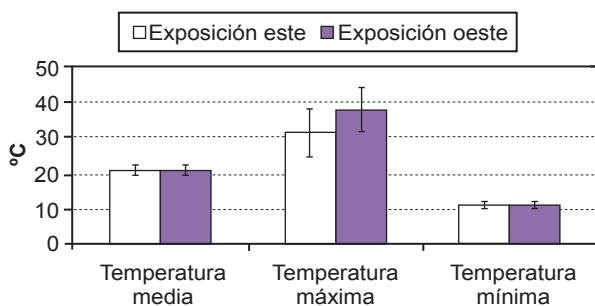


Figura 2. Temperaturas a nivel de los racimos en las exposiciones este y oeste, temporada 2006-2007. Valores promedios de tres sensores con límites inferior y superior de los intervalos de confianza (95%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura a nivel de los racimos de acuerdo a la exposición

Las temperaturas medias diarias y mínimas medias diarias no difirieron entre exposiciones este y oeste, pero las temperaturas máximas medias diarias fueron siempre mayores en la oeste en ambas temporadas (figuras 1 y 2).

Las máximas a menudo excedieron el rango de 30 °C – 35 °C (figuras 3 y 4), que resultan críticas para el funcionamiento fisiológico de la planta (Haselgrove *et al.*, 2000; Gonzáles Neves, 2005).

Las integrales térmicas con bases 10 °C, 20 °C, 30 °C, 35 °C y 40 °C fueron siempre mayores en la exposición oeste, excepto en aquella de base 10 °C de la temporada 2006-2007, que presentó tendencia inversa (figuras 5 y 6). Esto concuerda con el trabajo de Spayd *et al.* (2002).

Peso fresco, volumen y componentes de las bayas

El peso y el volumen de las bayas fueron menores en la exposición oeste en la tercera fecha de cosecha de ambas temporadas (tabla 1 y 2). Se podría conjeturar que se debería a la deshidratación por transpiración y por no ingresar agua al fruto por estar el floema interrumpido en esta etapa (Coombe y Mc Carthy, 2000), aunque no existiría en ese

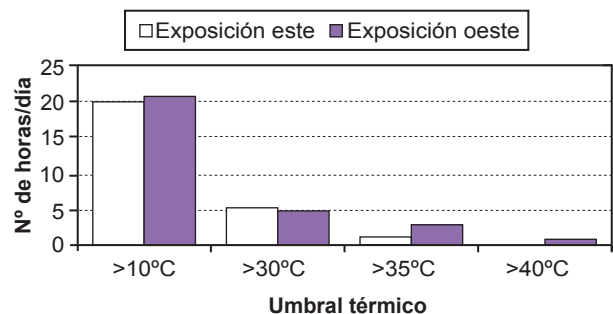


Figura 3. Número de horas/día por encima de un determinado umbral térmico en cada exposición, temporada 2005-2006.

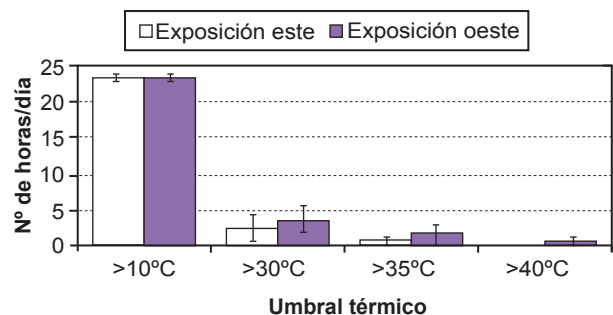


Figura 4. Número de horas/día por encima de un determinado umbral térmico en cada exposición, temporada 2006-2007. Valores promedios de tres sensores con límites inferior y superior de los intervalos de confianza (95%).

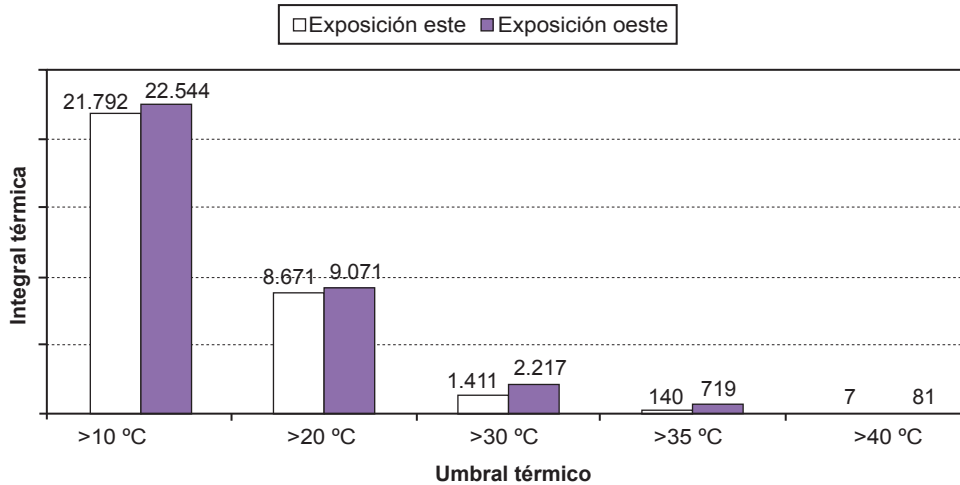


Figura 5. Integrales térmicas con base 10 °C, 20 °C; 30 °C, 35 °C y 40 °C en cada exposición, temporada 2005-2006.

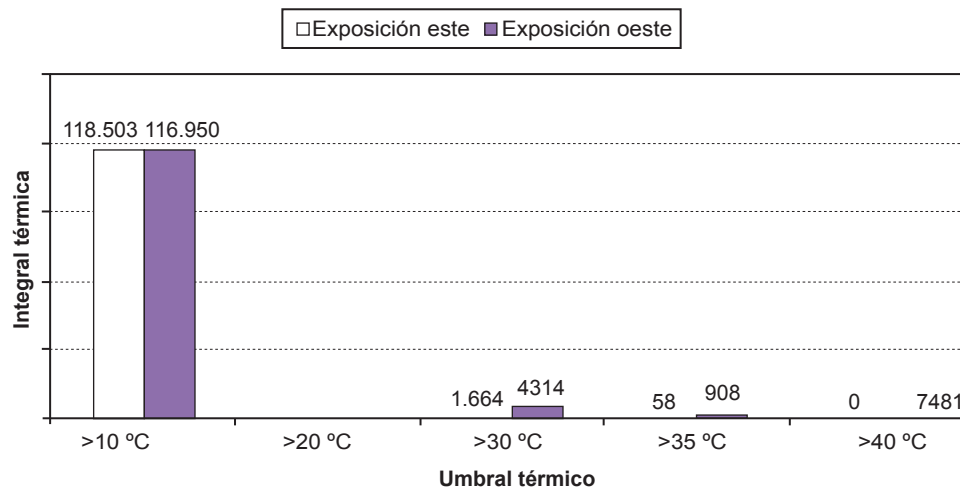


Figura 6. Integrales térmicas con base 10 °C, 20 °C; 30 °C, 35 °C y 40 °C en cada exposición, temporada 2006-2007.

momento mayor sensibilidad fisiológica a las altas temperaturas ocasionadas por la exposición a la radiación (Hale y Buttrose, 1974; Spayd *et al.*, 2002).

No se encontraron diferencias en el contenido de sólidos solubles entre las exposiciones en cada fecha de cosecha, coincidiendo con Reynolds *et al.* (1986) y Spayd *et al.* (2002). No se detectaron diferencias en el pH del mosto entre exposiciones en ninguna fecha de cosecha, esto contrasta con los resultados de Reynolds *et al.* (1986) y Spayd *et al.* (2002), donde resultó mayor el pH en las uvas de la exposición oeste.

Tampoco se encontraron diferencias en la acidez titulable del mosto entre exposiciones en ninguna fecha de cosecha. Reynolds *et al.* (1986), en Canadá, tampoco encontró diferencias en la acidez en cosecha entre ambas exposiciones, pero contrariamente Spayd *et al.* (2002) en Prosser (Washington), midió menor acidez en uvas de la exposición oeste, ocasionada por mayores temperaturas.

No se encontraron diferencias en el tenor de antocianinas (por kg o por baya) entre exposiciones en ninguna fecha de cosecha, en ambas temporadas. Al sufrir la exposición oeste temperaturas superiores a las críticas, y como la duración diaria de las temperaturas críticas es más importante que el registro térmico alcanzado (Spayd *et al.*, 2002), se podría haber sospechado que en las bayas de la exposición oeste disminuiría la síntesis de polifenoles o que sufrirían alguna degradación. Se podría hipotetizar que sólo las bayas de la cara expuesta del racimo que reciben directamente los rayos solares puedan sufrir estos fenómenos, que se diluirían en el conjunto de bayas del mismo racimo que no alcanzan temperaturas tan elevadas, ya que se cita la diferencia de 8 °C o más entre bayas del mismo racimo expuestas y sombreadas (Tomasi *et al.*, 2003). Estos resultados contrastan con el de Spayd *et al.*, (2002) donde los valores de antocianinas en cosecha son significativamente menores en la exposición oeste.

No se vieron diferencias en el IPT entre las exposiciones, excepto a los 119 días después de la anthesis (dda) de la temporada 2005-2006.

Componente								
Tratamiento	Peso (g/baya)	Volumen (cc/baya)	Sólidos solubles mosto(°brix)	pH	Acidez total(g ác. tart/L mosto)	Antocianinas (mg/kg uva)	Antocianinas (mg/baya)	IPT
Temprana, Exp. este	1,478a	1,326a	21,58 (21,04-22,12)	3,39a	7,76 (7,55-7,97)	393,54a	0,658a	32,84a
Temprana, Exp. oeste	1,435a	1,359a	22,01 (21,13-22,88)	3,48a	7,33 (6,87-7,79)	381,85a	0,638a	32,43a
p valor	0,29	0,34	*	0,1	*	0,0534	0,0531	0,163
Media, Exp. este	1,457a	1,308a	25,06 (24,59-25,53)	3,41a	6,9 (6,9-6,9)	409,95a	0,685a	31,78a
Media, Exp. oeste	1,425a	1,339a	25,04 (24,95-25,12)	3,44a	6,65 (6,26-7,05)	391,72a	0,639a	30,67b
p valor	0,17	0,15	*	0,31	*	0,0685	0,1	0,0483
Tardía, Exp. este	1,275a		28,27a	3,57a	7,01 (6,94-7,08)	447,46a	0,640a	36,15a
Tardía, Exp. oeste	1,233b		28,65a	3,62a	6,75 (6,21-7,29)	428,94a	0,614a	35,35a
p valor	0,029		0,23	0,21	*	0,18	0,19	0,374
Fecha x Trat.	NS	NS		NS		NS	NS	NS
p valor	0,94	0,45		0,94		0,29	0,15	0,79

Tabla 1. Componentes de las uvas en la exposición este y oeste de una espaldera y en cada estado de madurez, en la temporada 2005-2006. Para cada par de datos de cada fecha de cosecha letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$); (*) indica el no cumplimiento de algún supuesto del ANOVA; los paréntesis indican intervalos de confianza (95 %).

Componente								
Tratamiento	Peso (g/baya)	Volumen(cc)	Sólidos solubles mosto (°brix)	pH	Acidez total(g ác. tart/L)	Antocianinas (mg/kg uva)	Antocianinas (mg/baya)	IPT
Temprana, Exp. este	1,476a	1,336a	22,40a	3,38a	8,70a	438,54a	0,603a	26,27a
Temprana, Exp. oeste	1,373a	1,246a	23,14a	3,39a	8,77a	432,92a	0,595a	25,67a
p valor	0,0773	0,0804	0,0654	0,66	0,76	0,16	0,17	0,102
Media, Exp. este	1,501a	1,380a	23,20 (22,27-24,13)	3,45a	8,28a	432,12a	0,596a	26,04a
Media, Exp. oeste	1,463a	1,340a	23,70 (23,47-23,93)	3,46a	7,96a	423,43a	0,581a	25,82a
p valor	0,42	0,37	*	0,58	0,0743	0,19	0,0769	0,56
Tardía, Exp. este	1,461a	1,336a	24,21a	3,55a	7,55a	429,18a	0,614a	27,25a
Tardía, Exp. oeste	1,370b	1,235b	24,35a	3,57a	7,29a	421,02a	0,603a	26,41a
p valor	0,022	0,028	0,69	0,7	0,26	0,19	0,21	0,19
Fecha x Trat.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
p valor	0,44	0,26	0,17	0,85	0,18	0,91	0,74	0,63

Tabla 2. Componentes de las uvas en la exposición este y oeste de una espaldera y en cada estado de madurez, en la temporada 2006-2007. Para cada par de datos de cada fecha de cosecha letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$); (*) indica el no cumplimiento de algún supuesto del ANOVA; los paréntesis indican intervalos de confianza (95 %).

En ninguna de estas dos temporadas se observó interacción entre las fechas de cosecha (temprana, media y tardía) y la exposición de las uvas (este y oeste) para ninguno de las variables medidas. Esto significaría que las uvas alcanzaron en cada fecha una determinada madurez independientemente de su orientación, siguiendo un proceso aditivo.

CONCLUSIONES

Existe diferente condición microclimática térmica en los racimos en cada exposición (este y oeste), implicando esto una mayor temperatura máxima, mayor integral térmica y mayor duración de temperaturas críticas para el funcionamiento fisiológico en la exposición oeste.

No obstante esto, la hipótesis planteada no se cumple, porque aunque son de menor tamaño las bayas en la exposición oeste y en cosecha tardía debido a deshidratación, no se observaron diferencias en los sólidos solubles, pH, acidez total, antocianinas o IPT entre bayas de diferentes orientaciones en cada estado de madurez.

No se evidenció interacción entre los factores exposición y madurez y por lo tanto no se puede afirmar que las uvas de las exposiciones este y oeste alcancen su madurez óptima en distintos momentos.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. (2001) Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet sauvignon and Grenache in the central San Joaquin valley of California. *Am. J. Enol. Vitic.* 52 (1): 1-7.
- COOMBE, B.G.; BISHOP, G.R. (1980) Development of the grape berry. II. Changes in diameter and deformability during veraison. *Austral. J. Agric. Res.* 31: 499-509.
- COOMBE, B.G.; MCCARTHY, M.G. (2000) Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 131-135.
- DELOIRE, A., HUNTER, J.J. (2005) Microclimat des grappes et maturation du raisin. *Progrès Agricole et Viticole*, 122: 151 - 157
- GONZÁLES NEVES, G. (2005) Módulo Materia Prima. Clases de la Maestría de Viticultura & Enología, ciclo 2004/2005. FCA UN Cuyo, INTA, INV.
- HALE, C.R.; BUTTROSE, M.S. (1974) Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. Cv: Cabernet sauvignon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(5):390-394.
- HASEL GROVE, L. BOTTING, D., VAN HEESWIJCK, R., HØJ, P.B., DRY, P.R., FORD, C., ILAND, P.G.. (2000) Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 141-149.
- HUNTER, J.; PISCIOTTA, A.; VOLSCHENK, C.; ARCHER, E.; NOVELLO, V.; KRAEVA, E.; DELOIRE, A.; NADAL, M. (2004) Role of harvesting time / optimal ripeness in zone / terroir expression. *Proc. Joint OIV, GESCO, SASEV. Intl. Conference on Viticultural Zoning*, 15-19 november 2004, Cape Town, South Africa. 466-478.
- MCCARTHY, M.G.; COOMBE, B.G. (1999) Is weight loss in ripening grape berries cv. Shiraz caused by impeded phloem transport? *Australian Journal of Grape & Wine Research*. 5: 17-21.
- OJEDA, H. (1999) Influence de la contrainte hydrique sur la croissance de péricarpe et sur l'évolution des phénols des baies de raisin (*Vitis vinifera* L.) cv. Syrah. Tesis doctoral de la Escuela Nacional Superior Agronómica de Montpellier, 159 p.
- PRICE, S.F., BREEN, P.J.; VALLADAO, M.; WATSON, B.T. (1995) Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 46(2): 187-194.
- REYNOLDS, A.G.; POOL, R.M.; MATTICK, L.R. (1986) Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. *Vitis* 25: 85 – 95.
- RIOU, V.; ASELIN, C. (1996) Potentiel polyphénolique disponible du raisin: Estimation rapide par extraction partielle à chaud. *Progrès Agricole et Viticole*. 113(18): 382-384.
- ROESSLER, E.B.; AMERINE, M.A. (1958) Studies on grape sampling. *Am. J. Enol. Vitic.*, 9 : 139-145.
- ROESSLER, E.B.; AMERINE, M.A. (1963) Further studies on field sampling of wine grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 14 : 144-147
- SMART, R.; SMITH, S.M.; WINCHESTER, R.V. (1988) Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 39:3, 250-258.
- SPAYD, S.E.; TARARA, J.M.; MEE, D.L.; FERGUSON, J.C. (2002) Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:3, 171-182.
- TOMASI, D.; PITACCO, A.; PASCARELLA, G. (2003) Bunch and berry temperature and anthocyanin synthesis and profile in Cabernet sauvignon. *Riv. Vitic. Enol.* 4: 3-15.