

COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD DE MOSTOS Y VINOS OBTENIDOS DE RACIMOS DIFERENTEMENTE ASOLEADOS¹

CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF MUST AND WINES FROM CLUSTERS GROWING UNDER DIFFERENT SUNLIGHT EXPOSURES

PH. PSZCZOLKOWSKI, A. MORALES y SYLVIA CAVA
*Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía,
 Pontificia Universidad Católica de Chile*

SUMMARY

Different foliage manipulation treatments were tested in order to regulate cluster exposure to sunlight on a Semillon vineyard grown in a Central Valley of Chile.

Exposure to incident radiation hasten berry maturation and reduced the level of grassy-taste related compounds of wines.

A photosynthetically Active Radiation 2-6 times the compensation point was adequate for the disappearance of grassy-taste related compounds. In this case berry temperature was slightly lower than the air.

On the contrary, exposed clusters had a lower level of nitrogenous compounds of easy assimilation by yeast during alcoholic fermentation. Under these conditions the latter process is slowed down and could deteriorate wine quality as a result of increased volatile acidity.

INTRODUCCION

La intensidad del carácter herbáceo de algunos vinos chilenos ha sido atribuida a diferentes causas como: 1. condiciones genéticas de algunos cultivares; 2. una escasa madurez; 3. sistemas de conducción con alta expresión vegetativa, y 4. efecto de algunas prácticas de manejo sobre el desarrollo vegetativo de la vid (Pszczolkowski, 1985; Pszczolkowski *et al.*, 1985).

De estas observaciones y trabajos se desprendería que, cuando los racimos de un cultivar propenso a presentar un carácter herbáceo en sus vinos, como Semillón o Cabernet-Sauvignon, maduran en condiciones de som-

breamiento, los vinos obtenidos presentan un marcado olor y sabor herbáceo. Esta apreciación ha sido postulada también en Francia por Carbonneau (1980). Mesias *et al.* (1983) señalan, adicionalmente, que la madurez de la uva y las condiciones de vinificación influirían sobre el tenor de compuestos herbáceos de los mostos y vinos.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia del microclima en torno a los racimos, sobre la composición química y calidad de los mostos y vinos obtenidos, en particular la ausencia o presencia e intensidad del carácter herbáceo, mediante la sola manipulación del follaje.

¹Proyecto financiado por la Dirección de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DIUC 118/84).

*Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica con el N° 395/85. Fecha de recepción: 10 de octubre de 1985.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en una espalda con doble cruceta del cv. Semillón, en plena producción, ubicada en la Región Metropolitana. Las parras, plantadas a 2 por 3,4 m. fueron podadas en Guyot múltiple dejando 120 yemas por planta.

Durante el envero, se seleccionaron 24 parras en un diseño completamente al azar. En ellas se realizaron manipulaciones del follaje, las cuales determinaron los siguientes tipos de racimos:

— Racimos asoleados: Los brotes se separaron y amarraron para permitir una insolación directa de los racimos, durante la mayor parte del día.

— Racimos en semisombra: No se realizó ninguna manipulación al follaje. Se seleccionaron racimos que naturalmente eran visibles dentro del follaje y presentaban una cierta insolación a alguna hora del día.

— Racimos sombríos: No se realizó ninguna manipulación al follaje. Se seleccionaron racimos que por su ubicación no recibieron nunca insolación directa, durante su maduración.

El 18 de febrero, entre las 12 y 15 horas, se determinó la energía lumínica, mediante un Quantum/radiómetro/fotómetro LICOR 188 B, utilizando un sensor de Quantum Li 190 SB, e integrando un tiempo de 10 segundos por medición. Se consideraron 12 repeticiones, de 4 mediciones cada una y los resultados se expresaron en $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Paralelamente, con igual número de repeticiones, se determinó la temperatura en la pulpa de las bayas, mediante un termómetro digital portátil Jumo ($-50+175^\circ\text{C}$) TDAS-70.

Durante la segunda quincena de marzo (cosecha) se obtuvieron 5 muestras de 7 kg. en cada una de las tres condiciones de insolación. Se extrajeron 4 l de mosto, por muestra, mediante una prensa hidráulica. En una alícuota de este mosto se determinó sólidos solubles, acidez total, ácido málico, ácido tartárico, pH nitrógeno total, arginina y prolina según los métodos descritos por Amerine y Ough (1980).

Los mostos se microvinificaron en una cámara a $15-16^\circ\text{C}$, en envases de 5 l con barbotador de agua. Previo al inicio de la fermentación, se adicionó al mosto 80 mg/l de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$

y 200 mg/l de levaduras. El desarrollo de la fermentación alcohólica se controló diariamente midiendo densidad y temperatura. Se descubrió a una densidad menor a 0,993 estable por 48 horas, agregando 160 mg/l de $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$.

En los vinos obtenidos se determinó la graduación alcohólica, acidez volátil, acidez total, ácido málico, ácido tartárico, pH y compuestos fenólicos totales, según los métodos descritos por Amerine y Ough (1980).

Los vinos fueron evaluados sensorialmente por un panel de 10 catadores, utilizando para la evaluación global la ficha de 9 puntos propuesta por Ough y Winton (1976). El color (intensidad), el olor (intensidad, carácter herbáceo, calidad) y el sabor (acidez, carácter herbáceo, calidad) se evaluaron sobre una sumatoria de 45 puntos para el conjunto de las tres condiciones de insolación. A mayor cantidad de puntos se acentúa la intensidad, la acidez, el carácter herbáceo o la calidad.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y a la prueba de comparación múltiple de Duncan, excepto en el caso de la evaluación sensorial donde se utilizó el test no paramétrico de una clasificación por rangos de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Energía lumínica y temperatura de bayas

La energía lumínica en el entorno de los racimos directamente expuestos al sol, fue mayor que en el resto de los tratamientos (Cuadro 1). La menor energía lumínica detectada en los racimos parcialmente sombríos, sería atribuible a la progresiva extinción de la luz, producto de la intercepción de las hojas ubicadas sobre ellos (Carbonneau, 1980). Kliewer (1981) y Smart (1985) sostienen que la energía transmitida por una hoja es igual al 9 a 10% de la energía precedente y que la tercera capa de hojas, se encontraría bajo el punto de compensación, comprendido según Champagnol (1984) y Smart (1985), entre 9 y $30 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Esta situación se produjo en el caso de los racimos sombríos cuya energía lumínica recibida fue inferior al punto de compensación. Por el contrario, los racimos en semisombra

presentaron valores de energía lumínica, 2 a 6 veces superiores al punto de compensación.

C U A D R O 1
ENERGIA LUMINICA EN EL ENTORNO
DE LOS RACIMOS Y TEMPERATURA DE
BAYAS, MEDIDA AL MEDIODIA, EN
UN DIA DESPEJADO DE VERANO
(8-2-85), EN RACIMOS
DISTINTAMENTE ASOLEADOS

*Luminic energy on the area surrounding clusters
and berry temperature, measured
at noon, on clusters growing under different
sunlight exposures*

Tratamiento <i>Treatmen</i>	Energía lumínica <i>Luminic energy</i> $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ % ¹	Temperatura <i>Temperature</i> °C % ²
Racimos:		
—Asoleados	1.635,0 a 87,1	33,6 a 115,8
—Semisombra	61,9 b 3,3	27,6 b 95,3
—Sombríos	7,1 b 0,3	26,3 c 90,7

Valores seguidos de igual letra en las columnas, no difieren estadísticamente ($P=0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

¹ El porcentaje está expresado en relación a la energía lumínica sobre el follaje, al momento de la medición: $1876 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

² El porcentaje está expresado en relación al índice actinotérmico (temperatura registrada por un termómetro ubicado al aire libre) al momento de la medición: $29,0^\circ\text{C}$.

En cuanto a la temperatura de las bayas (Cuadro 1) ésta fue mayor en los racimos asoleados, decreciendo a medida que aumentaba el sombreado. En los racimos en semisombra y sombríos no se alcanzaron valores iguales al índice actinotérmico; por el contrario, los racimos completamente expuestos presentaron valores en promedio 15% superiores a dicho índice. Estos resultados coinciden con los descritos por Kliewer y Lider (1968) y Vautier *et al.* (1978) y se deben a la incapacidad de las bayas de regular su temperatura por vía de la transpiración (Carbonneau, 1980), demostrando la influencia de la manipulación del follaje sobre el microclima del entorno de los racimos.

2. Composición química del mosto

La diferente exposición de los racimos al sol modificó su composición química (Cuadro 2). El contenido de sólidos solubles aumentó en los racimos asoleados y en semisombra. De acuerdo a Champagnol (1984) este aumento de sólidos solubles se debería al efecto de la mayor temperatura de las bayas durante su maduración, la cual favorecería una mayor translocación de fotosintatos y modificaría la selectividad de las membranas celulares. Por otra parte, aumentos de la temperatura en las bayas tenderían a desviar el metabolismo del ácido málico hacia la síntesis de azúcares (Ruffner *et al.*, 1975).

C U A D R O 2
COMPOSICION QUIMICA AL MOMENTO DE COSECHA, EN MOSTOS DE
UVAS PROVENIENTES DE RACIMOS DISTINTAMENTE ASOLEADOS

*Chemical composition at harvest of must from clusters growing under
different sunlight exposures*

Tratamiento	sólidos solubles	Acidez total (en ácido tartárico)	Acido málico	Acido tartárico	pH
<i>Treatment</i>	<i>Solubles solids</i>	<i>Tritatable acidity</i> (<i>tartaric acid</i>)	<i>Malic acid</i>	<i>Tartaric acid</i>	
	%	g/l	g/l	g/l	
Racimos:					
—Asoleados	20,0 a	3,83 b	2,40 b	2,72 b	3,05 a
—Semisombra	20,3 a	4,35 b	2,76 b	2,86 b	3,32 a
—Sombríos	19,4 b	7,65 a	3,82 a	5,58 a	3,01 a

Valores seguidos de igual letra en las columnas no difieren estadísticamente ($P=0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

Este paso metabólico podría explicar, en parte, la reducción de la acidez titulable y del ácido málico observados durante la maduración de los racimos expuestos al sol o en semisombra. Resultados similares fueron observados por Kliewer y Lider (1968), Kliewer (1971) y Vautier *et al.* (1978). Estos mismos autores señalan un menor efecto de la insolación en la degradación del ácido tartárico, situación que no se observó en este estudio, al disminuir también este ácido en los racimos con mayor insolación.

El mayor contenido de sólidos solubles y menor acidez titulable en los mostos provenientes de racimos completamente expuestos y parcialmente expuestos al sol, modificó la relación sólidos solubles/acidez. Este índice varió entre 5,22 y 4,66 respectivamente para los racimos asoleados y en semisombra y fue superior al encontrado en los mostos provenientes de racimos sombríos, cuyo valor fue de 2,53. Estos valores estarían indicando que los racimos que maduraron en condiciones sombrías no alcanzaron su madurez industrial (De Cillis y Odifredi, citados por Oreglia, 1978).

Finalmente el aumento de la insolación sobre las bayas fue contrario al contenido de compuestos nitrogenados en los mostos, pro-

blemente, debido a un principio de senescencia (Champagnol, 1984) en las bayas con mayor insolación. Esta menor cantidad de compuestos nitrogenados se manifestó como una disminución del nitrógeno total en bayas asoleadas y un menor contenido de arginina en racimos asoleados y ubicados en semisombra. Los tenores de prolina no fueron afectados (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos son coincidentes con los de Ribereau-Gayon y Peynaud, citados por Champagnol (1984), en cuanto a que los mostos de mayor acidez titulable presentan un mayor contenido de aminoácidos y en consecuencia un mayor tenor de compuestos nitrogenados.

CUADRO 4
EVOLUCION DE LA DENSIDAD DURANTE
LA FERMENTACION ALCOHOLICA DE
MOSTOS OBTENIDOS A PARTIR DE
RACIMOS DISTINTAMENTE ASOLEADOS

*Changes on density during alcoholic fermentation
of must from clusters growing under
different sunlight exposures*

Día Day	Racimos asoleados Sun clusters	Racimos semisombra Partially shaded clusters	Racimos sombrios Shaded clusters
1	1,088	1,085	1,087
2	1,088	1,085	1,087
3	1,088	1,085	1,087
4	1,084	1,083	1,086
5	1,077	1,080	1,084
6	1,066	1,066	1,075
7	1,055	1,049	1,052
8	1,040	1,039	1,034
9	1,032	1,030	1,023
10	1,016	1,020	1,005
11	1,011	1,008	0,998
12	1,004	1,003	0,995
13	1,000	0,999	0,993
14	0,997	0,997	0,992
15	0,994	0,995	—
16	0,994	0,994	—
17	0,993	0,993	—
18	0,993	0,992	—
19	0,992	—	—

CUADRO 3
NITROGENO TOTAL, ARGININA Y
PROLINA, AL MOMENTO DE COSECHA,
EN MOSTOS OBTENIDOS A PARTIR
DE RACIMOS DISTINTAMENTE
ASOLEADOS

*Total nitrogen, arginine and proline levels
at harvest of must from clusters growing
under different sunlight exposures*

Tratamiento Treatment	Nitrógeno total Total nitrogen mg/l	Arginina Arginine mg/l	Prolina Proline mg/l
Racimos:			
—Asoleados	252,0 b	303,6 b	407,1 a
—Semisombra	352,6 ab	323,8 b	371,4 a
—Sombrios	421,2 a	503,6 a	401,3 a

Valores seguidos de igual letra en las columnas no difieren estadísticamente ($P=0,05$) según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

3. Comportamiento de la fermentación alcohólica

La fermentación de los mostos provenientes de racimos permanentemente sombríos, fue más corta y más rápida, especialmente durante la etapa final, cuando la población de levaduras declina (Cuadro 4). Estos resultados coinciden con los encontrados por Pszczolkowski *et al.* (1985) en mostos obtenidos en circunstancias semejantes.

La menor duración de la fermentación alcohólica, en mostos obtenidos de racimos que maduraron en permanente sombreado, es independiente del contenido de sólidos solubles (Pszczolkowski *et al.*, 1985). Ella se debería al mayor contenido de nitrógeno total y arginina, el principal aminoácido de los mostos (Champagnol, 1984), de fácil asimilación por las levaduras (Amerine *et al.*, 1980). En cam-

bio, prolina es un aminoácido igualmente importante en las bayas, pero difícil y sólo parcialmente metabolizado por las levaduras durante la fermentación alcohólica (Amerine *et al.*, 1980).

4. Composición química del vino

Las diferentes condiciones de insolación de los racimos no afectaron la graduación alcohólica de los vinos (Cuadro 5), a pesar de las diferencias señaladas para el contenido de sólidos solubles en los mostos. Tampoco se observaron diferencias en el contenido de compuestos fenólicos totales y en la acidez total de los vinos, a pesar que aquellos provenientes de racimos directamente expuestos al sol presentaron un menor contenido de ácido málico y de ácido tartárico, los cuales determinaron un mayor pH en estos vinos.

CUADRO 5
COMPOSICION QUIMICA DE VINOS PROVENIENTES DE RACIMOS DISTINTAMENTE ASOLEADOS

Chemical composition of wines from clusters growing under different sunlight exposures

Tratamiento	Grado alcohólico	Acidez volátil (en ácido acético)	Acidez total (en ácido sulfúrico)	Acido málico	Acido tartárico	pH	Compuestos fenólicos totales
<i>Treatment</i>	<i>Ethanol</i>	<i>Volatile acidity (Acetic acid)</i>	<i>Titratable acidity (Sulfuric acid)</i>	<i>Malic acid</i>	<i>Tartaric acid</i>		<i>Total phenols</i>
		g/l	g/l	g/l	g/l		D0280 nm.
Racimos:							
—Asoleados	12,2 a	0,47 a	4,1 a	1,9 b	2,7 b	3,2 a	5,4 a
—Semisombra	11,7 a	0,34 b	4,3 a	2,4 a	3,3 a	3,1 b	4,9 a
—Sombríos	11,9 a	0,27 c	4,4 a	2,8 a	3,5 a	3,1 b	5,0 a

Valores seguidos de igual letra en las columnas no difieren estadísticamente ($P=0,05$), según la prueba de comparación múltiple de Duncan.

En los mostos obtenidos de racimos asoleados, la graduación alcohólica semejante, parece ser consecuencia de una menor eficiencia de las levaduras en la transformación del azúcar en alcohol, probablemente por los menores contenidos de nitrógeno total y arginina que ellos disponían. Por otra parte, los niveles semejantes de acidez titulable, estarían determinados por un aumento de la acidez volátil, en la medida que fue mayor la insolación, la cual

tendría su origen en la mayor duración de la fermentación alcohólica.

5. Evaluación sensorial de los vinos

Según los catadores las diferentes condiciones de insolación no influyeron en la intensidad del color, intensidad del aroma y acidez del vino (Cuadro 6).

CUADRO 6
EVALUACION SENSORIAL DE VINOS PROVENIENTES DE
RACIMOS DISTINTAMENTE ASOLEADOS.

*Sensory evaluation of wines from clusters growing under
different sunlight exposures.*

Tratamiento	Calidad global ¹	Color ² Color		Olor ² Aroma			Sabor ² Taste	
Treatment	Quality rating	Intensidad Intensity	Intensidad Intensity	Herbáceo "Grassy"	Calidad Quality	Acidez Acidity	Herbáceo "Grassy"	Calidad Quality
Racimos:								
— Asoleados	4,5 b	17,4 a	15,1 a	11,2 b	15,0 b	10,5 a	11,8 b	15,5 a
— Semisombra	6,9 a	15,8 a	10,9 a	11,1 b	20,3 a	16,0 a	11,1 b	20,4 a
— Sombríos	2,8 c	11,7 a	18,9 a	22,6 a	9,3 a	18,4 a	22,0 a	8,9 b

Valores seguidos de igual letra en las columnas no difieren estadísticamente ($P = 0,05$) según una clasificación por rangos de Kruskal-Wallis.

¹ Calidad Global: 1 peor, 9 mejor.

² Color, Olor y Sabor: Evaluados sobre una sumatoria de 45 puntos.

A mayor cantidad de puntos asignados se acentúa la intensidad, acidez, carácter herbáceo o calidad.

Los vinos obtenidos a partir de racimos asoleados y ubicados en semisombra no presentaron aromas y sabores herbáceos, en contraste con los vinos obtenidos a partir de racimos que maduraron en un constante sombreado. Por estas características los catadores consideraron los vinos de racimos permanentemente sombríos, como los de menor calidad, confirmando lo observado por Pszczolkowski *et al.* (1985).

Sin embargo, se observaron también diferencias en relación a la calidad, entre vinos provenientes de racimos asoleados y de racimos ubicados en semisombra, considerando los catadores a los segundos mejores en cuanto a olor y calidad global. Estas diferencias pueden atribuirse a la mayor acidez volátil encontrada en los vinos provenientes de racimos asoleados, producto de la mayor duración de la fermentación alcohólica. Adicionalmente, en racimos permanentemente expuestos al sol se pueden producir quemaduras, las cuales han sido descritas como promotoras de aromas y sabores desagradables en los vinos (Carboneau, 1980).

En conclusión, se demuestra que el microclima en torno a los racimos es un factor funda-

mental para determinar la calidad de los vinos y su rol aparece incluso como tan gravitante a aquel habitualmente atribuido al macro y mesoclima en que se encuentra un viñedo.

El microclima no sólo afecta a los azúcares y ácidos comúnmente considerados para definir la calidad de un vino, sino también influye sobre los compuestos aromáticos responsables del carácter herbáceo, como son los alcoholes y aldehídos de 6 carbonos (Mesias *et al.*, 1983). Una mayor insolación de las bayas, al favorecer su maduración, debería producir una sensible disminución de compuestos de carácter herbáceo. Trabajos en el sentido descrito se están realizando, para comprobar este hecho.

De acuerdo a este trabajo una luminosidad igual o inferior al punto de compensación no es suficiente para degradar los compuestos responsables del carácter herbáceo, en cambio una radiación fotosintéticamente activa 2 a 6 veces superior, produciría esta degradación. Con una luminosidad superior ya se había observado este mismo efecto (Pszczolkowski *et al.*, 1985) y en otro trabajo aún sin publicar hemos observado que luminosidades entre 1 y 2 veces el punto de compensación, atenúan el carácter herbáceo en los vinos, sin eliminarlo.

Sin embargo, una excesiva insolación aparece como desfavorable a la mantención de compuestos nitrogenados, fácilmente asimilables por las levaduras durante la fermentación alcohólica. En estas circunstancias la fermentación es más lenta, aumenta la acidez volátil y se deterioran las características organolépticas de los vinos.

RESUMEN

En un viñedo cv. Semillón, ubicado en la zona central de Chile, se manipuló el follaje, de manera de obtener racimos con diferentes grados de insolación.

Una alta exposición de los racimos a la radiación solar incidente favoreció la maduración de las bayas y disminuyó los compuestos

aromáticos responsables del carácter herbáceo de los vinos, impidiendo su detección sensorial.

Una radiación fotosintéticamente activa, 2 a 6 veces superior al punto de compensación, fue suficiente para lograr una adecuada degradación de los componentes responsables del carácter herbáceo. En esta situación la temperatura de las bayas fue levemente inferior al índice actinotérmico.

Una alta insolación de los racimos, es por el contrario desfavorable a la mantención de los compuestos nitrogenados de fácil asimilación por las levaduras durante la fermentación alcohólica. En estas condiciones la fermentación es lenta, lo cual puede producir un aumento de la acidez volátil en los vinos y su consecuente deterioro organoléptico.

LITERATURA CITADA

- AMERINE, M.A. and C.S. OUGH, 1980. *Methods for analysis of must and wines*. Wiley-Interscience Publication, N.Y., 341 pp.
- AMERINE, M.A.; H.W. BERG; R.E. KUNKEE; C.S. OUGH; V.L. SINGLETON and A.D. WEBB, 1980. *The Technology of wine making*, Fourth Edition. Avi. Westport, Connecticut, 794 pp.
- CARBONNEAU, A., 1980. *Recherche sur les systemes de conduite de la vigne essai de maitrise du microclimat et de la plante entiere pour produire economiquement du raisin de qualite*. Thèse Docteur-ingenieur, Université de Bordeaux II, 240 pp.
- CHAMPAGNOL, F., 1984. *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale*. DEHAN-Montpellier, 251 pp.
- KLIEWER, W.A., 1971. *Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic and tartaric acids in Vitis vinifera L. grapes*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96 (3): 372-377.
- KLIEWER, W.M., 1973. *Berry composition of Vitis vinifera cultivars as influenced by photo and mycto-temperatures during maturation*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 98 (2): 153-159.
- KLIEWER, W.M. and L.A. LIDER, 1968. *Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson seedless fruit*. Amer. J. Enol. Vitic., 19: 175-184.
- MESIAS, J.L.; J.I. MAYNAR; E. HENAO et I. MARECA, 1983. *Alcools et aldehydes herbaces (C6) dans les raisins et les mouts en fermentation alcoolique*. Rev. Française oenologie 23 (90): 51-55.
- OREGLIA, F., 1978. *Enología teórico-práctica*. Segunda edición. Inst. Salesiano de Artes Gráficas, Buenos Aires, 731 pp.
- OUGH, C.S. and W.A. WINTON, 1976. *An evaluation of the Davis winescorecard and individual expert panel members*. Amer. J. Enol. Vitic. 27 (3): 136-144.
- PSZCZOLKOWSKI, PH., 1985. *Posibles causas en la aparición del gusto herbáceo en vino de parronal*. El Campesino 116 (1): 21-29.
- PSZCZOLKOWSKI, PH.; M.I. QUIROZ y A.M. SALVA-TIERRA, 1985. *Efecto de la época y número de chapodas en parronales viníferos sobre la luminosidad, productividad y calidad del mosto y vino: II Temporada*. Cienc. Inv. Agr. 12 (1): 37-48.
- RUFFNER, H.P.; W. KOBLET und D. RAST, 1975. *Gluconeogenese in reifenden Beerem von Vitis vinifera*. Vitis 13: 319-328.
- SMART, R., 1985. *Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review*. Amer. J. Enol. Vitic. 36 (3): 230-239.

VAUTIER, PH.; J.L. SIMON; F. GNAEGI; W. KOBLET;
C. ZARNIER et H. TANNER, 1978. *Processus de
maturation des grappes ensoleillées directment*

*et des grappes situées a l'ombre du feuillage.
(Vitis vinifera). Rev. Suisse Vitic. Arboric.
Hortic. 10 (1): 7-12.*