

POTENCIAL AROMÁTICO DE VARIEDADES MOSCATELIZADAS DE VITIS VINIFERA

■ EDUARDO AGOSIN

■ ANDREA BELANCIC

DEPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOPROCESOS
P. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.

■ ANTONIO IBACACHE

CENTRO EXPERIMENTAL INIA VICUÑA

■ EDMUNDO BORDEU

DEPTO. DE FRUTICULTURA Y ENOLOGÍA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
P. UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

■ JEAN MICHEL BOURSQUOT

CHAIRE DE VITICULTURE

ENSA MONTPELLIER

FRANCIA

■ CLAUDE BAYONOVE

LAB. DES AROMES ET SUBSTANCES NATURELLES.

INRA-IPV, FRANCIA.

INTRODUCCION

El potencial aromático de frutos (uvas, manzanas, etc.) está formado por sustancias volátiles libres directamente accesibles a la mucosa olfatoria y por lo tanto olorosas. Estas comprenden esencialmente a terpenoles, tales como linalol, geraniol, nerol, y en menor extensión citronelol, δ -terpinol, óxidos de linalol, polioles terpénicos, alcoholes (hexanol, feniletanol, etc.), compuestos norisoprenóicos, etc. En el caso de las variedades aromáticas de uva los terpenoles contribuyen en forma significativa a la tipificación de los vinos debido a su bajo umbral de detección olfativa, así como a su calidad aromática (Bayonove y Cordonnier, 1971; Riberéau-Gayon et al., 1975; Williams et al., 1980).

Estudios recientes han mostrado que estos compuestos se encuentran también presentes en frutos en forma glicosilada (precursores de aromas) virtualmente secuestrados, y por lo tanto, incapaces de expresar su carácter aromático (Williams et al., 1982; Gunata et al., 1985). Estos glicósidos han sido encontrados en todas las variedades de uvas estudiadas, aunque en cantidades muy superiores en las variedades aromáticas (Moscatel, Gewurztraminer, Riesling), en comparación con variedades menos aromáticas (Chardonnay). Estos pueden transformarse por reacciones enzimáticas o químicas en sustancias aromáticas volátiles, constituyendo un potencial aromático importante (Gunata et al., 1990). En uva, los compuestos terpenólicos presentes bajo la forma de precursores glicosídicos son 2

a 10 veces más abundantes que la "fracción libre" del aroma (Bitteur et al., 1989). Por lo tanto, la hidrólisis de la "fracción ligada" permitiría liberar las agliconas aromáticas, lo que resultaría en un incremento significativo del aroma varietal en los productos terminados (Gunata et al., 1990b).

En particular, en lo que respecta a la industria vitivinícola, Chile ha comenzado a abrirse fronteras con productos de muy buena calidad. En consecuencia es importante conocer la calidad de la materia prima (uva), así como también poder caracterizar el producto desde el punto de vista aromático. En el proceso de vinificación no existe liberación de aromas a partir de los precursores, por lo tanto la posibilidad de incrementar el aroma varietal se encuentra latente (Gunata et al., 1990 y 1993). El caso de las variedades moscatelizadas es particularmente interesante en Chile ya que ellas constituyen la base del Pisco al cual tipifican con su aroma. En este trabajo se caracterizó cualitativa y cuantitativamente los compuestos aromáticos y sus precursores en las principales variedades de uvas moscateles cultivadas en Chile, con el fin de obtener un conocimiento más acabado de las potencialidades aromáticas de esta materia prima.

MATERIALES Y METODOS

Origen de las muestras

Se analizaron diversas variedades de *Vitis vinifera* obtenidas del jardín de variedades

que mantienen los centros experimentales de INIA Vicuña (IV Región) y de INIA Cauquenes (VII Región). Las uvas fueron cosechadas cuando alcanzaron su madurez, aproximadamente 23° Brix. Las muestras fueron sometidas a un golpe de frío, embaladas en cajas isotérmicas y enviadas al Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Una vez allí se procedió inmediatamente a separar las bayas con pedicelo del escobajo, y se congelaron a -20°C hasta su posterior extracción y análisis. Para cada variedad se congelaron aproximadamente 3 kg de bayas, en bolsas selladas de 700 g c/u.

Extracción de aromas

Se realizaron extracciones en triplicado para cada variedad, según lo descrito por Agosin et al. (1994).

Análisis de la fracción libre

Para cuantificar los aromas libres se utilizó un cromatógrafo de gases (CG) Varian 3300 (Sunnyvale, CA, USA) provisto de un inyector ON-COLUMN, equipado con una columna capilar DB-WAX (Chromapack) (60m x 0,32mm). Para determinar la estructura de los compuestos se realizó una CG acoplada a espectrometría de masa, utilizando la infraestructura del "Laboratorio de Aromas y Substancias Naturales" del INRA-IPV, Montpellier, Francia.

Análisis ampelográfico

Se verificó la identidad de algunas varie-

dades en estudio analizando las características de hojas y plantas. Se analizaron hojas provenientes de 3 plantas distintas, tomadas al azar dentro de la viña. Los análisis fueron realizados por el Profesor Jean Michel Boursiquot, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) de Montpellier, Francia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición aromática de variedades de uvas Moscatel de la IV región

Se analizaron 9 variedades de uvas provenientes del INIA Vicuña. Estas fueron: Early Muscat, Moscatel de Frontignan, Moscatel negra, Torontel, Pedro Jiménez, Moscatel de Austria, Moscatel amarilla, Moscatel rosada y Moscatel de Alejandría.

Los tres terpenoles principales responsables de la característica aromática moscatel son linalol, nerol y geraniol (Park et al., 1991; Baumes et al., 1994). Si bien es cierto que estos compuestos presentan sólo una pequeña parte de los que se encuentran en estas uvas, ellos nos permiten caracterizar o tipificar las uvas moscatel. Es por esto que sólo analizaremos estos tres compuestos en nuestra discusión.

Si comparamos los terpenoles totales presentes en la fracción libre de las variedades más usadas para la fabricación de Pisco (Tabla 1), vemos que podemos separar las variedades en dos grupos. En el primero encontramos variedades con alto contenido de terpenoles libres, las cuales presentarían la mayor aromaticidad detectable. Estas son Moscatel de Alejandría, Moscatel rosada y Torontel, con concentraciones que oscilan entre los 800-1300 µg/l. En segundo lugar, variedades con un nivel muy bajo de terpenoles, menor a 200 µg/l, Moscatel de Austria y Pedro Jiménez, las cuales podemos considerar como variedades poco aromáticas. En cuanto a la fracción correspondiente a precursores de aromas o aromas ligados, éstos se distribuyen de una manera similar a los libres. Existen variedades con un potencial aromático muy alto, Moscatel de Alejandría, Torontel y Moscatel rosada. Moscatel de Austria y Pedro Jiménez, presentan niveles bajos de terpenoles totales como precursores, menos de 600 µg/l. Cabe mencionar que en general el potencial aromático es varias veces superior a la fracción libre de terpenoles, lo que concuerda con lo descrito en la literatura para otras variedades de uva (Gunata et al., 1985; Cordonnier et al., 1989; Park et al., 1991).

TABLA 1. CARACTERIZACIÓN AROMÁTICA DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE UVA MOSCATEL UTILIZADAS EN LA FABRICACIÓN DE PISCO.

LOS RESULTADOS ESTÁN EXPRESADOS EN µG/L DE JUGO.

	MOSCATEL DE ALEJANDRÍA	MOSCATEL ROSADA	TORONTEL	MOSCATEL DE AUSTRIA	PEDRO JIMÉNEZ
<i>TERPENOLES LIBRES</i>					
LINALOL	430	925	385	5	15
NEROL	120	50	90	23	0
GERANIOL	745	175	390	130	20
TOTAL	1295	1150	865	158	35
<i>TERPENOLES LIGADOS</i>					
LINALOL	1200	385	315	65	15
NEROL	535	380	220	145	15
GERANIOL	1820	710	1840	374	80
TOTAL	3555	1470	2375	584	110

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.) ≤ 10%

Se analizó también el potencial aromático de algunas uvas que no son utilizadas en la producción de Pisco, pero que por sus características aromáticas podrían introducirse en el mercado con este objetivo. Tal es el caso de las variedades Early Muscat y Moscatel amarilla que presentan altísimos niveles de terpenoles libres y ligados (Tabla 2). Early Muscat posee la particularidad de una cosecha temprana lo cual podría permitir una continuidad en la producción de este producto, emplean-

do infraestructura de vinificación ociosa. Además esta variedad podría brindar notas aromáticas diferentes. Moscatel negra es una variedad poco utilizada, y con razón si observamos la baja concentración de aromas libres y ligados que posee. Moscatel de Frontignan posee niveles intermedios de terpenoles totales libres, aunque es considerada una variedad con una buena tipicidad moscatel, ampliamente utilizada en Francia para la fabricación de "Vin Doux Naturel" (VDN).

TABLA 2. CARACTERIZACIÓN AROMÁTICA DE OTRAS VARIEDADES DE UVA MOSCATEL DE LA IV REGIÓN.

LOS RESULTADOS ESTÁN EXPRESADOS EN µG/L DE JUGO.

	MOSCATEL AMARILLA	EARLY MUSCAT	MOSCATEL DE FRONTIGNAN	MOSCATEL NEGRA
<i>TERPENOLES LIBRES</i>				
LINALOL	780	2100	490	60
NEROL	260	55	130	50
GERANIOL	1170	245	220	45
TOTAL	2210	2400	840	155
<i>TERPENOLES LIGADOS</i>				
LINALOL	785	405	300	130
NEROL	1615	650	1680	530
GERANIOL	2350	1320	970	355
TOTAL	4750	2375	2950	1015

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.) ≤ 10%

La concentración de los terpenoles libres más importantes es variable de una variedad a otra; en efecto, existen variedades más ricas en linalol, otras con mayor contenido de geraniol o nerol y algunas con niveles similares de estos tres terpenoles (Tabla 1 y 2). Las uvas más ricas en linalol son: Early Muscat, Moscatel amarilla, Moscatel de Frontignan, y Moscatel rosada. Moscatel de Frontignan es la variedad que posee mayor concentración de nerol libre, 640 µg/l. Para geraniol, destaca Moscatel amarilla con cerca de 1200 µg/l de este compuesto. Moscatel de Alejandría y Moscatel de Frontignan también poseen altas concentraciones de geraniol, sobre 600 µg/l. Moscatel amarilla es la más aromática con niveles muy elevados de geraniol y linalol y niveles aceptable de nerol. Destaca Early Muscat por la altísima concentración de linalol libre, 2000 µg/l. La variedad más equilibrada es Moscatel de Frontignan, con niveles similares para los 3 monoterpenoles.

Además de terpenoles se detectaron numerosos otros compuestos como precursores de aroma (forma glicosilada). Entre ellos podemos citar: óxidos de linalol *cis* y *trans* (formaspiránicas y furánicas), δ -terpineol, Ho-trienol, ácido geránico, 3,7-dimetil-1,5-octadien-3,7-diol (diol 3,7), 8-hidroxi linalol *cis* y *trans* (dioles 3,8), alcohol bencílico, 2-feniletanol, p-menten-1-ene-7,8-diol y C-13 norisoprenoides. Prácticamente todos estos compuestos se encontraron también en forma libre pero en concentraciones muy inferiores. Varios compuestos de tipo terpenos presentes en las muestras no pudieron ser identificados. En particular en el caso de Moscatel amarilla, estos compuestos se encontraron en altas concentraciones. El aporte de estos terpenos desconocidos al aroma total, no ha sido aún estudiado.

Si comparamos nuestros resultados con los reportados en la literatura, vemos que los niveles de geraniol y nerol (libre y ligado) son similares para Moscatel de Alejandría y Muscat d' Alexandrie, francesa (Tabla 3). Esta última posee mayores niveles de linalol libre y ligado que Moscatel de Alejandría. Por otro lado Moscatel de Frontignan es significativamente más rica que su contraparte francesa, en todos los terpenoles excepto en linalol libre. En general, los terpenoles totales son mayores en las muestras de Vicuña en comparación con sus equivalentes francesas.

Se realizó un estudio ampelográfico de algunas variedades (Tabla 4). En general

TABLA 3. COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE AROMAS LIBRES Y LIGADOS (LIG.) ENCONTRADOS EN UVAS DE LA IV REGIÓN DE CHILE VS. SUS HOMÓLOGAS FRANCESAS. LOS RESULTADOS ESTÁN EXPRESADOS EN µG/L DE JUGO.

	TERPENOLES TOTALES		GERANIOL		LINALOL		NEROL	
	LIBRE	LIG.	LIBRE	LIG.	LIBRE	LIG.	LIBRE	LIG.
MUSCAT	1513	4040	342	1507	1084	1839	59	618
D'ALEXANDRIE ^A								
MOSCATEL DE ALEJANDRÍA ^B	2290	7450	745	1820	430	1200	120	535
MUSCAT DE FRONTIGNAN ^A	1640	1398	107	396	1409	207	74	658
MOSCATEL DE FRONTIGNAN ^B	2456	5975	628	787	780	363	635	1338

NOTA: LOS TERPENOLES TOTALES CORRESPONDEN A LA SUMA DE TODOS LOS COMPUESTOS DE ESTE TIPO DETECTADOS POR CG.

A=DATOS OBTENIDOS POR GUNATA ET AL., 1985.

B=RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS DE VICUÑA.

las muestras analizadas, para cada variedad, fueron idénticas lo cual indica homogeneidad dentro de las viñas. Moscatel rosada y Moscatel de Alejandría (Boubals, 1994) corresponden efectivamente a su denominación (Figura 1). Por otro lado Moscatel de Austria corresponde a Torrontés Sanjuanino, una variedad poco aromática cultivada en Argentina (Figura 2A). La variedad Moscatel amarilla parece ser más bien Torrontés Riojano una variedad bastante aromática y moscatelizada (Figura 2B). La denominación Torontel de la variedad de Vicuña no corresponde ni a Torrontés Riojano ni a Torontel de Talca.

Composición aromática de variedades de uvas de la VII región.

Se analizaron 7 variedades de uva provenientes del INIA Cauquenes: Moscatel rosada, Riesling, Chasselas Musque Vrai, Gewurztraminer, Torontel, Moscatel amarilla y Moscatel negra. Al igual que para las variedades de Vicuña se analizaron los

terpenoles libres y ligados, encontrándose importantes diferencias entre las variedades analizadas (Tabla 5).

La variedad que presenta los niveles más altos de terpenoles totales libres es Chasselas Musque Vrai. Torontel, Moscatel rosada y Gewurztraminer poseen concentraciones intermedias, entre 650-800 µg/l. Moscatel negra y Riesling son uvas pobremente aromáticas con niveles inferiores a 400 µg/l. Gewurztraminer, Torontel y Moscatel negra presentan las mayores concentraciones de terpenoles totales ligados.

Si analizamos las concentraciones de linalol, nerol y geraniol libres, vemos que Chasselas Musque Vrai, es la variedad con mayor concentración de linalol, 1750 µg/l. Moscatel rosada posee sobre 500 µg/l de este terpenol, mientras que otras variedades son pobres en este compuesto. La concentración de nerol es muy pequeña en todas las variedades. Torontel y

TABLA 4. ANÁLISIS AMPELOGRÁFICO DE LAS VARIEDADES MÁS IMPORTANTES DE LA IV REGIÓN.

NOMBRE COMÚN	ANÁLISIS AMPELOGRÁFICO
MOSCATEL ROSADA	MOSCATEL ROSADO
MOSCATEL DE ALEJANDRÍA	MOSCATEL DE ALEJANDRÍA
MOSCATEL DE AUSTRIA	TORRONTÉS SANJUANINO
MOSCATEL AMARILLA	TORRONTÉS RIOJANO
TORONTEL	?



■ FIG. 1: LAS DOS VARIEDADES MÁS IMPORTANTES PARA LA INDUSTRIA PISQUERA, DESDE EL PUNTO DE VISTA AROMÁTICO: MOSCATEL DE ALEJANDRÍA (A) Y MOSCATEL ROSADA (B).

CONCLUSIONES

- En general, las uvas estudiadas mostraron altas concentraciones de aromas libres y de precursores, salvo para algunas variedades poco aromáticas como Moscatel negra, Moscatel de Austria y Pedro Jiménez (IV región), y Riesling (VII región).

- Existe una alta concentración de precursores de aromas en las uvas Moscatel chilenas, entre las cuales destaca la presencia de linalol, geraniol y nerol en cantidades considerables; como también otros compuestos desconocidos, cuya importancia aún no ha sido evaluada.

- Es importante seleccionar con cuidado las variedades de uva a utilizar como materia prima de vinificación, inclinándose preferentemente hacia las que poseen un alto nivel de aromas libres. De esta forma, será factible obtener un vino más aromático.

- Early Muscat se presenta como una variedad interesante por su alto contenido de terpenoles libres, y por poseer una fecha temprana de cosecha. Moscatel amarilla posee elevadas concentraciones de terpenoles, pudiendo ser utilizada por la industria pisquera.

- Estos resultados confirman el alto potencial aromático de variedades como Moscatel rosada y Moscatel de Alejandría, preferidas por la industria pisquera.

AGRADECIMIENTOS

A Juan Pedro Sotomayor, director INIA Cauquenes, por la selección, cosecha y envío de muestras provenientes de la VII Región.

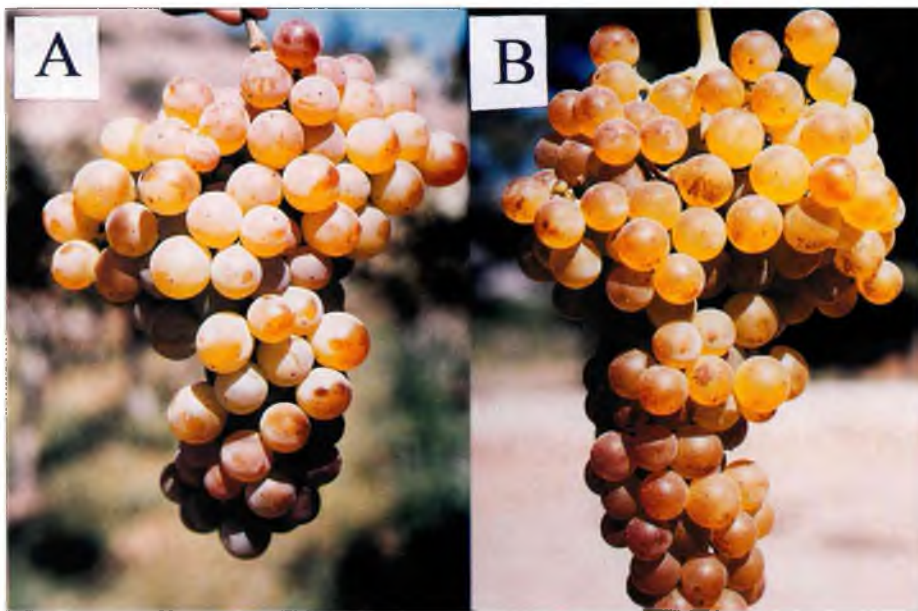
A Lenka Torres y Robert Ratier por su excelente desempeño técnico.

A la empresa Lallemand por el apoyo e interés en nuestro trabajo, proveyendo a nuestro laboratorio de un cromatógrafo de gases totalmente equipado. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CEE: C11* - CT92-0075.

Gewurztraminer presentan los mayores niveles de geraniol, cercanos a 600 $\mu\text{g/l}$.

En cuanto a terpenoles ligados destaca Chasselas Musque Vrai con más de 500 $\mu\text{g/l}$ de linalol. Gewurztraminer y Moscatel negra presentan las mayores concentraciones de nerol ligado, más de 350 $\mu\text{g/l}$. Las variedades más ricas en geraniol ligado son Gewurztraminer, Torontel y Moscatel negra con niveles superiores a 800 $\mu\text{g/l}$. Torontel posee alto nivel de geraniol ligado, pero bajos niveles de linalol y nerol, al igual que lo que observamos en esta misma variedad proveniente de Vicuña. Hay algunas diferencias entre las mismas

variedades de ambas subestaciones (Cauquenes y Vicuña). Cabe mencionar que la Moscatel negra de Cauquenes presenta niveles superiores de terpenoles libres que la variedad de Vicuña, lo que puede deberse a una insuficiente madurez de esta última (19-20° Brix). En todo caso, la comparación de variedades obtenidas de diferentes zonas es difícil puesto que existen numerosos factores que influyen en el desarrollo del aroma: edad de las viñas, microclima, altitud, etc. Sin embargo, es notorio que las variedades provenientes de Vicuña tienen, al menos, niveles superiores de terpenoles ligados que aquellas de Cauquenes.



■ FIG. 2: MOSCATEL DE AUSTRIA (A) UNA VARIEDAD UTILIZADA ACTUALMENTE PARA LA FABRICACIÓN DE PISCO, Y MOSCATEL AMARILLA (B) VARIEDAD QUE PRESENTA UN INTERESANTE PERFIL AROMÁTICO.

TABLA 5. CARACTERIZACIÓN AROMÁTICA DE VARIETADES DE UVA PROVENIENTES DE LA VII REGIÓN (CAUQUENES). LOS RESULTADOS ESTÁN EXPRESADOS EN $\mu\text{G/L}$ DE JUGO.

	MOSCATEL ROSADA	TORONTEL	MOSCATEL NEGRA	CHASSELAS MUSQUE VRAI	GEWURZTRAMINER	RIESLING
TERPENOS LIBRES						
LINALOL	585	165	63	1740	25	45
NEROL	20	62	110	32	121	18
GERANIOL	75	580	225	125	595	82
TOTAL	680	807	398	1897	741	145
TERPENOS LIGADOS						
LINALOL	200	280	210	565	125	320
NEROL210	185	380	195	485	75	
GERANIOL	325	1430	820	430	2320	322
TOTAL	735	1895	1410	1190	2930	717

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.) 10%

LITERATURA CITADA

Agosin, E., Belancic, A., Ibacache, A., Bordeu, E. y Bayonove, C. 1994. "Influencia de la luminosidad e Intensidad de carga sobre el Potencial Aromático de Uvas Moscatel rosada y Moscatel de Alejandría". ACONEX 46: 3-9.

Baumes, R., Bayonove, C. y Gunata, Z. 1994. "Connaissances Actuelles sur le Potentiel Aromatique des Muscats". Progres Agric. et Vitic. 111(11): 251-256.

Bayonove, C. y Cordonnier, R. 1971. "Recherches sur l'Arome du Muscat. III Etude de la Fraction Terpenique". Ann. Technol. Agric. 20: 347-352.

Bitteur, S., Gunata, Z., Briollet, J.M., Bayonove, C. y Cordonnier, R. 1989. "GC and HPLC of Grape Monoterpenyl Glycosides". J. Sci. Food Agric. 47: 341-352.

Boubals, D. 1994. "Les Cépages Muscats à Travers le Monde et leurs Utilisations

dans la Consommation Humaine". Progres Agric. Vitic. 111(11): 7-23.

Cordonnier, R., Gunata, Z., Baumes, R. y Bayonove, C. 1989. "Recherche d'un Matériel Enzymatique Adapté à l'Hydrolyse des Précurseurs d'Arome de Nature Glycosidique du Raisin". Conn. Vigne Vin. 23(1): 7-23.

Gunata, Z., Bayonove, C., Baumes, R. y Cordonnier, R. 1985. "The Aroma of Grapes. I. Extraction and Determination

of Free and Bound Fractions of some Grape Aroma Componentes". J. Chromatogr. 331: 83-90.

Gunata, Z., Bayonove, C., Tapiero, C. y Cordonnier, R. 1990. "Hydrolysis of Grape Monoterpenyl β -D-Glucosides by various β -Glucosidases". J. Agric. Food Chem. 38: 1232-1236.

Gunata, Z. Bitter, S., Baumes, R., Sapis, J.-C. y Bayonove, C. 1990b. "Activités Glycosidases en Vinification. Perspectives d'Explotation des Précurseurs d'Arome du Raisin, de Nature Glycosidique". Rev. Fr. Oenol. 122: 37-41.

Gunata, Z., Dugelay, I., Sapis, J.-C., Baumes, R., y Bayonove, C. 1993. "Role of Enzymes in the use of the Flavour Poten-

tial from Grape Glycosides in Wine-making", en: "Progress in Flavour Precursor Studies". P. Scherier & Winterhalter Eds., Allured Publish. Corp. USA. págs. 219-234.

Park, S., Morrison, J., Adams, D. y Noble, A. 1991. "Distribution of Free Glycosidically Bound Monoterpenes in the skin of Muscat of Alexandria Grapes during Development". J. Agric. Food. Chem. 39: 514-518.

Ribereau-Gayon, P. Boidron, J.N. y Terrier, A. 1975. "Aroma of Muscat Grape Varieties". J. Agric. Food. Chem. 23: 1042-1047.

Voirin, S.G., Baumes, R., Sapis, J.-C. y Bayonove, R. 1992. "Analytical Methods for Monoterpene Glycosides in Grape and

Wine. II. Qualitative and Quantitative Determination of Monoterpene Glycosides in Grape". J. Chromatogr. 595: 269-281.

Williams, P.J., Strauss, C.R. y Wilson, B. 1980. "New Linalol Derivatives in Muscat of Alexandria Grapes and Wines". Phytochemistry 19: 1137-1139.

Williams, P.J., Strauss, C.R. y Wilson, B. y Massy-Westropp, R. 1982. "Studies on the Hydrolysis of *Vitis vinifera* Monoterpene Precursor Compounds and Model β -D-Glucosidase Rationalizing the Monoterpene Compositions of Grapes". J. Agric. Food. Chem. 1219-1223.