

ZUBÍA Monográfico	7	79-102	Logroño	1995
-------------------	---	--------	---------	------

INFLUENCIA CLIMÁTICA EN LA MADURACIÓN DE LA UVA: ESTUDIO DE CULTIVARES DE LA RIOJA Y DE MADRID*

M^a Sol Andrades Rodríguez**
M^a Luisa González San José***

RESUMEN

La maduración de los frutos se caracteriza por una serie de cambios físico-químicos que pueden ser usados como marcadores del grado de maduración de la uva. Estos cambios están influenciados o se modifican según condiciones climáticas, edáficas y genéticas. Dada la complejidad de la definición de la "madurez" se tienden a definir distintos tipos de madurez, como la fisiológica, momento en el que las semillas tienen capacidad germinativa, o la tecnológica, momento en el que el fruto tienen las mejores características para su destino final. El presente trabajo presenta datos generalizados de la evolución de distintos componentes de la uva durante su maduración, haciendo especial hincapié en la influencia de la climatología en el desarrollo de este proceso. Además, se muestra la evolución de distintos componentes durante la maduración de variedades españolas cultivadas en distintas regiones (La Rioja y Madrid) y años (1986, 1987 y 1988), lo cual permite poner en evidencia claramente la influencia del clima sobre la maduración de la uva.

Palabras clave: maduración, uvas, climatología.

The ripening process in fruits is characterized by a series of physicochemical changes which can be used as a indicator of the state of ripening. These changes are affected by genetic, climatic and agricultural factors. Maturity is a difficult state to define. In point of fact, there are several definitions of maturity, like physiological maturity, when the berry is capable of germination, or technological maturity, when a fruit exhibits optimum characteristics for the intended use. The present work shows the evolution of different grapes compounds during the ripening of spanish grape varieties. The influence of climatic conditions on grape ripening were studied according to the region (La Rioja y Madrid) and year (1986, 1987 and 1988).

Key words: ripening, grapes, climatic conditions.

* Recibido el 19 de diciembre de 1994. Aprobado el 10 de marzo de 1995.

** Profesora Titular de Escuela Universitaria. Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. Avda. de la Paz, 105. 26004 Logroño (La Rioja).

*** Profesora Titular de Universidad. Área de Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos. Plaza Misael Bañuelos, s/n. 09001 Burgos.

0. INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios sobre la fisiología de la maduración se basaron en estudios de los cambios de la actividad respiratoria de los frutos, encontrándose que en muchos de ellos el proceso de maduración iba unido a un aumento brusco de la tasa respiratoria, el climatérico.

Actualmente, la diferencia entre frutos climatéricos y no climatéricos se determina preferentemente por la producción autocatalítica de etileno durante la maduración.

En este sentido, la uva es un fruto no climatérico que presenta un aumento de la tasa respiratoria en el envero, probablemente asociado al cambio de sustratos de respiración (Peynaud et al. 1971), pero cuyos niveles de etileno descienden paulatinamente desde el inicio de la maduración.

1. DESARROLLO Y MADURACIÓN

El proceso de desarrollo de frutos se estructura en tres periodos: crecimiento, maduración y senescencia, siendo en muchas ocasiones realmente difícil establecer las diferencias entre ellos.

El desarrollo de la uva se caracteriza por una curva de crecimiento sigmoideal doble (Coombe, 1973) en las que se distinguen tres fases claramente: a) de crecimiento rápido de la baya debido a la elevada división celular; b) periodo de ralentización del crecimiento como consecuencia de la finalización de la división celular, y c) un nuevo periodo de crecimiento rápido en el que se inicia el proceso de maduración.

El proceso de maduración abarca un amplio conjunto de cambios de naturaleza físico-química y fisiológica que terminan con la madurez y, que conducen a la obtención de frutos de características óptimas para su consumo o para su transformación.

Teniendo en cuenta que la madurez no tiene un carácter absoluto, se hace necesario distinguir entre varios tipos de madurez: i) fisiológica, en la que las semillas alcanzan la capacidad de germinación; ii) industrial, estado que permite alcanzar los mayores rendimientos económicos del fruto y, iii) tecnológica, momento en el que el fruto tienen características óptimas para la elaboración de un determinado producto o para su consumo en fresco.

Los cambios que permiten alcanzar cualquiera de ellas son similares para todos los frutos y están influenciados por parámetros genéticos, culturales y climáticos. La temática central de este capítulo es, precisamente, los cambios que los factores climáticos inducen sobre el proceso de maduración de la uva.

1.1. El proceso de maduración de la uva

La maduración es una fase del ciclo reproductor de la uva que dura entre 40 y 50 días, abarcando desde el envero, momento del cambio de color de la baya, hasta la madurez.

Este periodo se caracteriza por una serie de cambios físico-químicos que se producen gradualmente, de forma no homogénea (Huglin, 1986), y que determinan la calidad de la uva y la del futuro vino. Por ello, es importante conocer en profundidad estos cambios, de tal manera que se pueda escoger el momento de recolección o vendimia más adecuado para el fin a que se destinen las uvas.

1.1.1. Cambios físicos

1.1.1.1. Peso y volumen

Desde el envero, a lo largo del periodo de maduración, la baya alcanza su tamaño y forma definitiva sufriendo aumentos de peso y volumen de hasta un 40%. Este fenómeno se debe principalmente al aporte continuo de agua hacia el fruto, siempre que las condiciones edáficas sean favorables para ello, y a una acumulación de azúcares y otras sustancias de reserva (Carrol et al., 1982; Villen et al., 1985).

Una vez alcanzada la madurez, se observa una estabilización e incluso una disminución del valor de estos parámetros debido, esencialmente, a un aumento de la transpiración del fruto (Chauvet et al., 1978; Catalina et al., 1982; Hrazdina et al., 1984).

1.1.1.2. Rigidez

La rigidez de la piel y de la pulpa disminuye al aumentar el estado de maduración (Amerine, 1956; Villen et al., 1985).

Fregoni (1983) señala que la baya a lo largo de la maduración se va haciendo menos dura por hidrólisis de las sustancias pécticas de la pared celular. Este fenómeno implica un aumento de jugosidad de la baya, menor dureza de la pulpa, menor resistencia a la rotura y aplastamiento, y mayor índice de desprendimiento de la baya del racimo.

1.1.1.3. Densidad

La densidad del mosto aumenta a lo largo de la maduración por un acúmulo de sólidos solubles (Lanier et al., 1979).

Coombe (1987) indica que ciertos sólidos solubles como el malato, la glucosa y la fructosa, se acumulan masivamente en la pulpa desde el envero, produciendo un aumento de la densidad del jugo vacuolar. También observa la existencia de gradientes de concentración desde la epidermis al centro de la baya.

1.1.2. Cambios químicos

Estos cambios son cuantitativamente distintos en las diferentes partes de la baya: pulpa, pepita y hollejo, pero su comportamiento cualitativo suele ser semejante (Flora et al. 1979, Mc Intyre et al., 1982; Coombe, 1987).

1.1.2.1. Acidez y pH

La composición ácida de la baya presenta una fuerte heterogeneidad según la parte de la uva que se considere. La acidez total es siempre mayor en la pulpa que en el hollejo debido a la fuerte salificación de los ácidos en la piel de la baya.

Análisis cuantitativos de la fracción ácida de *Vitis vinifera* muestran invariablemente que en todas las partes de la viña, a excepción de la raíz, los ácidos tartárico y málico, son los constituyentes ácidos predominantes, alcanzando del 70-90% de esta fracción. Otros ácidos orgánicos encontrados en concentraciones variables, pero siempre pequeñas, son: cítrico, succínico, fumárico, fórmico, acético, ascórbico, glicólico, aconítico, quínico, siquímico y mandélico.

El ácido ascórbico a pesar de ser escaso tiene un interés especial por su papel en el potencial redox (Palacios, 1983).

Entre los ácidos inorgánicos destaca el ácido fosfórico que se detecta en cantidades de 0,01-0,05 % (Kluba et al., 1978; Hrazdina et al., 1984).

Numerosos trabajos confirman el descenso de la acidez total a lo largo de la maduración de la uva (Philip et al., 1973; Flora et al., 1979; Lainer et al., 1979; Santos et al., 1985; Palacios et al., 1986). En general, este fenómeno tiene lugar más rápidamente en la pulpa que en el hollejo (Gallander, 1983).

Catalina et al. (1982) señalan que la disminución de la acidez y aumento del pH se debe a tres causas: a) salificación de los ácidos del fruto, principalmente por formación de las sales potásicas; b) combustión interna, es decir, por combustión respiratoria, en el que principalmente se consume ácido málico; y c) dilución por engrosamiento del fruto. Estos datos concuerdan con los resultados encontrados por Ribéreau-Gayon et al. (1971), Alkasy et al. (1981) y Henao-Dávila et al. (1986).

La concentración de ácido málico desciende de forma rápida y pronunciada durante la maduración, mientras que la de ácido tartárico desciende lentamente o se mantiene constante según la variedad (Cotea et al., 1982; Maujean et al., 1983; Iannini et al., 1985; King et al., 1988; Iland et al., 1988)

El ácido fosfórico, al contrario que los ácidos málico y tartárico, se acumulan a lo largo del periodo de maduración (Hrazdina et al., 1984).

Todos estos autores señalan el aumento del pH como consecuencia directa de la disminución del contenido de ácidos del fruto, así como de la neutralización de los ácidos mayoritarios formando sales.

1.1.2.2. Azúcares

Los azúcares son uno de los constituyentes más importantes, desde el punto de vista enológico, de las uvas y su medida se ha usado y se usa como índice de madurez del fruto.

Los principales azúcares de las uvas son glucosa y fructosa, les sigue la sacarosa, existiendo también pequeñas cantidades de arabinosa y galactosa (Amerine, 1956).

El contenido de azúcares y de sólidos solubles aumenta con el estado de maduración, coincidiendo su máximo con el máximo peso del fruto (Shiriaishi et al., 1986; Navarro et al., 1987). La acumulación es rápida después del envero, estabilizándose al final de la maduración, para aumentar después en la postmaduración (Maujean, 1983; Junquera et al., 1987). Se observa que los azúcares reductores experimentan un aumento de concentración mucho mayor que los no reductores, además de acumularse con anterioridad (Carrol et al., 1982; Hrazdina, 1986).

Muchos de estos estudios indican que la glucosa predomina en la uva inmadura, que la razón glucosa/fructosa en uvas maduras es próxima a la unidad y que la fructosa constituye el azúcar mayoritario en uvas sobremaduras. Por ello, esta relación se ha usado ampliamente para determinar el índice de madurez (Catalina et al., 1982).

1.1.2.3. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos de la uva se localizan principalmente en las partes sólidas de la misma (hollejo, pepita y raspón), por ello, las distintas técnicas de bodega influyen en la cantidad y composición de fenoles del vino (Cordonnier et al., 1981; Santa María et al., 1986).

Las concentraciones y proporciones en que se encuentran en las distintas partes de la uva son diferentes. Según Bourzeix et al. (1983) los compuestos fenólicos se ubican preferentemente en las semillas (38%) y el hollejo (36%), en menor medida en el raspón (20%) y muy escasamente en la pulpa (6%).

Los compuestos polifenólicos presentan una importancia enológica indiscutible, intervienen en los caracteres sensoriales del vino, son sustrato de ciertas transformaciones que se producen durante la crianza y además, tienen propiedades fisiológicas tales como efecto vitamínico P, acción bactericida y bacteriostática y propiedad antitóxica, entre otras.

En general, los compuestos fenólicos totales aumentan a lo largo de la maduración (Somers, 1976). Ribéreau-Gayon (1972) señala que, en el hollejo se produce un aumento considerable hasta una semana antes de la vendimia, mientras que en la pepita este aumento se produce unas tres semanas antes, descendiendo a continuación el nivel de estos compuestos.

Singleton (1966) señala que la acumulación de compuestos fenólicos totales ocurre en tres etapas bien definidas: una primera de crecimiento rápido, seguida de una etapa de estacionamiento y ligero descenso y una última etapa de crecimiento más lento que la primera. Indica que el crecimiento sigue la misma pauta en variedades blancas y tintas, presentando las últimas mayores contenidos fenólicos, debido a la presencia de compuestos antocianicos. Esta trayectoria ha sido confirmada posteriormente por Carroll et al. (1982) y González-Sanjosé et al. (1992).

1.1.2.4. Compuestos volátiles

Existen varios cientos de compuestos químicos relacionados con el aroma de la uva. La mayoría son de naturaleza terpénica, teniendo gran importancia también los alcoholes y aldehídos de 6 átomos de carbono. Todos se encuentran en muy baja concentración y son muy susceptibles a diversos procesos de degradación (Raap et al., 1980).

Los terpenos se sintetizan en la baya, localizándose, principalmente, en la piel (Cordonnier et al., 1981). A partir del envero, siguen unas curvas de evolución características, no coincidiendo su máximo contenido con el de los azúcares (Boidron et al., 1987). Estos autores describen cinco fases, una primera de acumulación rápida, seguida de una de ralentización e incluso parada en la síntesis, después otra donde se alcanza el máximo aromático a la que le siguen dos etapas de disminución de la concentración, una rápida, al final de la maduración, y una lenta, típica de la postmaduración.

1.1.2.5. Enzimas

Se han aislado e identificado diversos sistemas enzimáticos en uvas (Ribéreau-Gayon et al., 1981; Tomasset, 1985). De todos ellos destacan:

- invertasas: presentes ya en la uva inmadura y que se encargan de transformar la sacarosa en glucosa y fructosa.
- oxidorreductasa: amplio grupo de enzimas que intervienen en un gran número de reacciones de oxidorreducción. Las más importantes, por su incidencia en los fenómenos de pardeamiento, son la tirosinasa, propia de la uva, y la lacasa, presente en las uvas con podredumbre.
- pectolíticas: principalmente la pectinmetilesterasa que libera grupos metoxi del ácido poligalacturónico y la poligalacturonasa que rompe las cadenas para liberar ácido galacturónico.

Fregoni (1983) indica un aumento importante de la actividad enzimática general desde el envero. A modo de ejemplo señala que la actividad invertasa es hasta 14 veces mayor en la uva verde, y que la actividad malato-deshidrogenasa sufre un aumento muy espectacular durante la maduración.

1.1.2.6. Fracción mineral

El elemento mineral más característico de la uva es el potasio. Le sigue en concentración el calcio, luego el magnesio y, por último, el sodio, cuya concentración suele ser muy baja, salvo en uvas de viñedos muy próximos al mar.

Los aniones inorgánicos predominantes en orden de concentración decreciente son fosfato, sulfato y cloruro. Éste último suele encontrarse en cantidades equimoleculares con el sodio. El fosfato experimenta un gran aumento de concentración con la maduración, (Hrazdina et al., 1984). El resto de los aniones aumentan de forma menos pronunciada.

Kourakou (1977) y Tirado-Coello et al. (1983) indican que la alcalinidad de las cenizas aumenta con la maduración, debido a un aumento del contenido catiónico. El potasio es el elemento que experimenta mayor aumento (Johnson et al., 1976; Moreno-Vigara et al., 1983; Possner et al., 1985), siendo su acumulación de 4 a 5 veces mayor en el hollejo que en la pulpa (Storey, 1987; Iland et al., 1988). Catalina et al. (1982) señalan que, también aumenta el contenido de magnesio, calcio y metales pesados, mientras que permanece más o menos constante la concentración de manganeso y cobre, y disminuyen los niveles de hierro y zinc.

Lay et al. (1988) indican un aumento del contenido de metales pesados, zinc, cadmio, plomo y cobre. Este aumento varía notablemente de unas variedades a otras y, sobre todo, según el tratamiento con plaguicidas que reciba el viñedo.

1.1.2.7. Fracción nitrogenada

Son numerosos los autores que coinciden en afirmar que a lo largo de la maduración, el nitrógeno proteico aumenta, mientras que el nitrógeno amoniacal disminuye. El predominio del nitrógeno proteico hace que el nitrógeno total presente un comportamiento ascendente (Kluba et al., 1978; Marcy et al., 1981; Villa, 1987; Tusseau et al., 1989).

En la mayoría de las variedades de *Vitis vinifera*, la prolina es el aminoácido que predomina en todos los estados de maduración, creciendo su concentración continuamente, mientras el contenido del resto de aminoácidos experimenta un descenso después de la madurez (Polo et al., 1983; Bolin et al., 1985; Juhász, 1985; Miguel et al., 1985).

1.1.2.8. Lípidos

Los lípidos son constituyentes minoritarios de las uvas. Se localizan principalmente en la pepita y, luego en la piel, existiendo en muy baja concentración en la pulpa, donde inciden en su textura.

Se han descrito 20 ácidos grasos constituyentes de los lípidos totales de las uvas (Berlenko et al., 1983), siendo los mayoritarios los ácidos linolénico, oleico, palmítico, esteárico, pelargónico y linoléico (Higgins et al., 1976).

El contenido lipídico total aumenta al final de la maduración, tendiendo a aumentar la fracción de lípidos neutros más que la de los polares y experimentando un aumento poco pronunciado los fosfolípidos (Castela et al., 1985).

Barrón et al. (1989) señalan que la concentración de triglicéridos totales experimenta una evolución alternante, con aumento y disminución de su valor continuamente, destacando un descenso pronunciado en el momento de alcanzarse la madurez fisiológica.

1.1.2.9. Sustancias pécticas

Las sustancias pécticas más abundantes en las uvas son poligalactanos de elevado grado de metoxilación (Lavee et al., 1986; Saulnier et al., 1987a y b).

Estas sustancias presentan grandes diferencias de concentración de unas variedades a otras, evolucionando a lo largo de la maduración también de forma variada. En general, se puede decir que su contenido disminuye a medida que el fruto madura, alcanzando un mínimo en el momento de la vendimia (Robertson et al., 1980 y Du Plessi, 1983).

Navarro et al. (1987) indican una evolución irregular, sin pauta determinada, de las fracciones solubles y los ácidos pécticos a lo largo de la maduración de la uva. Además, observan que la protopectina sufre una disminución pronunciada de concentración después del envero como consecuencia de su degradación por acción enzimática.

1.1.2.10. Polialcoholes

Los polialcoholes están presentes en las uvas sanas en concentraciones muy bajas salvo el inositol que alcanza concentraciones de 0,5 g/l. La cantidad de estos compuestos aumenta notoriamente al disminuir la sanidad de la vendimia, especialmente con el ataque de *Botrytis cinerea* (Triquet-Pissard, 1981).

Villarroya et al. (1988) señalan que la concentración de polialcoholes en uvas sanas, no experimenta variaciones a lo largo de la maduración de la uva.

1.1.2.11. Vitaminas

Las uvas poseen cantidades importantes de tiamina, mesoinositol y complejo vitamínico B en comparación con otros frutos. También son ricas en nicotinamida, vitamina PP y ácido pantoténico, tienen cantidades moderadas de ácido ascórbico y son pobres en riboflavina (Peynaud et al., 1971). Las vitaminas liposolubles están ausentes en la uva debido al bajo contenido en grasas en la pulpa. Tan sólo en algunas variedades de uvas blancas se ha determinado la presencia de provitamina A (Mekhuzla et al., 1987).

La mayoría de las vitaminas experimenta un aumento de concentración con la maduración de la baya, acumulándose principalmente en la pulpa (Fregoni, 1983).

1.2. El clima y el desarrollo y maduración de la uva

La vid tiene unas exigencias climáticas bien definidas que hacen que, aunque pueda subsistir en muchas regiones, su cultivo sólo sea posible en determinadas zonas.

Los países templados reúnen condiciones muy favorables para su cultivo, y por esto en ellos se agrupan más de la mitad de los viñedos mundiales.

1.2.1. La pluviosidad

La abundancia o escasez de agua es de suma importancia para la viabilidad de la vid, para el desarrollo del fruto y para la calidad del vino.

Las lluvias de invierno no tienen influencia directa sobre la fisiología de la vid. Penetran en el suelo donde se retienen en parte, mientras que el excedente, drenado en profundidad alimenta las capas freáticas. El agua retenida en el suelo constituye una reserva que se utilizará para alimentar a las raíces, por lo que produce un efecto a largo plazo sobre la fisiología de la vid.

Las lluvias de comienzo de verano, siempre que no sean excesivas, permiten un buen desarrollo del aparato vegetativo y tienen un efecto favorable sobre el tamaño de los granos (Winkler, 1978).

Los veranos deben ser cálidos y secos, por ello, como anteriormente se indicó, la reserva hídrica del suelo tiene gran importancia. Los veranos húmedos y las lluvias en la época de crecimiento favorecen el ataque de las plagas y la aparición de enfermedades criptogámicas.

El cultivo normal de la vid exige precipitaciones medias anuales de unos 600 mm. Se considera que pluviosidades entre los 250 y 300 mm repartidos de Abril a Septiembre, son las más favorables para la consecución de vinos de buena calidad.

El volumen anual de la precipitación afecta a la composición polifenólica de la uva, siendo ésta menor en los años lluviosos (Piretti et al., 1974; Fregoni, 1977). También Guilloux (1981) sostiene que la disponibilidad hídrica de la cepa tiene una gran influencia sobre el contenido de compuestos fenólicos, e igualmente Freeman et al. (1979) encuentran menos coloración en los viñedos con mayor disposición hídrica, probablemente debido al mayor tamaño alcanzado por las bayas y por tanto a la menor relación hollejo/pulpa.

Meriaux et al. (1983) señalan la existencia de un nivel crítico de alimentación hídrica por debajo del cual disminuye el almacenamiento de azúcares en las bayas por alteración del metabolismo. Por otra parte, Miali (1984) y Lisarrage (1986), manifiestan una relación directa entre la cantidad de agua disponible y el aporte de azúcares a la baya.

1.2.2. La insolación

La situación geográfica del viñedo determina a la vez la temperatura ambiente y la luminosidad zonal.

El mínimo anual de horas de insolación requerido para el cultivo de la vid se sitúa entre las 1.500-1.600 horas, de las cuales unas 1.200 deben recibirse en el periodo vegetativo (Winkler, 1978).

Se debe tener en cuenta que existe también un límite superior por encima del cual la calidad del vino se ve mermada considerablemente. Así, es bien conocido que un exceso de horas de insolación produce uvas que darán lugar a vinos de mayor graduación alcohólica, pero menos finos y elegantes. En este sentido, los estudios de Nigond (1972) señalan un contenido de ácido málico muy inferior en los racimos expuestos al sol respecto a los racimos a la sombra, mientras que el contenido en ácido tartárico es prácticamente estable.

Directamente relacionada con la luminosidad está la intensidad lumínica, la cual ejerce un importante papel en el control de los cambios que tienen lugar en el fruto durante su desarrollo y maduración.

Naito (1964) señala que, por lo general, una intensidad lumínica alta produce mayor contenido de compuestos antocianicos, aunque la influencia de la intensidad lumínica es pequeña en las variaciones de color muy intenso. Por otra parte, Kliewer (1970) señala que la luz produce distinta coloración del fruto según el ángulo de incidencia. También coinciden en estas observaciones Carbonneau et al. (1980) que señalan que la síntesis de polifenoles depende de la iluminación y de la temperatura que soporta el racimo. Así, todo lo que altere las condiciones óptimas, por exceso o bien por defecto, supone una inhibición en la síntesis de compuestos fenólicos.

1.2.3. La temperatura

La temperatura es un factor esencial para un desarrollo vegetativo bueno y para obtener una maduración completa de la uva.

Este parámetro climático tiene poca influencia sobre la vid durante su reposo invernal, ya que en esta época admite temperaturas extremas, resistiendo bastante bien las heladas. Se sabe que las yemas latentes no se hielan hasta los -12°C y los brazos y el tallo resisten hasta los -16°C .

Por el contrario, las heladas de primavera a menudo causan estragos importantes sobre los órganos vegetativos una vez que éstos han abandonado la latencia invernal. Así, los brotes jóvenes pueden quedar destruidos cuando la temperatura del aire desciende por debajo de $-2,5^{\circ}\text{C}$.

La temperatura afecta notoriamente a la maduración de la uva. Afecta al índice de respiración, por lo que repercute sobre los sustratos de la misma, azúcares y ácidos orgánicos entre otros. De este modo, la composición de la uva varía al hacerlo la temperatura media de maduración. Esta temperatura debe alcanzar al menos 18°C para conseguir un grado de madurez satisfactorio.

Las temperaturas elevadas, superiores a 42°C , no son favorables, por provocar la calcinación de las hojas y de las uvas. Sin embargo, si son necesarias temperaturas relativamente elevadas para la producción de vinos de calidad. Ribéreau-Gayon et al. (1971) señalan para Burdeos, un mínimo de 15 días con temperatura del aire superior a 30°C para obtener una buena cosecha.

El efecto de la temperatura no es igual sobre todos los componentes de las uvas. Kliewer (1970) indica que diferentes variedades de *Vitis vinífera* presentan mayor contenido de compuestos antociánicos en piel cuanto menores son las temperaturas diurnas, y en general, en las regiones y en las estaciones más frías, se produce mayor cantidad de pigmentos. Las uvas que maduran a temperaturas elevadas presentan un contenido en compuestos antociánicos menor e incluso no llegan a desarrollar el color rojo característico. En 1977, señala que la biosíntesis de estos pigmentos se inhibe cuando las vides se ven sometidas a temperaturas diurnas y nocturnas similares, 37°C y 32°C respectivamente.

Se sabe que una marcada diferencia entre la temperatura diurna y la nocturna favorece una maduración lenta del fruto que lleva al desarrollo óptimo del aroma y del color y a la obtención de vinos finos y de buen "bouquet".

También, se ha demostrado la influencia del clima sobre la composición ácida de la uva. Así, el clima frío favorece altos contenidos en ácido málico. Maujean et al. (1983) observaron que el ácido málico disminuye fuertemente, sobre todo a temperaturas superiores a 30°C . Las temperaturas altas en las proximidades de la vendimia provocan una gran disminución de la acidez por combustión respiratoria. Meriaux (1982) encontró correlaciones negativas entre la suma de grados/día del periodo de maduración y la acidez de los mostos, debido a la mayor degradación por combustión.

Además, en climas cálidos las uvas alcanzan elevados contenidos de sólidos solubles, de los cuales los azúcares constituyen un alto porcentaje (Winkler, 1978).

2. CLIMATOLOGÍA Y MADURACIÓN DE VARIEDADES DE UVAS ESPAÑOLAS

El proceso de maduración, como queda reflejado en el apartado anterior, abarca un amplio conjunto de cambios físico-químicos que se ven modificados por muy diversos factores.

A continuación se van a exponer algunos de los resultados experimentales obtenidos por los autores en el estudio de variedades españolas cultivadas en distintas regiones y dis-

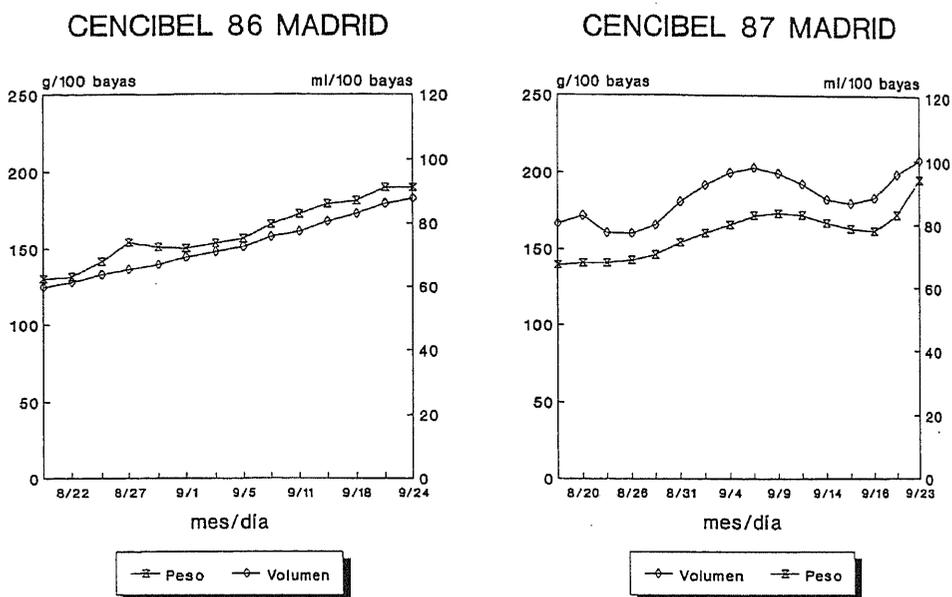
tintos años, llevándose a cabo una comparación que permite poner en evidencia la influencia de la climatología en el desarrollo de la maduración de las uvas.

2.1. Parámetros físicos

A lo largo de la maduración, los frutos sufren un aumento de tamaño y peso importante que va a depender esencialmente, del aporte de nutrientes y agua desde otras partes de la planta y desde el suelo.

Estos parámetros evolucionan de una forma paralela a lo largo de la maduración, con una tendencia claramente ascendente (Figura 1).

Figura 1: Concentraciones de glucosa y fructosa alcanzadas en la madurez de las variedades indicadas, en los años señalados



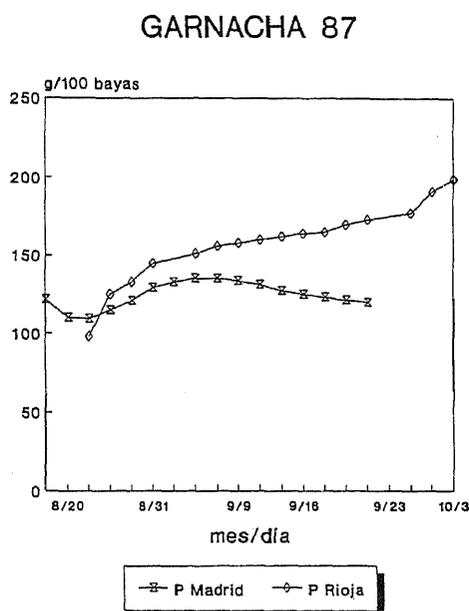
Tanto el peso como el volumen dependen fuertemente de las condiciones climáticas, especialmente de la pluviosidad y de la temperatura que son los parámetros ambientales que más influyen en el contenido hídrico del fruto. Así, tal y como se observa en la figura, mientras que el peso y el volumen de mosto (directamente relacionado con el volumen del fruto) aumentan continuamente en la campaña de 1986, en 1987 muestran importantes fluctuaciones. Estos resultados se deben principalmente a la diferencia de pluviosidad registrada en ambas campañas.

Mientras que en el año 86, durante el periodo de muestreo, las precipitaciones fueron escasas (8 mm en Agosto y 10 mm en Septiembre) y, cuando ocurrieron, fueron suaves y en días distantes del de toma de muestra, en la campaña del 87, dos tomas de muestra se realizaron a continuación de lluvias copiosas, el 31 de Agosto y el 21 de Septiembre (6 mm y 5 mm, respectivamente). Esta es la causa del aumento de peso, y sobre todo de volumen, que se observa a partir del día 31 de agosto y, posteriormente, en el día 23 de Septiembre.

Junto con la pluviosidad puntual que puede tener lugar durante el periodo de maduración, la pluviosidad media anual es uno de los parámetros que determinan la disponibilidad hídrica de los suelos. Este parámetro influirá notablemente en el peso final alcanzado por las bayas, así como en el volumen, influyendo, por tanto, en los rendimientos del viñedo.

Estudios experimentales ponen de manifiesto que una misma variedad, por ejemplo Garnacha (Figura 2), presenta diferencias notables de peso final de sus bayas dependiendo de la zona de producción, Madrid o Rioja, a pesar de que las condiciones edáficas de las dos fincas objeto de estudio fueran similares. Estas diferencias se deben esencialmente a la pluviosidad anual, mucho mayor en La Rioja (277 mm) que en Madrid (218 mm), que determina la disponibilidad hídrica de los suelos, y a las temperaturas que controlan los procesos de transpiración. Las temperaturas durante el proceso de maduración fueron mayores en Madrid que en Rioja, en los años estudiados, produciendo una fuerte transpiración, con una pérdida de agua desde el fruto y las hojas, que llega incluso a anular el aumento de peso producido por efecto de lluvias copiosas.

Figura 2: Evolución del peso de 100 bayas durante la maduración del cultivar Garnacha en Madrid y Rioja, en el año 1987



2.2. Parámetros químicos

2.2.1. Acidez y pH

La maduración produce un descenso de la acidez de las uvas. La medida en que se produce este cambio depende notoriamente de la climatología del año, esencialmente de la temperatura, que es el parámetro climático que ejerce mayor control sobre los procesos de respiración y, por tanto, de consumo de ácidos orgánicos, principalmente del ácido málico.

Figura 3: Evolución del pH del mosto, según el grado de maduración de la uva, de las variedades Viura y Tempranillo en las campañas 87 y 88

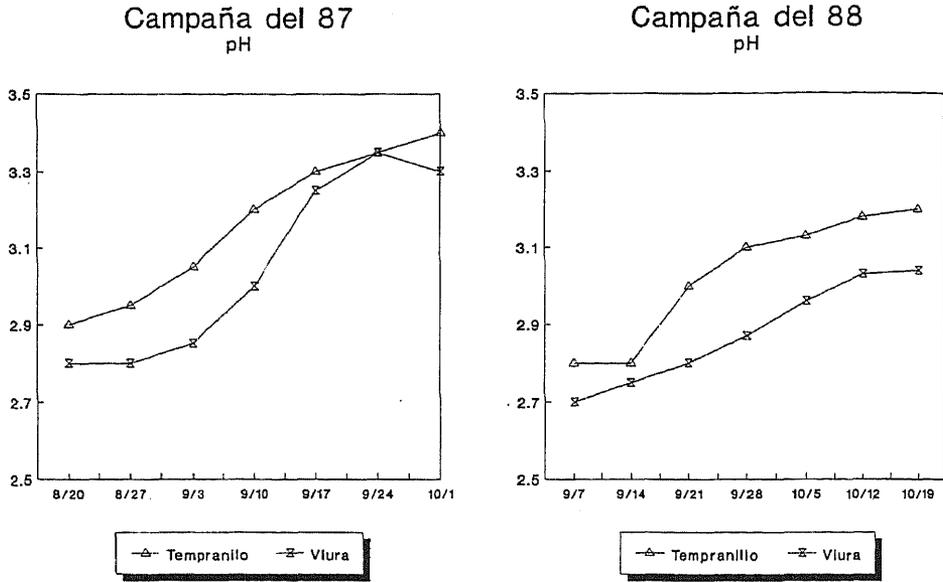
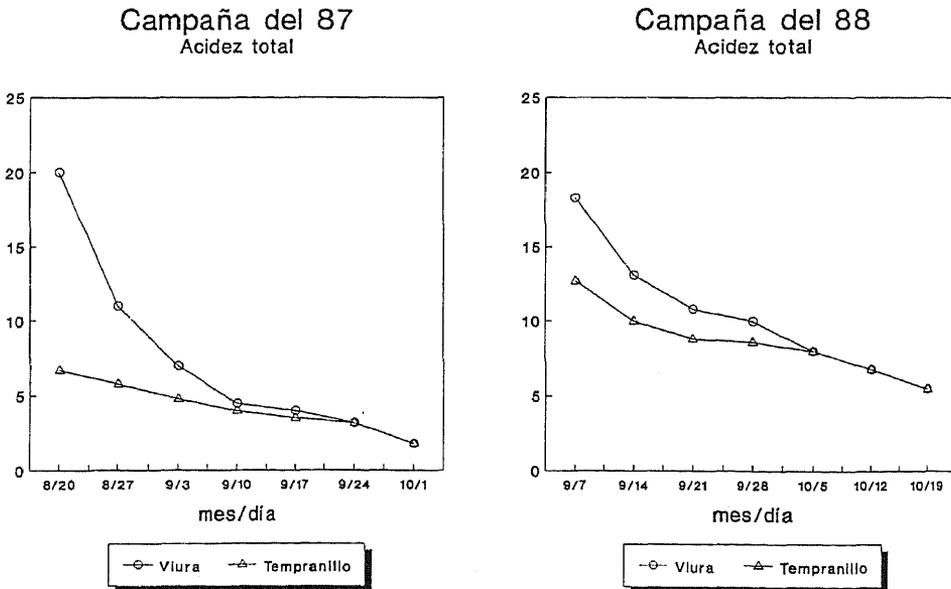


Figura 4: Evolución de la acidez total del mosto, según el grado de maduración de la uva, de las variedades Viura y Tempranillo en las campañas 87 y 88



También la pluviosidad influye sobre este proceso, dando lugar a un efecto de dilución que hace disminuir la concentración de H^+ y, por tanto, produce un aumento del pH.

Es interesante resaltar que la pluviosidad y la temperatura tienen un efecto sinérgico sobre la evolución o cambios de la acidez del fruto. Si al consumo de ácidos producido por las altas temperaturas se le suma el efecto de dilución producido por grandes precipitaciones puntuales durante la maduración, se producirá un fuerte descenso de la acidez total de la baya y, por tanto, del mosto.

Todo lo anteriormente expuesto permite explicar las diferencias de acidez y pH observadas al comparar las vendimias de las campañas 1987 y 1988 (Figuras 3 y 4).

La integral térmica anual de esta zona en 1987 fue considerablemente mayor (1816,4) que la correspondiente a 1988 (1596,6). Además, las temperaturas máximas durante el periodo de maduración fueron mayores en 1987 que en 1988, lo cual se traduce en un mayor consumo de ácidos, málico principalmente, y en un proceso de respiración acentuado por el calor. Por otra parte, la precipitación mensual fue superior en el año 1987 (15 mm) respecto a la campaña 1988 (11 mm), produciéndose el consiguiente efecto de dilución.

Estos resultados concuerdan con los publicados por Junquera *et al.* (1988) que señalan que, la acidez alcanzada, al final de la maduración, en mostos de la variedad Cencibel procedentes de Madrid era muy superior a la de los mostos del mismo cultivar procedentes de Tomelloso, región mucho más cálida y soleada.

2.2.2. Contenido glucídico

Es bien conocido que a lo largo de la maduración los frutos se hacen más dulces debido al acúmulo de sustancias glucídicas. Esta acumulación depende en última instancia, de la acción enzimática responsable de la transformación de unos metabolitos en otros (gluconeogénesis, ciclo de krebs, ciclo de las pentosas...), de la biosíntesis de nuevos compuestos y de la asimilación de nutrientes, así como de la fijación de CO_2 .

La actividad enzimática depende, entre otros factores, de la concentración de sustrato, de la presencia de coenzimas y de la actuación de activadores e inhibidores, entre los que se encuentran la luz y la temperatura.

La pluviosidad modifica la concentración de sustratos y coenzimas y, además, disminuye la energía lumínica que reciben el fruto y la planta, ya que en los días cubiertos y de precipitaciones la insolación disminuye notablemente.

En zonas cálidas, la maduración conduce a la obtención de frutos más dulces, con mayor contenido de azúcares. Este fenómeno se debe principalmente a la temperatura. Al haber mayor transpiración se produce una mayor translocación de azúcares hacia el fruto a la vez que se produce una concentración por pérdida de agua. Además, no se debe olvidar que, en general, en las zonas de mayores temperaturas se produce una insolación superior lo que favorece la fotosíntesis, aumentando la fijación de CO_2 y su conversión en azúcares que son transportados hacia el fruto. Este efecto climático se observa claramente en la Figura 5, donde se muestra la evolución de los azúcares totales de tres variedades cultivadas en La Rioja en las campañas 1987 y 1988.

Como ya se ha dicho con anterioridad, el año 1.988 presentó menores temperaturas medias durante la maduración (14,5°C frente a 21,6°C) y una integral térmica global menor, estos factores explican que el contenido de azúcares sea inferior.

Es importante señalar que la disminución del contenido glucídico en el año 1.988, se debe tanto a un descenso en los niveles de glucosa como de fructosa (Tabla I).

Figura 5: Evolución del contenido en azúcares totales en uvas de las variedades Viura, Garnacha y Graciano, durante el proceso de maduración de los años 87 y 88

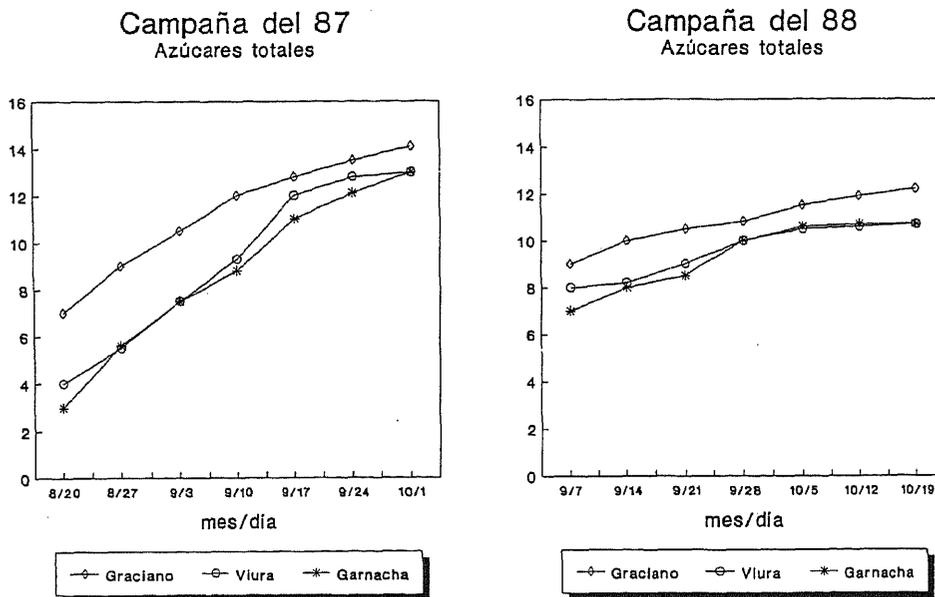


Tabla I: Concentraciones de glucosa y fructosa alcanzadas en la madurez plena de las variedades indicadas, en los años señalados

Variedad	Glucosa g/l	Fructosa g/l
Viura 87	126,96	116,21
Viura 88	111,00	112,59
Tempranillo 87	184,82	181,75
Tempranillo 88	95,30	98,30
Garnacha 87	100,62	112,15
Garnacha 88	81,22	68,15
Graciano 87	140,77	135,18
Graciano 88	119,62	117,18

2.2.3. Contenido fenólico

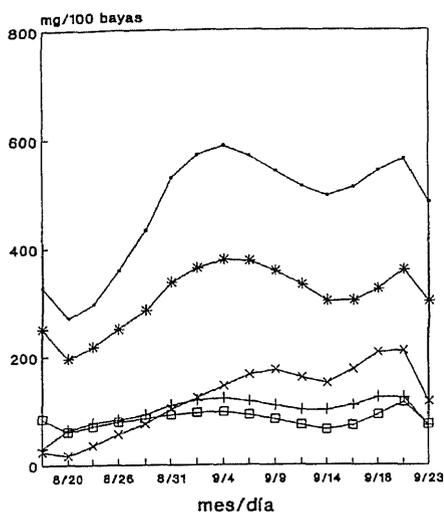
El comportamiento o evolución de los distintos compuestos fenólicos durante la maduración de las uvas es un continuo punto de controversias, siendo los datos obtenidos por distintos autores no siempre concordantes. Sin embargo, teniendo en cuenta la influencia varietal, primordial en la síntesis y transformación de estos compuestos, así como la edafoclimática, son fácilmente explicables las diferencias encontradas.

Los resultados que se exponen se centrarán en poner de manifiesto la influencia climática más que la varietal, ya que es ésta la que nos ocupa en este capítulo.

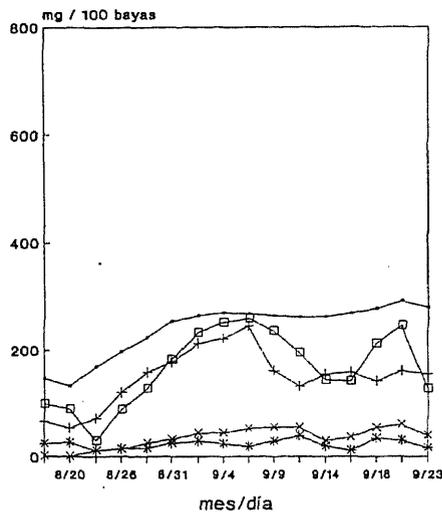
Como ya se ha indicado con anterioridad resulta difícil extrapolar un comportamiento general de las distintas familias fenólicas, sin embargo se puede afirmar que los polifenoles totales del hollejo de la uva tienden a aumentar a lo largo de la maduración de la baya, pasando

Figura 6: Evolución del contenido de las distintas familias fenólicas en el hollejo de la uva durante la maduración de las variedades indicadas, en los años señalados

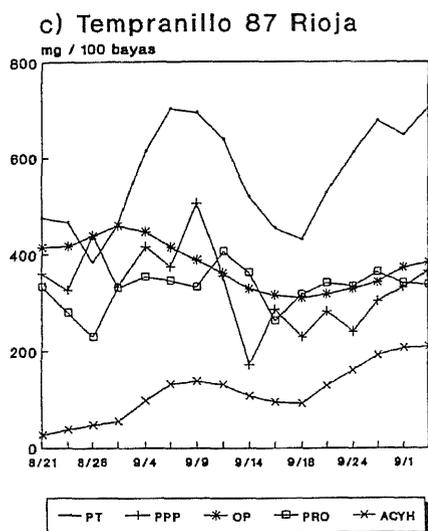
PT = polifenoles totales; PPP = polifenoles poco polimerizados; OP = orto-difenoles; PRO = procianidinas; ACYM = antocianos totales



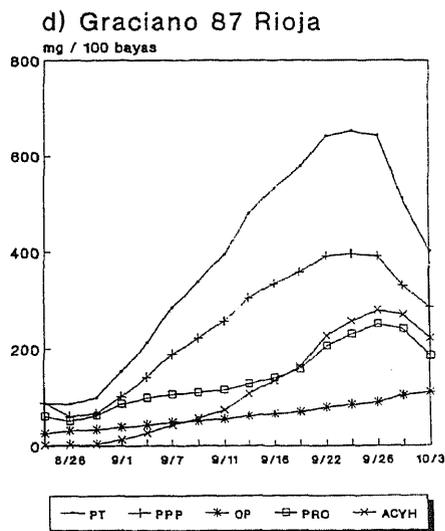
a) Cencibel 87 Madrid



b) Garnacha 87 Madrid



c) Tempranillo 87 Rioja



d) Graciano 87 Rioja

por ciertos altibajos, más o menos marcados dependiendo de la variedad. Este mismo comportamiento lo presentan los polifenoles poco polimerizados y los pigmentos antocianícos totales. Las proantocianidinas sufren un descenso de concentración en torno al envero

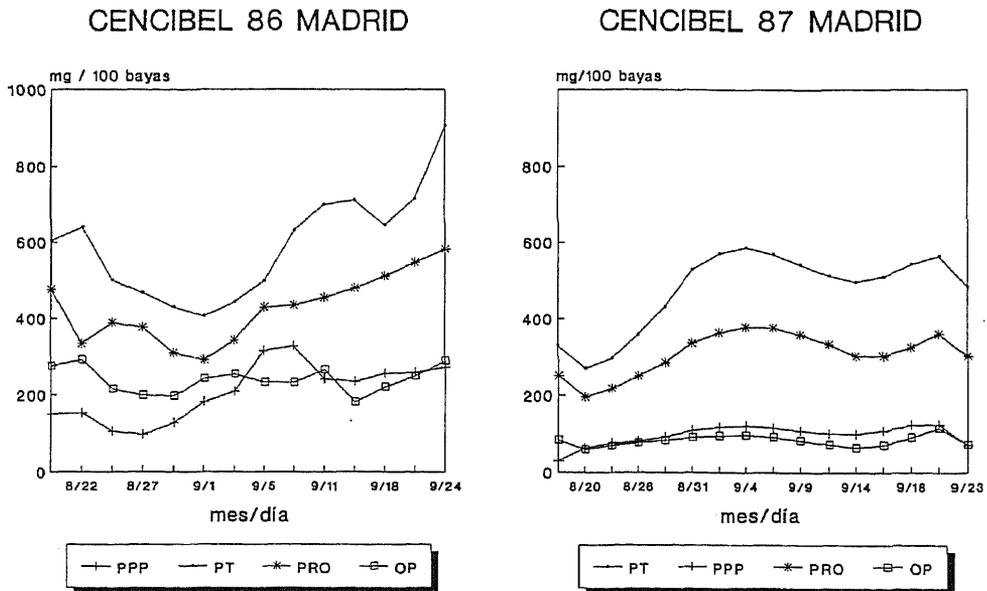
y posteriormente parecen aumentar ligeramente para estabilizarse a continuación, aunque el comportamiento varía notablemente de unas variedades a otras. Los orto-difenoles parecen ser la familia de tendencia menos definida, su concentración sufre diversas oscilaciones a lo largo de la maduración, pero su concentración parece mantenerse más o menos constante durante todo el periodo estudiado (Figura 6).

La influencia climática queda claramente puesta de manifiesto si se procede a la comparación cuantitativa de los resultados obtenidos con distintas variedades en diversos años y zonas.

Una de las variedades estudiadas es la Cencibel, recogiendo datos de cultivares de Madrid en dos años consecutivos. Los datos experimentales, Figura 7, ponen de manifiesto que la concentración de las familias fenólicas es mayor en el año 1986 que en el 1987. Esto puede explicarse teniendo en cuenta que las temperaturas del mes de Septiembre del año 87 (T^a media 28,5 °C) son mayores que las del año 86 (T^a media 24,5 °C), lo que implica una aceleración del proceso de maduración del fruto. De esta forma, en la campaña 87 la etapa final de maduración, donde se produce el mayor aumento de los niveles de compuestos fenólicos, como puede observarse en las gráficas del 86, no se desarrolla plenamente, comenzando el descenso propio de la senescencia antes de alcanzarse el máximo final correspondiente a la plena madurez. Por ello, en el primer máximo que se ve desplazado en el tiempo según las peculiaridades de cada campaña, el nivel de compuestos fenólicos es relativamente similar en los dos años. Sin embargo, posteriormente, la concentración aumenta fuertemente en el año 86 mientras que en el 87 al comenzar la postmaduración rápidamente, se produce el descenso del nivel de estos compuestos.

Figura 7: Evolución del contenido de familias fenólicas en el hollejo de uvas del cultivar Cencibel durante su maduración en los años 1986 y 1987

PT = polifenoles totales; PPP = polifenoles poco polimerizados; OP = orto-difenoles; PRO = procianidinas

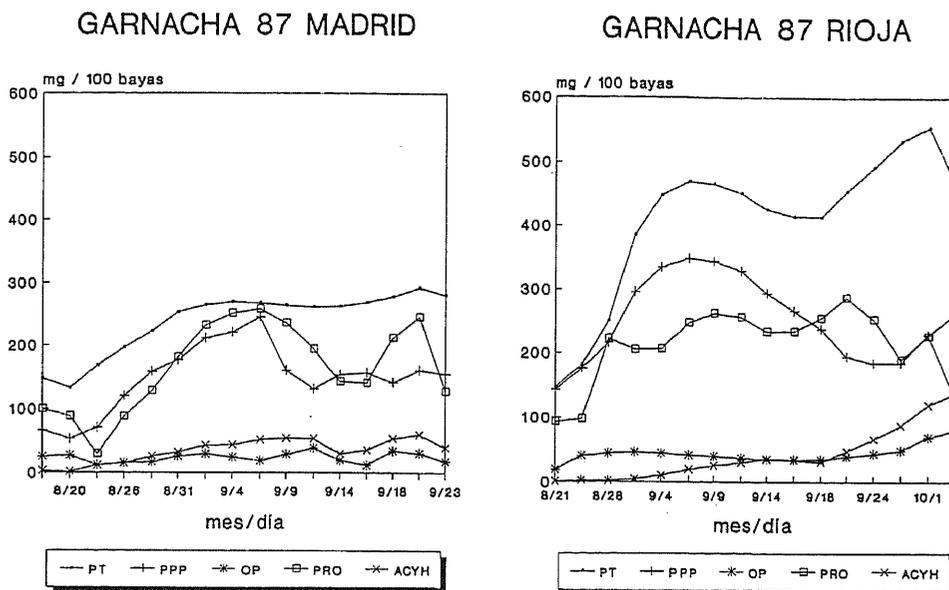


Diversos autores han señalado que cuando las bayas se desarrollan en zonas de temperaturas medias altas, de temperaturas diurnas elevadas y/o con pequeñas diferencias entre la temperatura diurna y nocturna la biosíntesis de compuestos fenólicos, especialmente de pigmentos antociánicos, se ve ralentizada, mermada e, incluso, inhibida.

Teniendo en cuenta la influencia de la temperatura y sabiendo que las temperaturas medias de Rioja son inferiores a las de Madrid, así como que las diferencias entre temperatura máxima diurna y mínima nocturna son mayores en la primera zona que en la segunda, es fácil explicar la diferencia encontrada entre los datos de la variedad Garnacha en las dos regiones mencionadas (Figura 8), presentándose claramente niveles superiores en la región menos cálida.

Figura 8: Evolución del contenido de familias fenólicas en el hollejo de uvas del cultivar Garnacha de Madrid y La Rioja durante su maduración en el año 1987

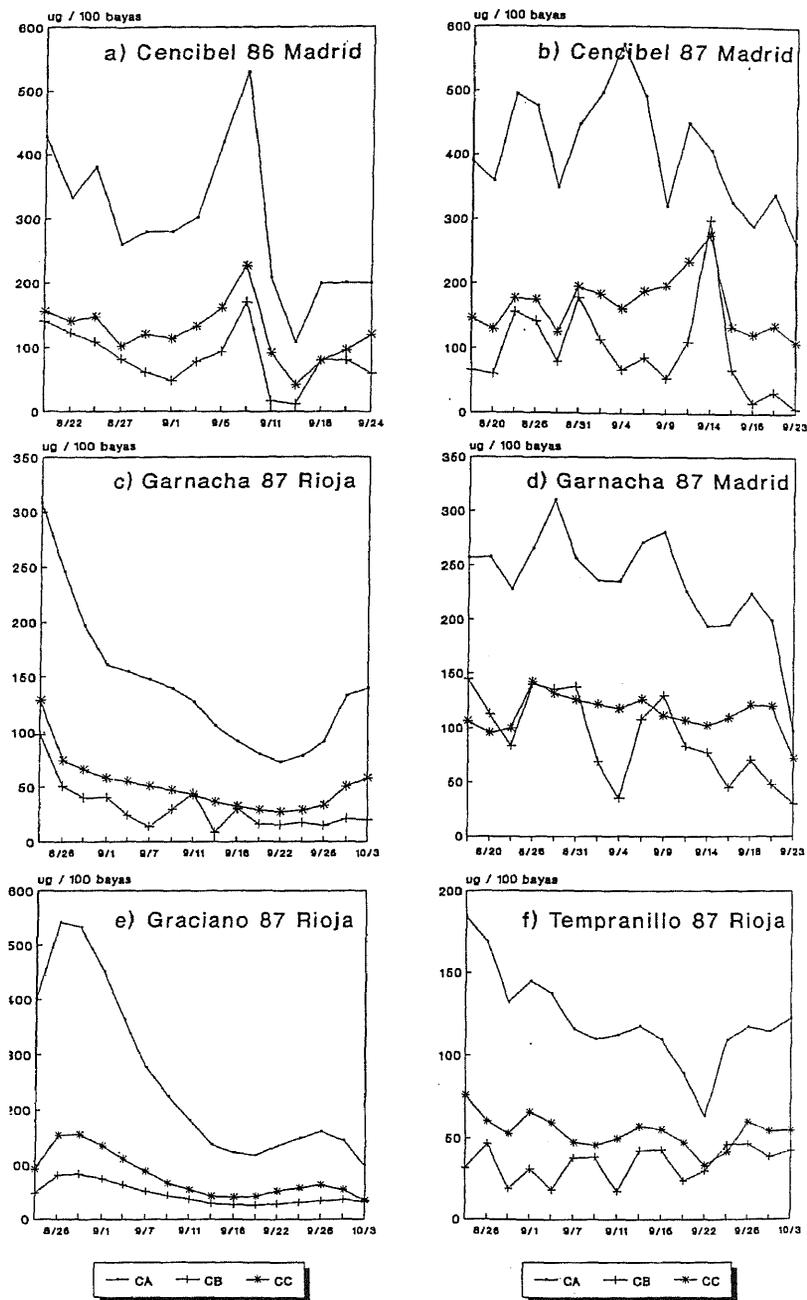
PT = polifenoles totales; PPP = polifenoles poco polimerizados; OP = orto-difenoles; PRO = procianidinas; ACYM = antocianos totales



El efecto de la temperatura se pone en evidencia también en los datos obtenidos de las variedades cultivadas en La Rioja en las campañas 1987 y 1988, que ponen en evidencia un mayor contenido fenólico en el año 1988. Estos resultados se explican por las menores temperaturas medias y una integral térmica global inferior en este año, además de que se producen también mayores diferencias entre la temperatura máxima diurna y la temperatura mínima nocturna, llegando a una diferencia de más de 10°C en comparación con las diferencias del año 87, especialmente durante el mes de Septiembre. Todos estos hechos climáticos favorecen e intensifican la síntesis fenólica conduciendo a mayores concentraciones de los distintos compuestos fenólicos presentes en el fruto.

Figura 9: Evolución del contenido de clorofilas y carotenoides totales en el hollejo de uvas de los cultivares indicados, durante los años señalados

CA = clorofila a; CB = clorofila b; CC = carotenoides totales



2.2.4. Pigmentos fotosintéticos

Las clorofilas y carotenoides presentes en el fruto verde, independientemente que la uva sea blanca o tinta, presentan un comportamiento general descendente durante la maduración (Figura 9).

Se observa cierta influencia climática en la evolución de estos pigmentos. Las variedades cultivadas en Rioja, así como Cencibel en el año 1986, presentan un descenso más o menos brusco del nivel de estos compuestos tras el invierno. Sin embargo, en las variedades cultivadas en Madrid, especialmente en el 1987 año más cálido y de mayor insolación, decaen más suavemente y con continuas oscilaciones. Esto podría explicarse teniendo en cuenta la capacidad fotosintética de la baya, la cual sólo se mantiene en condiciones climáticas adecuadas como suficientes horas de luz, entre otras. Así, mientras que el fruto mantiene cierta actividad fotosintética no se produce o al menos se ralentizan los procesos de degradación de los pigmentos fotosintéticos.

3. CONCLUSIONES

Los resultados expuestos ponen de manifiesto que el proceso de maduración es un fenómeno dinámico que varía, entre otros factores, según las condiciones climáticas de cada año y región, independientemente de que las pautas generales se repitan año tras año o de unas zonas a otras.

Sin embargo, a pesar de existir pautas generales, la magnitud del descenso o aumento de unos compuestos y de otros, así como el momento en que estos cambios se producen varía notablemente, para una misma variedad, entre regiones y campañas, haciendo imprescindible un control particular de la maduración de cada cultivar, en cada año, si no se quiere correr el riesgo de vendimiar frutos en condiciones de elaboración que no sean las adecuadas o las óptimas.

No se puede fijar o no se debe fijar una fecha de vendimia sin tener en cuenta la evolución de los componentes de la baya, así como no se debería considerar la misma fecha de vendimia para caldos de distintas características y que se vayan a elaborar con diferentes variedades.

En general, cada cultivar madura de una forma individual, incluso dentro de una misma parcela existe una gran heterogeneidad en el grado de maduración entre vides, descendiendo esta diversidad hasta los racimos e incluso a cada baya. Evidentemente no sería funcional, ni factible, ni rentable, ni lógico, controlar la maduración racimo a racimo, sobre todo teniendo en cuenta que a veces, incluso, se hace inviable controlar la maduración de las distintas parcelas. Sin embargo, si se persigue la calidad se debería controlar, al menos, a cada variedad por separado y, una vez efectuada la vendimia, las características de cada entrada en bodega (grado y acidez como mínimo) para dar a cada carga el destino más oportuno o, incluso, decidir un posible paro de la vendimia si se observan cambios bruscos de la composición debido a precipitaciones puntuales u otros fenómenos climáticos aislados.

En muchas ocasiones, este modo de proceder se hace imposible debido a la gran capacidad de las bodegas que operan con cantidades elevadas de uva, produciéndose una recepción masiva durante toda la vendimia. Sin embargo, y dado que al menos el grado se mide habitualmente porque suele marcar el precio de la uva, no está de más apuntar estas consideraciones especialmente destinadas al pequeño y mediano productor.

Concluyendo, se puede resumir que en años y regiones de pluviosidad más elevada, sin sobrepasar límites que den origen a alteraciones de origen fúngico o microbiano, se

obtendrán rendimientos superiores por hectárea que no necesariamente implican una pérdida de calidad del fruto si se acompañan de las condiciones de temperatura e insolación adecuadas.

Si el año es demasiado caluroso habrá que atender especialmente a la evolución de la acidez para evitar recoger la uva con valores demasiado bajos que hagan necesaria la corrección del mosto. Por otra parte, en estos años habrá que tener cuidado con el color y el cuerpo del vino. La dotación fenólica del fruto será menor y quizás sea necesaria una maceración más prolongada o mayor número de remontados para favorecer la extracción del color y de ciertas sustancias relacionadas con el "cuerpo" como los taninos.

Por el contrario, en años "fríos" habrá que seguir especialmente la acumulación de azúcares, ya que se podría producir una ralentización o paralización de la biosíntesis de los mismos, no alcanzándose la concentración necesaria para la consecución del grado alcohólico adecuado.

Como ya se ha indicado, es conveniente controlar el efecto de las precipitaciones que se producen en los días de vendimia, especialmente su efecto sobre la graduación glucídica aunque también sobre la acidez. No se debe olvidar que en ciertas ocasiones, estas precipitaciones han originado descensos de hasta 1-2 grados alcohólicos potenciales, lo cual no es conveniente ni económica, ni tecnológicamente.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Al-Kaisy, A.M., Sachde, G.A., Ghalib, H.A., Hamel, S.M., 1981. Physycal and chequical changes during tipening of some grape varieties grown in Basrah. Vitiv. (4), 268-270.
- Barco Royo, E., 1986. *La política agraria común.C.E.E.* Gobierno de la Rioja.
- Barrón, L., Celaa, M., y Santa-María G., 1989. Trygliceride behaviour in grapes in the latter stages of ripening. Phytochem (33), 43-45.
- Bolin, H.R., Petrucci, V., 1985. Aminoacids in raisins. J. Food Sci. (50), 1507.
- Bourzeix, M.H., Heredia, N., Kovac, V., 1983. Richese de différents cépages en composés phenoliques totaux et anthocyane. Progrés Agric. Viticola (17), 421-427.
- Carbonneau, A., 1980. *Recherche sur les systémes de conduite de la vigne: essai de maîtrise du micro climat et de la plante entiér pur produte economiquement du raisin de qualité.* Tesis doctoral. Universidad de Burdeos II.
- Carrol, D.E., Marcy, J.E., 1982. Chemical and physical changes during maturation of Muscadine grapes (*Vitis rotundifolia*). Am. J. Enol. Vitic. (33), 172-186.
- Castela, P., Mesias, J., Maynar J., 1985. Evolution de la teneur en lipids totaux neutres el polares dans les raisins Macabeo au course de leur cycle vegetative. Sci. Aliments (59). 587-597.
- Catalina, L., Marzuelos, C., Romero, R., Sarmiento, 1982. Cambios metabólicos durante el proceso de maduración de la uva (*Vitis Vinífera*, L.var. Palomino) en la zona marco de Jerez de la Frontera (Cádiz). Ann. Edaf. Agrobio. (41), 1503-1517.
- Cordonier, R., Bayonove, C., 1981. Étude de la phase prefermentaire de la vinification: extraccion et conformation de certain compesés de l'arome, cas des terpenols, des aldehydes et des alcohols en C6. Conn. Vigne Vin. (15), 269-282.

- Cotea, V., Pomohaci, N.I., Gheorhita, M., 1982. *Oenologie*. Ed. Didáctica e Pedagógica, Bucuresti.
- Duplessis, C. S., 1983. Maturité optimale et mesures de qualité autres que le sucre. Bull. O. I. V. (634), 834-653.
- Flanzy, M., Bourzeix, M., Heredia, N., Dubernet, M.O., 1972. Le teneur C et la repartition des divers composés phenoliques dans le raisin et la rafle du duze cépages. C.R.A. Agri. France. (58), 452-460.
- Flora, L.F., Lane, R.P., 1979. Effects of ripeness and harvest date on several physical and compositional factors of Cowart Muscadine grape. Am. J. Enol. Vitic.(30), 241-246.
- Freeman, B.M., Lee, T.H., Tuckington, C., 1979. Interation of irrigation and pruning level on grape and wine quality of Shiraz wines. Am. J. Enol.Vitic.. (30), 218-223.
- Freeman, B.M., 1983. Effects of irrigation and pruning of Shiraz grape wines on subsequent red wine pigments. Am. J. Enol. Vitic. (34), 23-26.
- Fregoni, M.,1977. Effects of the soil and water on the haverst. 1° Int. Symp. on quality of the vintage. Ciudad del Cabo.
- Fregoni, M., 1983. Caratteristiche della bacca: elementi costituentivi e loro evoluzioneer nella maturazione, indici de maturità. Vignevini (10), 11-14.
- González-San José, M.L., 1986. *Técnicas de análisis de compuestos antociánicos aplicados al estudio de uvas de la variedad Cencibel*. Tesina de Licenciatura. Univ Autónoma de Madrid.
- González-San José, M.L., Garrido, J.L., Díez C., Santa-María G., 1986. L'evolution des composes anthocyaniques au cours de la maturation des fruits de V.vinifera. Bull. Liaison Groupe Polyphenols, (13), 389-394.
- González-San José, M.L. y Díez, C., 1992. Compuestos fenólicos en el hollejo de uva tinta durante la maduración. Agroch. XXXVI, 63-70.
- Guilloux, M., 1981. *Evolution des composés phénoliques de la grappe pendant la maturation du raisin. Influence des facteurs naturels*. Tesis doctoral en Enología. Universidad de Burdeos II.
- Henaó-Dávila, F., Mesias, J.L., Maynar, J.I., Miguel, J., 1986. Evolución de los parámetros enológicos ácidos en el curso de la maduración de uvas (*Vitis vinifera*), variedades Cayetana, Pardina y Macabeo. La Semana Vitivinícola. (2064), 693-699.
- Hrazdina, G., Parsons, G.F., Mattic, L.R., 1984. Phyological and biochemical events during developement and maturation of grape berries. Am. J. Enol. Vitic. 35 (4), 220-227.
- Huglin, P. 1986. *Biologie et ecologie de la vigne*. Payot., Paris.
- Iannini, B., Scalabrelli, G., 1985. Studio delle virizioni di alcuni costituenti dell'uva tra l'invaiaurae la maturazione. Rivista di Viticoltura e di Enología. (5), 267-301.
- Iland, P.G., Coombe, B.G., 1988. Malate, tartrare, potassium and sodium in fish and skin of Shiraz grapes during ripening concentration and compartmentation. Am. J. Enol. Vitic. 39 (1), 71-76.
- Johnson, T., Nagel, C.W., 1976. Composition of central Washington grapes during maturation. Am. J. Enol. Vitic. 27 (1), 15-20.

- Junquera, B., Díez, C., 1986. Los índices de madurez y su insuficiencia para establecer el momento óptimo de la vendimia. *La semana Vit.* 2104 (5), 4, 945-947.
- Junquera, B., Díez, C., Santa María, G., 1987. Correlación entre la composición polifenólica del mosto y el grado de madurez de la uva. II Congreso Mundial de Tecnología de los alimentos.
- King, R.C., Sims, C.A., Moore, L.F., Bates, R.P., 1988. Effects of maturity, skins contact and carbonation on the quality of sterile-filtered whit Muscadine grape juice. *J. Food Sci.* 53 (5), 1474-1477.
- Kliwer, W.M., 1964. Influence of environment on metabolism of organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. I. Temperature. *Plant Physiol.* (39), 869-871.
- Kliwer, W.M., 1970. Effect of day temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* L. grapes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 95 (6), 693-697.
- Kliwer, W.M., 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition on Emperador grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* (31), 7-13.
- Kluba, R.M., Mattick, L.R., 1978. Changes in non volatile acids and other chemical constituents of New York States grapes and wines during maturation and fermentation. *J. Food Sci.* (43), 717-720.
- Korakou, S., 1976. Degré de maturité optimal du raisin en relation avec le type de vin a élaborar. *Le Progrés Agricole et Vinicole* (4), 122-130.
- Lainer, M.R., Morris, J.R., 1979. Evaluation of density separation for defining fruit maturities and maturation rates of Once-over Harvested Muscadine grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (104), 249-252.
- Lay, H., Lieb, W., 1988. Contents of zinc, cadmium, lead and copper in the must, wine and products of wine-making.
- Lisarrague, J.R., 1986. *Estudio de los efectos del riego en la producción, desarrollo vegetativo, calidad del mosto y nutrición mineral en la vid*. Tesis doctoral, E.T.S.I.A. Madrid.
- Marcy, J.E., Carrol, D.E. Young, C.T., 1981. Changes in amino acids and total nitrogen concentration during the maturation of Muscadine Grapes. *J. Food Sci.* (46), 543-547 y 551.
- Maujean, A., Brun, O., Veselle, G., Bureau, G., Boucher, J.M., Cousin, M., Feuillat, M., 1983. Étude de la maturation de cépages champenois. Modeles de prévision de la date de vendage. *Vitis*. (22), 137-150.
- Mc Intyre, G.M., Lider, L.A., Ferrari, N.L., 1982. The chronological classification of grapevine phenology. *Am. J. Enol. Vitic.* 33 (2), 80-85.
- Meriaux, S., 1982. La vigne et l'eau dans le Midi méditerranéen. *Vignes et vins*. 23-26.
- Meriaux, S., Panine, M., 1983. Les effets de la sécheresse. *Vititecnique* (67), 10-13.
- Mekhula, N.A., Kachiuri T.I., Struva, Z., 1987. Vitamin content of grapes juice and table wines. *Vinodel. Vinograd.* (4), 40-41.
- Miali, M., 1984. Influenza dell'intervento irriguo sulla qualità del mosto di quattro cultivar di vit per uva da vino nel Tavoliere di Puglia. *Vignevin.* (11), 23-31.

- Miguel, C., Mesias, J.L., Maynar, J.I., 1985. Variations of aminoacids during the maturation of grapes of the varieties Cayetana and Macabeo. *Sci. Aliments.* (5), 599-605.
- Moreno-Vigara, J., Medina-Carnicer, M., Corral-Mora, L., Paneque-Guerrero, G., 1983. Cambios durante la maduración de las uvas Pedro Ximénez en la zona de Montilla Moriles: II potasio, sodio, calcio y magnesio. *A. Edaf. Agrobiol.* (42), 217-226.
- Navarro, G., Romero, M., Zunel, C., Méndez, C., Navarro, S., 1987. *Vitis vinifera* en el campo de Cartagena: II. Evolución de azúcares, susatancias pécticas, ácidos orgánicos y contenido catiónico. *An. Edaf. Agrobiol.* XLVI, 145-146.
- Naito, R., 1964. Studies on coloration of grapes. Influence of light intensity on the coloration and pigmentation in some black and red grapes. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* (33), 213-220.
- Nigond, J., 1972. Le rôle du climat en viticulture. *Conn. Vignevin.* (6), 17-53.
- Palacios, J., Cea, P., Cáncer, M., Martínez, L.M., Avenoza, A., 1986. Evolución de la maduración e índices de madurez en vides de la Rioja. *I.E.R.* (8).
- Pérez-Salas, L., Espinosa, L., 1980. Factores que afectan a la producción del viñedo, Calcio. *La Sem. Vit.* (35), 225-227.
- Peynaud, E., Ribereau-Gayon, P., 1971. *Science et techniques de la vigne.* Ed. Dunod. Paris.
- Peynaud, E., 1989. *Enología práctica.* Ed. Mundi-prensa. Madrid.
- Philip, T., Kuykenda, J.R., 1973. Changes in titratable acidity, Brix, pH, Potassium content, malate and titratable during berry development of Thompson Seedless grapes. *J. Food Sci.* (38), 874-876.
- Polo, M.C., Herraiz, M., Cabezudo, M.D., 1983. A study of nitrogen fertilization and fruit maturity as an approach for obtaining the analytical profiles of wine and wine grapes. *Ana. Food,* (2), 357-374,
- Possener, D.R.E., Kliewer, W.M., 1985. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis* (24), 229-240.
- Ribereau-Gayon, J., 1972. Evolution des compesés phénoliques au cours de la maturation du raisin.II. Discussion des résultats obtenus en 1969, 1970 et 1971. *Conn. Vigne Vin.* (6), 161-175.
- Ribereau-Gayon, J., 1976. Les problêmes de la couleur des vins rouges. *Sem. Intern. del Vino de Jerez de la Frontera.* España.
- Ribereau-Gayon, J., Peynaud, E., 1971. *Science et techniques de la vigne.* Ed. Dunod. Paris.
- Ribereau-Gayon, J., Sudraud, P., 1981. *Actualités oenologiques et viticoles.* Ed. Dunod. Paris.
- Santa-María, J.G., Garrido, J.L., Diez de Bethencourt, C., 1986. The use of phenol compounds as parametes for distinguished red and rodes wines from pale wines in multivariate analysis. *Z Lebensm Unters Forsh.* (182), 112-114.
- Santos, M., López San Miguel,T., Marine, A., 1985. Contenido de ácidos orgánicos en vinos de Rioja. *Ann. I.N.I.A.* (1), 45-51.

- Saulnier, L., Thibault, J.F., 1987. Extractions and characterization of pectic substances from the pulp of grape berries. *Carbohydr. Polym* (7), 329-343.
- Seguin, G., 1969. L'alimentation en eau de la vigne dans les sols du Haut-Medoc. *Conn. Vigne Vin*. (2), 93-141.
- Tirado-Coello, J.L., Moreno, J.J., Medina, L., Panaque, J., 1983. Análisis factorial de variedades relacionadas con la maduración de la uva en el marco de Montilla-Moriles. *Ann. Edaf. Agrob.* 42, (7-8), 1145-1142.
- Tusseau, D., Benoit, C., Valade, M., 1989. *Étude de l'évolution des acides camiques du raisin au cours de la maturation*. Actualites Oenologiques 89. Ed. Dunod Paris.
- Villarroya, B., Gómez-Cordobés, M.C., Hernández L. 1988. *Variación de los azúcares mayoritarios y polialcoholes durante la maduración de la uva*. Maduración y Postrecolección 88. Ed. CEBAS-CISIC, Murcia.
- Villen, J., Vázquez, A.M., Salinas, M.R., Varóh, R., Mareca, I., 1985. Contribución al estudio de la evolución de las características de la uva Airén en La Mancha durante su maduración. *Sem. Vitic.* 2052-2053, 4917-4926.
- Winkler, A.J., 1978. *Viticultura*. Compañía. Ed. Continental, S.A. México.