



**REDE XIX.C.  
REDE IBERO-AMERICANA  
DE VITIVINICULTURA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRÁRIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

SEMINÁRIO  
INTERNACIONAL

***“Factores Agronómicos y Enológicos para la  
obtención de Vinhos de Calidad”***

***Lima, 13 enero 2005***

# ZONIFICACIÓN DE *TERROIR* APLICADO A ZONAS IBEROAMERICANAS (Proyecto XIX, CYTED)

**Vicente D. Gómez-Miguel**

Universidad Politécnica de Madrid(España)

[vicente.gomez@upm.es](mailto:vicente.gomez@upm.es)

## 1. Introducción

Por *zonificación* se entiende la investigación del territorio con el fin de repartirlo en zonas relativamente homogéneas como resultado de la interacción entre el viñedo y el ambiente (Fregoni *et al.*, 1998).

En el caso de zonas con tradición vitícola la producción de vinos de calidad se centra fundamentalmente en un sistema de distribución territorial basado en regiones, denominaciones de origen u otras zonas relativamente homogéneas y con condiciones ecológicas particularmente privilegiadas o simplemente originales.

En tales zonas la metodología tradicional relacionada con la zonificación en sus diversos aspectos se basa generalmente en las relaciones entre el medio y la calidad de los productos intermedios y del producto final, por lo tanto, parece obvio considerar que el objetivo general de la zonificación es la delimitación de zonas vitícolas en función de los parámetros que definen tal medio y que están implicados en la calidad del producto. La metodología general se enmarca en el esquema general siguiente:



La viticultura de las regiones iberoamericanas plantea problemas específicos relacionados no sólo con el clima, sino también con las peculiaridades del suelo y en muchas ocasiones adolece además de falta de tradición.

## 2. Material y Métodos

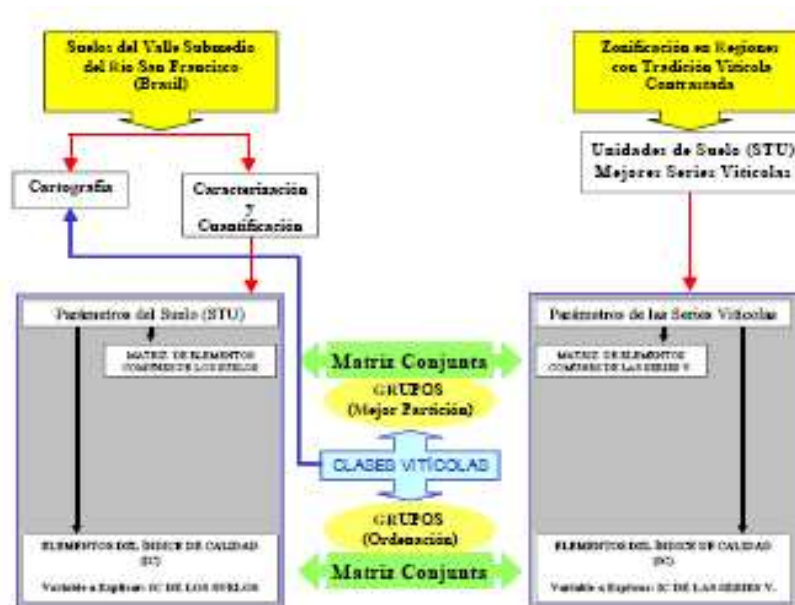
El protocolo referido a la zonificación climática ha sido propuesto en un documento anterior por J. Tonietto (Embrapa, Brasil) y su desarrollo está realizándose en la actualidad. En el presente documento nos referiremos al la zonificación del medio (litología, geomorfología y suelo) con los siguientes objetivos:

- Obtención de perfiles de suelo representativos de diferentes zonas vitícolas iberoamericanas

- Caracterización de diferentes zonas vitícolas iberoamericanas por comparación con las regiones vitícolas tradicionales
- Generación de una cartografía de clases vitícolas/potencial vitícola a partir de los datos de caracterización y evaluación.

## 2.1.. Metodología

Se propone una metodología que permite comparar datos de la zona estudiada con otros de regiones con tradición vitícola contrastada. En este trabajo la aplicación se realiza únicamente a variables del suelo (Fig 1) aunque podría generalizarse al resto de los elementos del medio: geología, geomorfología, clima (Tonietto y Carbonneau, 2004).



**Figura 1.- Esquema metodológico general**

Los datos de partida conforman una matriz con elementos cuantitativos de suelos de la zona de estudio y de series de suelos bien definidas de zonas vitícolas suficientemente conocidas y a cuya cuantificación y caracterización se ha llegado mediante estudios de zonificación tradicionales (Sotes y Gómez-Miguel, v.a). La comparación de los datos se realiza mediante la obtención de dos resultados: el primero se obtiene a partir de un análisis estadístico con el que se agrupan los suelos y las series en clases semejantes y estables; el segundo, mediante el cálculo del índice de calidad por aplicación de un método paramétrico se ordenan y agrupan por intervalos del índice, tanto los suelos problema como las series

vitícolas,. La comparación de ambos resultados puede considerarse como un ajuste o validación.

Finalmente, si se dispone de una cartografía de suelos adecuada es posible realizar la zonificación vitícola (edáfica) de la zona de estudio.

En definitiva, el análisis permite discriminar y caracterizar zonas homogéneas principalmente desde el punto de vista del suelo. El resultado final es un mapa cuyas unidades cartográficas (SMU) sintetizan las relaciones entre suelo y viñedo.

## **2.2. Procedimiento y Obtención de datos**

El principal problema es la homogeneización de la información entre los diferentes países. En primer lugar, cada país participante deberá seleccionar la(s) zona(s) que considera que se debe(n) estudiar o bien por su interés vitícola actual (zona vitícola), o bien por su posible interés vitícola futuro (zona sin tradición vitícola) pero teniendo en cuenta que se han de tener acceso a los datos que se necesitan y que se citan a continuación y que los resultados han de cruzarse con los climáticos por lo que es preferible que las zonas seleccionadas estén bajo la influencia de las estaciones meteorológicas estudiadas (J. Tonietto, 2004).

Como se aprecia en la figura 2, el proyecto tiene dos partes: una de caracterización de zonas (A) y otra de cartografía (B).

Para la parte de **caracterización** es necesario disponer de datos de perfiles (A1), viña (A2) y uva/mosto/vino (A3).

Perfiles (A1): completar una base de datos con los datos de los perfiles disponibles (ya realizados, publicados o no, o que se realicen en el menor tiempo posible), como habrá problema con las clasificaciones será necesario disponer además de las descripciones de campo de los perfiles.

Los datos de situación de los perfiles es determinante: coordenadas geográficas o mejor UTM. Es muy importante disponer de un mapa escaneado de la zona (al menos a escala 1:100.000, mejor 1:50.000) con la situación de los perfiles o mejor digitalizado en el que todos los perfiles estén *georreferenciados* (ver más adelante).

En relación con los datos de viña (A2) y productos (A3) en principio es suficiente un mapa de distribución geográfica escaneado y de superficies, el ideal sería el mapa de las parcelas (parcelario) con información de las que tienen viña o no.

Para la parte de **cartografía** (B) necesitamos trabajar con elementos de representación digitales, SIG (p.e ARCVIEW). Lo primero que necesitaremos es la **base geográfica** (B1). En la figura 2 están incluidos los mapas necesarios por orden de

preferencia (en el peor de los casos nos conformaríamos con el citado en último lugar): primero, el modelo numérico del terreno con el que tendríamos topográfico, geográfico y además orientación exposición y pendiente; segundo, el mapa topográfico con el que tendríamos el geográfico y curvas de nivel; tercero, el mapa geográfico que comprende municipios, toponimia, ríos, carreteras etc.

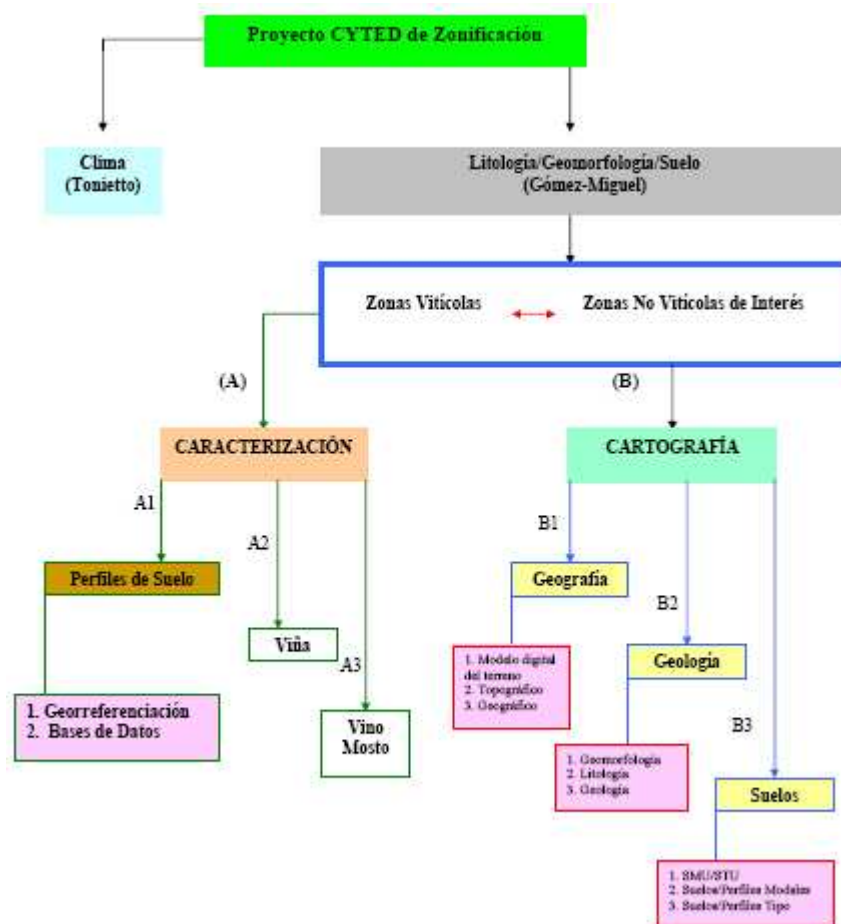


Figura 2.- Procedimiento y Obtención de Datos

A continuación necesitaremos es la **información geológica** (B2). En la figura están incluidos los mapas necesarios por orden de preferencia (en el peor de los casos nos conformaríamos con el citado en último lugar): primero, el mapa geomorfológico nos permite separar las unidades de paisaje (geoformas: terrazas, mesetas, valles etc) relacionadas frecuentemente con la vocación vitícola; segundo, el mapa litológico nos muestra los materiales, las rocas, de gran importancia en el terroir; tercero, el mapa geológico, aporta en la mayoría de los casos información muy heterogénea (estructuras, estratigrafía...) e incluye información sobre las litología y la geomorfología.

Finalmente, la información cartográfica sobre el **suelo** (B3) es más difícil de conseguir y sobre todo de homogeneizar para que podamos trabajar todos los países en conjunto. Obviamente necesitamos un “mapa de suelos” pero por mapa de suelos no siempre se entiende lo mismo y cuando entramos en la escala la homogeneización se complica.

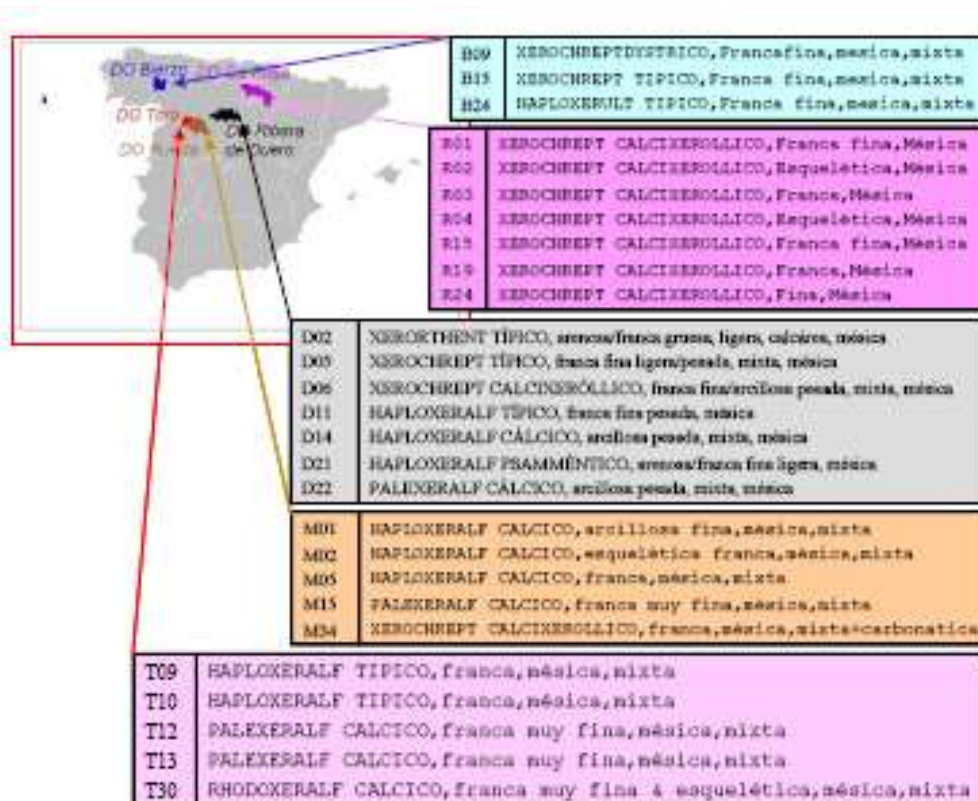
Primero, el ideal, un mapa de suelos (en formato ARCVIEW o digitalizable) a escala 1:50.000 con la descripción (memoria) de las unidades cartográficas (*Soil Map Units*, SMU) y de las unidades taxonómicas (*Soil Taxonomic Units*, STU). A partir de aquí lo más cercano disponible tanto en escala (1:100.000; 1:200.000, 1:1.000.000) como en contenido: si no es posible la STU, el perfil modal o el perfil tipo. Los perfiles que se incluyan en la bases de datos (ver más arriba) han de ser localizables (georreferenciados) en este mapa, en otro tema Arcview.

### **3. El ejemplo del Valle Submedio del Río San Francisco (Pernambuco, Brasil)**

Como ejemplo se propone la aplicación a la región subtropical del valle medio del Río San Francisco (Pernambuco, Brasil), teniendo en cuenta que la delimitación y caracterización de zonas vitícolas en esta región se enfrenta, por lo tanto, a problemas planteados por la ausencia de datos vitícolas y enológicos que permitan ser justificados a partir de las variables del medio.

Para la comparación se han seleccionado las mejores series de suelos (*Soil Taxonomy*, USDA, 1994-2003) de varias denominaciones de origen españolas, entendiendo por mejores, las relacionadas con el producto (vino) específico que se produce actualmente en cada denominación (fig 3).

En cuanto a los suelos del Valle Submedio del Río San Francisco (Pernambuco, Brasil), a partir de los disponibles (tabla 1) se han seleccionado 70 perfiles cuya relación se incluye en la tabla 2. En la clasificación se ha respetado la utilizada en la cartografía (EMBRAPA 1980, 1999).



**Figura 3.- Distribución de las Series de Suelos (USDA, 1994-2003) españolas seleccionadas para su comparación con suelos del Valle Submedio del Río San Francisco**

Desde el punto de vista taxonómico los suelos de España y de Brasil que se comparan son muy distintos, principalmente porque se desarrollan en franjas climáticas diferentes. A pesar de todo en la taxonomía no están consideradas todas las propiedades que influyen directa y específicamente en la vida y que pueden ser tenidas en cuenta en su conjunto en métodos como el propuesto.

| Zonas                         | Perfiles | Sondeos | Observaciones |
|-------------------------------|----------|---------|---------------|
| Brejo de S <sup>a</sup> Maria | 50       | 322     | 352           |
| Sertao de Pernambuco          | 1039     | 240     | 1279          |
| Pontal Norte (mancha nova)    | 21       | 276     | 297           |
| Pontal Sur                    | 38       | 643     | 683           |
| Lagoa Grande, Petrolina...    | 18       | 7       | 18            |
| Total                         | 1166     | 1483    | 2649          |

**Tabla 1.- Datos disponibles de suelos en el Valle Submedio del Río San Francisco**

| Suelos<br>(Embrapa, 1980-1999) |                  | Subregiones Administrativas |                      |                        |
|--------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|
|                                |                  | Sertao de Pernambuco        | Brejo de Santa Maria | Lagoa Grande/Petrolina |
| Latossolo                      | Amarelo          | S01-S09                     | J01                  | F01                    |
|                                | Vermelho-amarelo | S10-S13                     |                      |                        |
|                                | Vermelho-escuro  | S14-S15                     |                      |                        |
| Podzólico                      | Amarelo          | S16-S22                     | J02-J04              | F02-F06                |
|                                | Vermelo-amarelo  | S23-S29                     |                      | F07-F08                |
|                                | Vermelo-escuro   |                             |                      | F09                    |
|                                | Acinzentado      | S30-S31                     | J05                  |                        |
| Plintossolo                    |                  | S32-S37                     |                      |                        |
| Planossolo                     | Eutrófico        |                             | J06                  |                        |
| Litólico                       | Eutrófico        |                             |                      | F10                    |
| Solonetz                       | Solodizado       |                             | J07                  | F11                    |
| Vertissolo                     | Endosalino       |                             |                      | F12                    |
|                                | No salino        |                             |                      | F19                    |
| Areias                         | Distróficas      |                             |                      | F13-F16                |
| Cambissolo                     | Eutrófico        |                             |                      | F17                    |
| Bruno                          | Nao cálcico      | S38                         |                      | F18                    |
| Regossolo                      |                  | S39-S40                     |                      |                        |
| Solo aluvial                   |                  | S41-S44                     |                      |                        |

**Tabla 2.- Referencia de los Perfiles de Suelos del Valle Submedio del Río San Francisco seleccionados para su comparación con las Series de las DO españolas Subregiones Suelos Administrativas**

La matriz de datos de partida esta formada por 86 variables (tabla 3) con elementos cuantitativos de suelos de la zona de estudio (70) y de series de suelos vitícolas (30).

La comparación de los datos se realiza mediante un análisis estadístico multivariante y la obtención del índice de calidad (Índice de calidad parcial ya que solamente se consideran las variables que dependen de la unidad taxonómica y no las que son función de la unidad cartográfica).



El análisis estadístico de los datos permite agrupar los suelos y las series en clases semejantes y estables (tabla 4). Las series vitícolas menos desarrolladas y de textura más contrastante de la DO Ribera de Duero (D02, D05 y D21) o de la DO Toro (T10, T13) y las más ácidas de la DO Bierzo (B09 y B24) son las que se asemejan más a algunos suelos de Brasil (clases 4 y 5). Las clases 1, 2, 3 y 7 están formadas únicamente por suelos de Brasil y las 6 y 8 por suelos de España (Fig 4).

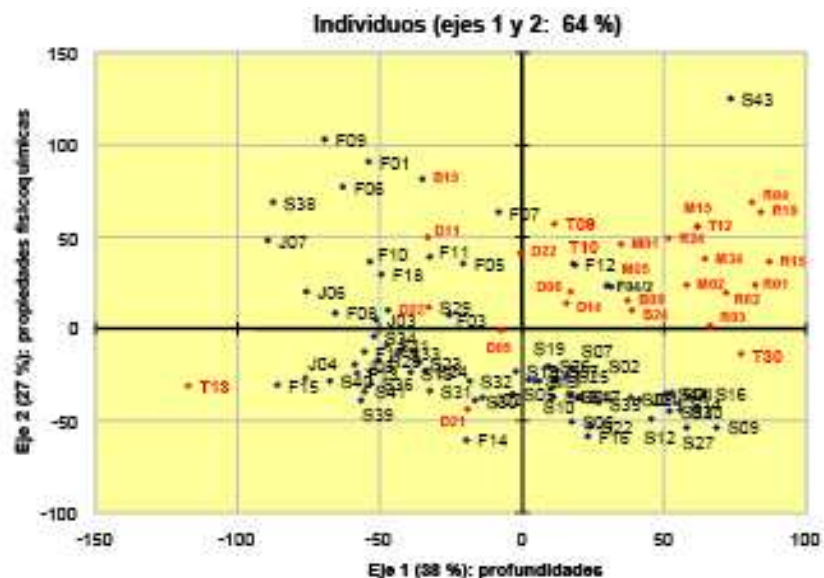
|                                                       | Variables<br>(*) Utilizadas en el Índice de Calidad | Símbolo | Horizontes |   |   |   |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|---|---|---|
|                                                       |                                                     |         | 1          | 2 | 3 | 4 |
| Propiedades modificables con el manejo con dificultad | Profundidad Efectiva (*)                            | PF      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Espesor del horizonte A                             | ES      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Elementos Gruesos                                   | EG      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Arena Total (*)                                     | AT      | 1          |   |   |   |
|                                                       | Limo (*)                                            | LI      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Arcilla (*)                                         | AC      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Caliza Total                                        | CT      | 1          | 2 |   |   |
|                                                       | Caliza Activa (*)                                   | CAC     | 1          |   |   |   |
|                                                       | Materia Orgánica (*)                                | MO      | 1          | 2 |   |   |
|                                                       | Nitrógeno                                           | N       | 1          | 2 |   |   |
|                                                       | Fósforo (Olsen)                                     | PO      | 1          | 2 |   |   |
|                                                       | Fósforo (Bray)                                      | FB      | 1          | 2 |   |   |
|                                                       | Relación C/N                                        | CN      | 1          |   |   |   |
|                                                       | Conductividad Eléctrica (*)                         | CE      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Capacidad de Intercambio Catiónico (*)              | CIC     | 1          | 2 | 3 |   |
| Propiedades fácilmente modificables con el manejo     | pH                                                  | PH      | 1          | 2 | 3 | 4 |
|                                                       | Calcio de cambio                                    | CA      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Magnesio de cambio (*)                              | MG      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Sodio de cambio                                     | NA      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Potasio de cambio (*)                               | KA      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Ácidos de cambio                                    | H       | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Aluminio de cambio                                  | AL      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Relación K/Mg (*)                                   | KM      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Relación Ca/Mg (*)                                  | CM      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Saturación de bases                                 | V       | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Porcentaje de Ca de cambio                          | PC      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Porcentaje de Mg de cambio (*)                      | PM      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Porcentaje de Na de cambio (*)                      | PN      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Porcentaje de K de cambio (*)                       | PK      | 1          | 2 | 3 |   |
|                                                       | Capacidad de Intercambio de la Arcilla              | CIA     | 1          | 2 | 3 |   |

Tabla 3.- Variables del suelo utilizadas

| Clases            | 1        | 2        | 3        | 4             | 5        | 6       | 7      | 8         |
|-------------------|----------|----------|----------|---------------|----------|---------|--------|-----------|
| Inercia/effective | 665,89/5 | 246,47/6 | 162,91/5 | 1775,96/48    | 459,57/8 | 74,24/4 | 0,00/1 | 771,97/16 |
| Negro:            | S28      | S39      | S19      | B99 S01 S22   | T10      | R01     | S43    | B15       |
|                   | S40      | S21      | S29      | B24 S02 S23   | T13      | R02     |        | T09       |
|                   | J06      |          |          | S03 S24       | D02      | R03     |        | T11       |
|                   | J07      | J04      | S38      | J01 S04 S25   | D05      | R04     |        | T30       |
| DO España         |          |          |          | J02 S05 S26   | D11      |         |        | M01       |
|                   | F09      | F13      |          | J03 S06 S27   |          |         |        | M02       |
|                   | F10      | F15      |          | J05 S07 S30   | F07      |         |        | M05       |
|                   | F11      | F16      |          | S08 S31       | F14      |         |        | M15       |
|                   | F12      |          |          | F01 S09 S32   | F17      |         |        | M34       |
| Color:            | F18      |          |          | F02 S11 S33   |          |         |        | R15       |
|                   |          |          |          | F03 S12 S34   |          |         |        | R19       |
| Rio San Francisco |          |          |          | F04 S13 S35   |          |         |        | R24       |
|                   |          |          |          | F05 S14 S36   |          |         |        | D06       |
|                   |          |          |          | F06 S15 S37   |          |         |        | D11       |
|                   |          |          |          | F08 S16 S41   |          |         |        | D14       |
|                   |          |          |          | (F19) S17 S42 |          |         |        | D22       |
|                   |          |          |          | S18 S44       |          |         |        |           |
|                   |          |          |          | S19           |          |         |        |           |
|                   |          |          |          | S20           |          |         |        |           |

**Tabla 4.- Agrupación de los suelos en 8 clases**

(Ponderación uniforme de individuos y variables con datos estandarizados; inercia intraclase 4158,3 e interclase 3425,7)



**Figura 4.- Distribución de las Series de Suelos españolas (color) y los suelos del Valle Submedio del Río San Francisco (negro) en los ejes 1 y 2**

El índice de calidad se calcula por un método paramétrico multiplicativo (Gómez-Miguel y Sotés, va) y, tanto los suelos problema como las series vitícolas, se ordenan y agrupan por intervalos del índice (tabla 5).

En el grupo IC1 están los podzólicos amarelos y el vertissolo no salino junto con una gran parte de las series vitícolas españolas. En la IC2 gran parte de los suelos brasileños y las siete series vitícolas menos desarrolladas o con texturas más contrastantes de Rioja (Xerochrept), Duero (Xerorthent, haploxeralf psamméntico) y Toro (Palexeralf y

Rhodoxeralf). En las clases no adecuadas para el viñedo (IC3, IC4 y IC5) el resto de los suelos del valle submedio del río San Francisco seleccionados.

La comparación de ambos resultados se incluye en la tabla 6. Se pueden identificar cuatro grupos de suelos: el primero, suelos con alto índice de calidad (IC1 y IC2) y agrupados con series de las denominaciones españolas (clases 4 y 5); el segundo, suelos con bajo índice de calidad (IC3, IC4, IC5) agrupados con series españolas (clases 4 y 5); el tercero, suelos con bajo índice de calidad (IC3, IC4, IC5) no agrupados con series españolas (clases 1, 2, 3 y 7); y finalmente, series españolas sin relación aparente con los suelos del valle (clases 6 y 8).

El primer grupo se corresponde con suelos cuyas características permiten asegurar su vocación vitícola de calidad elevada: podzólico amarelo ( F02, F03, F04, S16, S17) y vertissolo no salino (F19), o un poco menor: podzólico (J05, F05, F06, F07, F08, S20, S22, S23, S25, S26, S27, S30), latossolo (J01, F01, S01-S05, S06, S08, S09, S11, S12, S14, S15), plintossolo (S35, S36, S37) solo aluvial (S41, S42, S44), cambissolo (F17) y areias (F14).

El segundo grupo está formado por suelos que, a pesar de tener unas propiedades cuyo comportamiento conjunto los agrupa con series vitícolas, el índice de calidad es bajo: podzólico (J02, J03, S18, S19, S24, S31), latossolo (S07, S13) y plintossolo (S32, S33, S34).

El resto de los suelos del valle se incluye en el tercer grupo: podzólico (J04, F09, S21, S28, S29), bruno nao cálcico (F18), latossolo (S10), planossolo (J06) o con problemas específicos como la profundidad (F10), el horizonte fragipan (S39, S40), la salinidad/alcalinidad (F11, F12, J07, S43) o la fertilidad (F13, F15, F16). La utilización de más series o de otras de diferentes zonas con viticultura contrastada permitiría posiblemente reducir el número de suelos de este grupo. A este respecto sería interesante utilizar aquellas que tienen el mayor número de elementos comunes con la región.

Finalmente, en el cuarto grupo se encuentran las series vitícolas españolas sin correspondencia en el valle submedio del río San Francisco.

El resultado final de la zonificación es la delimitación de zonas vitícolas, lcartografía (fig 1). La base cartográfica disponible en la región es el Mapa de Suelos de Pernambuco a escala 1:100.000 (Zape, ). Este mapa está formado por unidades cartográficas politáxicas referidas a la clasificación de suelos de Brasil (EMBRAPA, 1980,1999).

Como se puede apreciar los grupos generados en el análisis no se corresponden con la clasificación, es decir, la mayoría de los suelos se distribuyen por los distintos grupos. Por lo tanto, a este nivel de clasificación no es posible trasladar los resultados obtenidos al mapa de suelos y la zonificación queda incompleta: sólo sabemos que tipos de suelo son los mejores desde el punto de vista vitícola, no donde están.

El problema se solucionaría bajando en el nivel de clasificación hasta una categoría que permita discriminar los grupos vitícolas. Nuestra experiencia nos permite asegurar que la serie de suelos (SSS, 1999) cumple este objetivo. Si observamos la figura 2 muchas de las series sólo son diferentes como tales y hasta el nivel de familia conservan la misma denominación: R1=R15, R2=R4, R3=R19... Una solución de compromiso, con escalas menores, podría conseguirse a partir unidades cartográficas definidas por perfiles representativos y/o perfiles modales.

## 5. Conclusiones

La metodología propuesta permite el análisis de importantes cuestiones planteadas actualmente en viticultura:

- Abordar el problema de la zonificación en zonas con poco viñedo o sin tradición vitícola alguna en las que la comparación de las variables explicativas del medio (edafología, climatología, geología, geomorfología) con las variables a explicar relacionadas con la viticultura y la enología es obviamente imposible
- Ordenación del cultivo de la vid mediante la discriminación de tipos de suelo por comparación con otros de calidad contrastada
- Aplicación de datos particulares a explotaciones previa identificación de las unidades taxonómicas que las constituyen
- Si se dispone de cartografía adecuada, delimitación de zonas vitícolas o zonificación del *terroir* y selección de parcelas experimentales localizadas en cada una de las zonas previamente discriminadas como base a la investigación

## 6. Referencias

- Bozon, J.M. 1993. **La viticultura tropicale del vallee du rio Sao Francisco (etats de Pernambuco et Bahia, Brasil)**. Progrès Agricole et Viticole, 110, 10: 232-237
- EMBRAPA 1980. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1ª aproximação. Rio de Janeiro. 73 pp
- EMBRAPA 1999. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Serviço de Produção-SPI. Brasília, DF. 412 pp

Fregoni, M., Zamboni, M., Venturi, A., Vespignani, G., Laruccia, N., Simoni, M., Zinodi, F., Soldi, A. 1998. **La zonazione viticola della Collina cesenate**. *Vignevini*, 1/2: 39-57

Gómez, P. 1994. **Desarrollo de una metodología edafoclimática para zonificación vitícola**. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid

Gomez-Miguel,V.; Sotes, V. 2003. **The zoning of terroirs in Spain**. In: M. Fregoni, D. Schuste & A. Paoletti (Edts.) *Terroir-Zonazione-Viticultura: trattato internazionale Phytoline* 647pp, 187-226

Sotés,V., Gómez-Miguel,V. 1993. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Ribera de Duero**. ETSIA Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1995. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Calificada Rioja**. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1998a. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Rueda y Tierra de Medina**. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 1998b. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Toro**. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2001. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Bierzo**. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2002. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Somontano**. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

Sotés, V., Gómez-Miguel, V. 2004. **Delimitación de zonas vitícolas en la D.O. Cigales**. ETSIA. Universidad Politécnica de Madrid.

SSS. 1994-2003. **Keys to Soil Taxonomy**. Soil Survey Staff. USDA Pocahontas.

Tonietto, J. Carbonneau, A. 2004. **A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide**. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124: 81-97

ZAPE 2002. **Zoneamento Agroecológico Pernambuco**. Secretaria de Produção Rural e Reforma Agraria. Governó de Pernambuco. Brasil

Tabla 5.- Índice de Calidad (IC) de las Series de las DO (negro) y de los Suelos del VRSF (color)

| SIMB | IC (%) | DO/suelo VSF           | GRUPO | SIMB | IC (%) | DO/suelo VSF                 | GRUPO | SIMB | IC (%) | DO/suelo VSF                    | GRUPO |
|------|--------|------------------------|-------|------|--------|------------------------------|-------|------|--------|---------------------------------|-------|
| T12  | 100,00 | DO Toro                | IC1   | T30  | 44,00  | DO Toro                      | IC2   | F10  | 29,40  | Litología autóctona             | IC3   |
| M15  | 90,00  | D.O. Rueda             | IC1   | J05  | 43,27  | Podzólitos acizentados       | IC2   | F18  | 29,10  | Strata neo cálcica              | IC3   |
| T08  | 89,50  | DO Toro                | IC1   | S37  | 43,16  | Pinetisco                    | IC2   | S29  | 27,28  | Podzólitos vermello-amarillo    | IC3   |
| M05  | 85,74  | D.O. Rueda             | IC1   | J01  | 43,16  | Litología amarilla           | IC2   | S34  | 26,50  | Pinetisco                       | IC3   |
| B39  | 82,56  | DO Bierzo              | IC1   | S09  | 42,84  | Litología amarilla           | IC2   | J02  | 24,81  | Podzólitos amarillos            | IC3   |
| R04  | 82,37  | DO Ca Ríjola           | IC1   | S08  | 42,84  | Litología amarilla           | IC2   | S21  | 23,85  | Podzólitos amarillos            | IC3   |
| M02  | 78,18  | D.O. Rueda             | IC1   | S06  | 42,84  | Litología amarilla           | IC2   | S10  | 23,77  | Litología vermello-amarilla     | IC3   |
| B15  | 75,72  | DO Bierzo              | IC1   | S25  | 42,85  | Podzólitos vermello-amarillo | IC2   | S13  | 23,38  | Litología vermello-amarilla     | IC3   |
| D14  | 73,44  | DO Ribera de Duero     | IC1   | S02  | 41,26  | Litología amarilla           | IC2   | S15  | 21,81  | Podzólitos amarillos            | IC3   |
| M34  | 65,03  | D.O. Rueda             | IC1   | F06  | 41,23  | Podzólitos amarillos         | IC2   | S07  | 20,50  | Litología amarilla              | IC3   |
| D05  | 64,90  | DO Ribera de Duero     | IC1   | S15  | 41,19  | Litología vermello-oscuro    | IC2   | S28  | 20,04  | Podzólitos vermello-amarillo    | IC3   |
| M01  | 63,47  | D.O. Rueda             | IC1   | F07  | 41,08  | Podzólitos vermello-amarillo | IC2   | J04  | 19,54  | Podzólitos amarillos            | IC3   |
| D06  | 62,23  | DO Ribera de Duero     | IC1   | R02  | 40,94  | DO Ca Ríjola                 | IC2   | S33  | 19,31  | Pinetisco                       | IC3   |
| D11  | 56,41  | DO Ribera de Duero     | IC1   | S27  | 40,00  | Podzólitos vermello-amarillo | IC2   | S19  | 19,08  | Podzólitos amarillos            | IC3   |
| F04  | 56,24  | Podzólitos amarillos   | IC1   | F01  | 40,00  | Litología amarilla           | IC2   | J03  | 17,24  | Podzólitos amarillos            | IC3   |
| R02  | 56,24  | Podzólitos amarillos   | IC1   | F14  | 39,36  | Áreas quartzosas             | IC2   | S34  | 18,03  | Podzólitos vermello-amarillo    | IC3   |
| R15  | 57,55  | DO Ca Ríjola           | IC1   | S03  | 39,08  | Litología amarilla           | IC2   | S31  | 15,30  | Podzólitos acizentados          | IC3   |
| D22  | 57,35  | DO Ribera de Duero     | IC1   | R24  | 38,90  | DO Ca Ríjola                 | IC2   | S31  |        |                                 |       |
| F19  | 58,89  | Vermello no estrato    | IC1   | R01  | 38,53  | DO Ca Ríjola                 | IC2   |      |        |                                 |       |
| F03  | 58,32  | Podzólitos amarillos   | IC1   | S41  | 37,86  | Solo aluvial                 | IC2   | F16  | 13,50  | Áreas quartzosas                | IC4   |
| T10  | 54,72  | DO Toro                | IC1   | D02  | 38,81  | DO Ribera de Duero           | IC2   | F11  | 12,83  | Sopreses acizentadas            | IC4   |
| S18  | 54,52  | Podzólitos amarillos   | IC1   | D21  | 38,40  | DO Ribera de Duero           | IC2   | S40  | 12,70  | Regosoles                       | IC4   |
| B24  | 53,55  | DO Bierzo              | IC1   | S12  | 35,78  | Litología vermello-amarilla  | IC2   | F13  | 9,35   | Áreas quartzosas                | IC4   |
| S17  | 52,41  | Podzólitos amarillos   | IC1   | S22  | 35,54  | Podzólitos amarillos         | IC2   | S32  | 7,95   | Pinetisco                       | IC4   |
|      |        |                        |       | S14  | 35,21  | Litología vermello-oscuro    | IC2   | S39  | 7,57   | Regosoles                       | IC4   |
|      |        |                        |       | F05  | 35,15  | Podzólitos amarillos         | IC2   | F15  | 7,07   | Áreas quartzosas                | IC4   |
|      |        |                        |       | S04  | 34,85  | Litología amarilla           | IC2   | J06  | 5,79   | Parque de autóctonos autóctonos | IC4   |
| R03  | 48,24  | DO Ca Ríjola           | IC2   | S23  | 33,40  | Podzólitos vermello-amarillo | IC2   | F08  | 5,39   | Podzólitos vermello-oscuro      | IC4   |
| F08  | 45,37  | Podzólitos vermello-am | IC2   | S30  | 33,00  | Podzólitos acizentados       | IC2   | S38  | 5,15   | Strata neo cálcica              | IC4   |
| R19  | 45,30  | DO Ca Ríjola           | IC2   | S35  | 32,37  | Pinetisco                    | IC2   |      |        |                                 |       |
| S25  | 45,32  | Podzólitos vermello-am | IC2   | S38  | 32,18  | Pinetisco                    | IC2   |      |        |                                 |       |
| S01  | 45,30  | Litología amarilla     | IC2   | S20  | 32,07  | Podzólitos amarillos         | IC2   | F12  | 4,89   | Vermello andrónico              | IC5   |
| S05  | 45,27  | Litología amarilla     | IC2   | S11  | 31,89  | Litología vermello-amarilla  | IC2   | S43  | 3,54   | Solo aluvial                    | IC5   |
| F17  | 44,91  | Cambisoles             | IC2   | S42  | 30,06  | Solo aluvial                 | IC2   | J07  | 3,02   | Sopreses acizentadas            | IC5   |
| T13  | 44,23  | DO Toro                | IC2   | S44  | 30,06  | Solo aluvial                 | IC2   |      |        |                                 |       |

Tabla 6.- Comparación de los dos Métodos Utilizados en la Zonificación

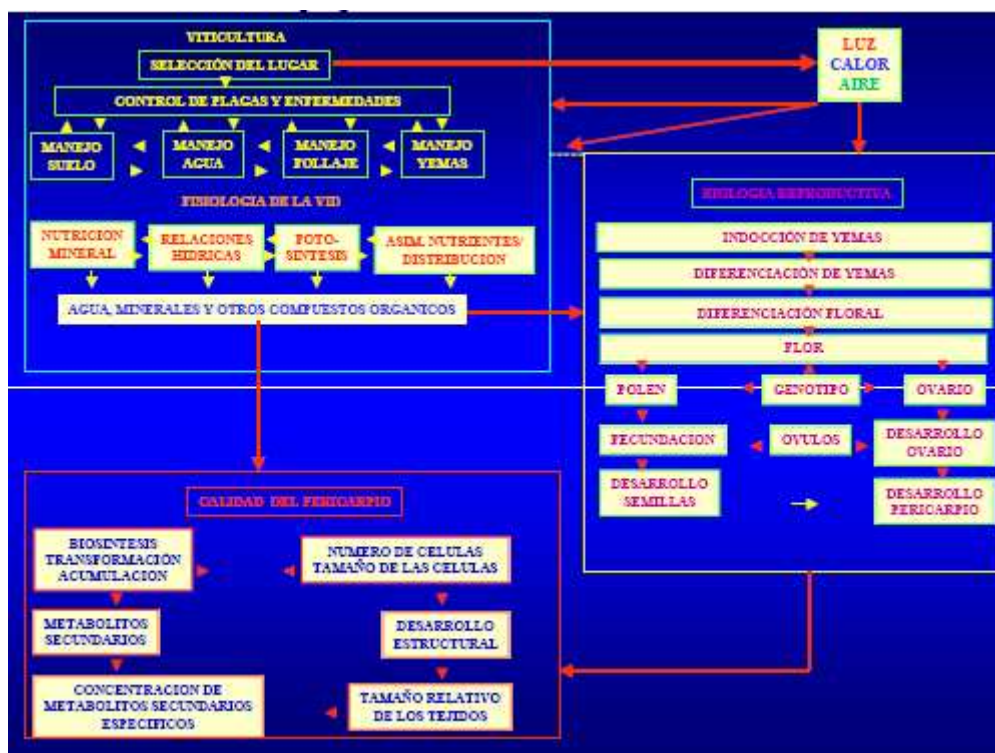
| CLASE | IC1                                                 |                   |                                          | IC2                                                                                  |            |                                                                                  | IC3                             |                                 | IC4                       | IC5        |
|-------|-----------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|------------|
|       | 100-IC<60                                           | 60-IC<50          |                                          | 50-IC<40                                                                             | 40-IC<30   |                                                                                  | 30-IC<20                        | 20-IC<15                        | 15-IC<5                   | IC<5       |
|       | DO                                                  | DO                | VSF                                      | DO                                                                                   | VSF        | DO                                                                               | VSF                             | VSF                             | VSF                       | VSF        |
| 1     |                                                     |                   |                                          |                                                                                      |            |                                                                                  | F10<br>S28<br>F18               |                                 | J06<br>F09<br>F11         | J07<br>F12 |
| 2     |                                                     |                   |                                          |                                                                                      |            |                                                                                  |                                 | J04                             | S39 F13<br>S40 F16<br>F13 |            |
| 3     |                                                     |                   |                                          |                                                                                      |            |                                                                                  | S10<br>S21<br>S29               |                                 | S38                       |            |
| 4     | B09                                                 | B24               | F02<br>F03<br>F04<br>S16<br>S17<br>(F19) | J01 S06<br>J05 S08<br>F01 S09<br>F06 S15<br>F08 S25<br>S01 S26<br>S02 S27<br>S05 S37 |            | F05 S22<br>S03 S23<br>S04 S30<br>S11 S35<br>S12 S36<br>S14 S41<br>S20 S42<br>S44 | J02<br>S07<br>S13<br>S18<br>S34 | J03<br>S19<br>S24<br>S31<br>S33 | S32                       |            |
| 5     | D05                                                 | T10               |                                          | T13<br>F07<br>F17                                                                    | D02<br>D21 | F14                                                                              |                                 |                                 |                           |            |
| 6     | R04                                                 |                   |                                          | R02<br>R03                                                                           | R01        |                                                                                  |                                 |                                 |                           |            |
| 7     |                                                     |                   |                                          |                                                                                      |            |                                                                                  |                                 |                                 |                           | S43        |
|       | B15 D14<br>T09 M05<br>T12 M15<br>M01 M34<br>M02 D06 | R15<br>D11<br>D22 |                                          | T30<br>R19                                                                           | R24        |                                                                                  |                                 |                                 |                           |            |

## **"MANEJOS AGRONÓMICOS DURANTE EL DESARROLLO Y LA MADURACIÓN DE LA BAYA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DEL VINO".**

Dr. Alvaro Peña Neira, Grupo de Investigación Enológica (GIE). Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Tél: ++ 56-2-6785730; Fax: ++ 56-2-6785796. email: [apena@uchile.cl](mailto:apena@uchile.cl). [www.gie.uchile.cl](http://www.gie.uchile.cl).

La calidad del vino está fuertemente influenciada por la calidad de la materia prima utilizada durante el proceso de vinificación. Los factores que afectan el desarrollo de la baya son variados, pudiendo mencionarse entre otros, el lugar de implantación del viñedo con todo lo que ello conlleva, como tipo de suelo y el efecto del mismo sobre la disponibilidad hídrica y nutricional; clima de la zona y su efecto térmico y lumínico, que tendrá una gran influencia no solo en procesos como la inducción y diferenciación floral, sino que además durante toda la etapa de desarrollo de la baya, afectando el proceso fotosintético y las rutas de síntesis directa e indirectamente relacionadas con el mismo, como es la síntesis de azúcares y a partir de ellos de ácidos y metabolitos secundarios responsables del color, cuerpo, aroma, etc.. Adicionalmente se verán afectados procesos de respiración metabolitos tales como ácidos y algunos compuestos aromáticos.

El suelo, clima y los manejos agronómicos implementados, están íntimamente ligados también con el desarrollo morfológico del fruto, afectando su tamaño final, y por ende la relación superficie/volumen del mismo, lo que implica contar con una mayor o menor cantidad de hollejos y semillas en relación al tamaño de la baya, y por tanto con una mayor o menor concentración de aromas y antocianos, localizados en los hollejos, taninos localizados en hollejos y principalmente en las semillas, y por supuesto ácidos y azúcares presentes en las células de la pulpa.

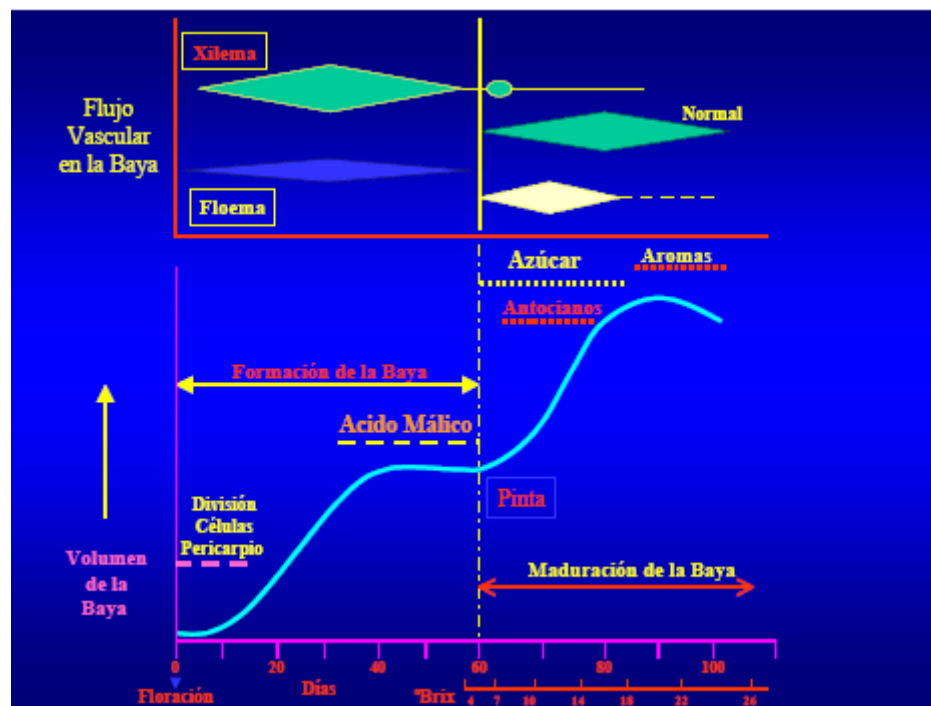


**Figura 1. Relación entre los factores ambientales, manejo agronómico y desarrollo de una baya de calidad (modificado de Coombe B.G. and McCarthy M.G.; 2000).**

El crecimiento y desarrollo de la baya comprende tres etapas (Figura 2). La primera etapa se caracteriza por una rápida división celular en que la baya acumula principalmente ácido málico. Es en esta etapa en la que el fruto es más susceptible al riego deficitario para manejar el tamaño final de la misma. Sin embargo, es preciso recordar que tanto durante el proceso de floración, y unas dos semanas antes del mismo, etapa que coincide con la inducción floral e inicio de la diferenciación floral, es fundamental entregar un aporte hídrico adecuado.

Al término de la primera etapa, se produce una detención del crecimiento de prácticamente todas las partes de la baya, excepto las semillas. En esta etapa se produce una interrupción de los haces vasculares xilemáticos, manteniéndose el aporte hídrico y de azúcares sintetizados en las hojas únicamente por los haces floemáticos. Dicho aporte en algunas variedades como Shiraz, también se ve interrumpido en la fase final de la tercera etapa (maduración), produciéndose una deshidratación del fruto.





**Figura 2. Flujo vascular y etapas de desarrollo de la baya de Vitis vinifera L.**

Existe una alta interrelación en la ruta de síntesis de metabolitos primarios (directamente relacionados con el crecimiento y desarrollo de un vegetal) tales como azúcares, aminoácidos, lípidos, etc. y metabolitos secundarios tales como compuestos fenólicos y terpenos. Si bien estos últimos compuestos no están relacionados directamente con el crecimiento y desarrollo de las parras, son fundamentales para la obtención de un vino de calidad, al estar los primeros relacionados con el cuerpo, color, astringencia y amargor, y los segundos con el aroma de los vinos.

Como se ha señalado antes, cualquier trastorno del proceso fotosintético como un mal manejo del follaje (canopia) que implique un excesivo sombreamiento de las capas de hojas interiores, estrés hídrico que conlleve un prolongado cierre estomático, y con esto una baja tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> atmosférico, por nombrar solo algunos problemas, significarán trastornos en el desarrollo de la baya, en su maduración y síntesis de compuestos.

### **Regulación de la maduración.**

Las bayas de la vid son no climatéricas, es decir, no continúan madurando una vez cosechadas. El proceso de maduración a diferencia de otros frutos como manzanas o peras, no está regulado en forma directa por el etileno, sino que por las auxinas y el ácido absísico (ABA). Ambas hormonas siguen un comportamiento inverso durante el desarrollo y la

maduración de la baya, aumentando las auxinas hasta la pinta, para luego disminuir, experimentando el ácido abscísico un aumento desde la pinta hasta el momento de la cosecha. No obstante los anteriores estudios han permitido observar que el etileno sería responsable de la expresión de ciertos genes responsables de la síntesis de antocianos en la parte final de la Etapa I de desarrollo de la baya. Otros estudios indican que otro regulador del crecimiento, el ácido jasmónico, induciría la síntesis de etileno y además la expresión de la PAL (fenil-alanina amonio liasa), enzima clave en la síntesis de antocianos y taninos.

Cada baya es independiente de otra en un mismo racimo, lo que se comprueba al momento de pinta o envero, en que cada baya lo alcanza en diferente momento.

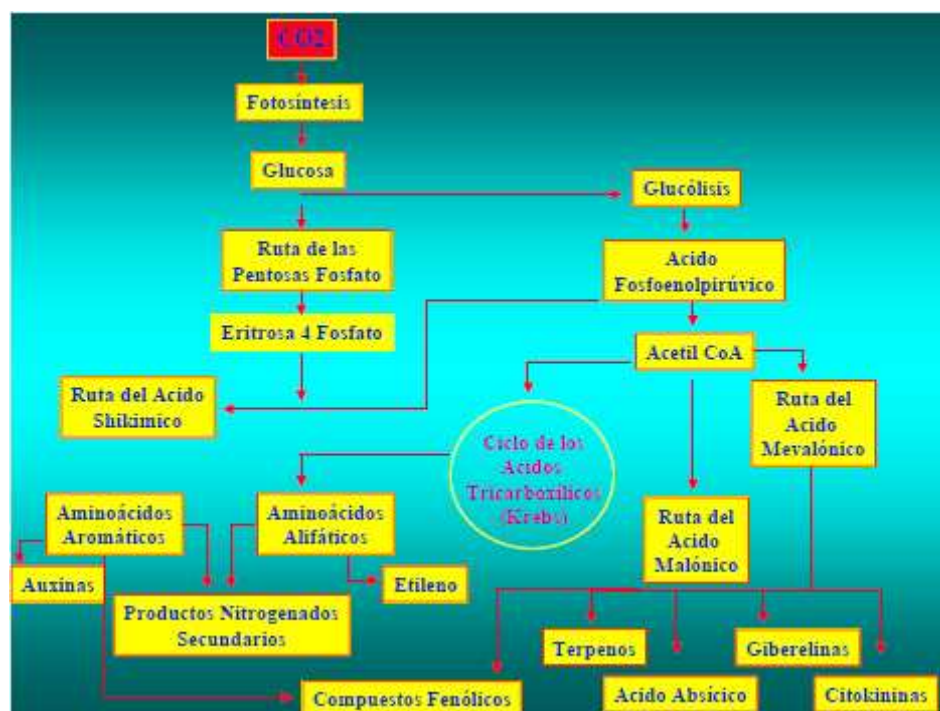
Es a partir de la sacarosa sintetizada en las hojas y que es transformada en glucosa y fructosa en la baya por acción de la enzima isomerasa, que comienza el proceso de síntesis de otros importantes compuestos. Además de ser sustratos energéticos y para la síntesis de nuevos compuestos, recientes estudios muestran que los azúcares como la sacarosa y las hexosas glucosa y fructosa tienen una importante función fisiológica: activar genes de la maduración y senescencia de la baya, genes que activan la síntesis de proteínas que protegen a la baya y finalmente genes que expresan a algunas de las enzimas involucradas en la síntesis de taninos y antocianos.

Con el desarrollo de la baya, las vacuolas de la pulpa comienzan a llenarse no sólo de azúcares, sino que además de ácidos orgánicos tales como los ácidos tartárico, málico y en mucho menor medida cítrico. Los ácidos con el tiempo serán respirados por las células permitiendo así la síntesis de otros compuestos, o bien como ocurre con el ácido tartárico, se unen a cationes como el potasio y calcio, formando sales, o con compuestos fenólicos como los ácidos cinámicos formando ésteres de los mismos. Todo lo anterior se verifica fácilmente al observar cómo disminuye la acidez total durante el proceso de maduración.

El proceso de respiración se vuelve más lento en zonas de climas fríos o en racimos con sombreado excesivo (por una menor actividad enzimática). Así a 10°C es prácticamente nulo (al igual que la fotosíntesis), a los 25°C aumenta a 0,5-1  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  y a los 35°C a 1-2  $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . Una de las ventajas de la zona vitivinícola chilena es la disminución de las temperaturas ambientales por la tarde y noche durante el período de maduración de las bayas, con la consiguiente disminución del coeficiente de respiración.

Como se aprecia en la Figura 3, existe una alta interrelación en la ruta de síntesis de metabolitos primarios (directamente relacionados con el crecimiento y desarrollo de un vegetal) tales como azúcares, aminoácidos, lípidos, etc. y metabolitos secundarios tales como compuestos fenólicos y terpenos. Si bien estos últimos no están relacionados directamente con el crecimiento y desarrollo de los vegetales, son fundamentales para la

obtención de un vino de calidad, al estar los primeros relacionados con el cuerpo, color, astringencia y amargor, y los segundos con el aroma de los vinos.



**Figura 3. Relación simple de algunas rutas de síntesis de compuestos de importancia para el desarrollo y calidad composicional de una baya de *Vitis vinifera* L.**

Como se ha señalado antes, cualquier trastorno del proceso fotosintético (Figuras 4 y 5), como un mal manejo del follaje (canopia) que implique un excesivo sombreamiento de las capas de hojas interiores, estrés hídrico que conlleve un prolongado cierre estomático, y con esto una baja tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> atmosférico, por nombrar solo algunos problemas, significarán trastornos en el desarrollo de la baya, en su maduración y síntesis de compuestos.



lo que se verifica adicionalmente en el cambio de la coloración de las semillas (que se vuelven más marrones). En el caso de los hollejos, los taninos no solo aumentan en su concentración, sino que además en su tamaño (grado de polimerización), siendo esto último clave ya que esto permite cambios sensoriales importantes en el nivel de amargor y astringencia. En las células de la pulpa, las vacuolas que contienen taninos comienzan a disminuir rápidamente desde la pinta, dando paso a las vacuolas que contendrán otros compuestos como azúcares y ácidos. En cuanto a los antocianos, estos aumentan desde la pinta concentrándose en vacuolas y organelos específicos conocidos como antocianoplastos. Su síntesis está muy ligada al contenido de azúcares de las células de la pulpa más cercanas a la hipo y epidermis, debido en parte importante a la activación de genes ya comentada. La síntesis de todos los compuestos fenólicos depende en gran medida de la actividad de la enzima fenilalanina amonio liasa (PAL), así como del resto de las enzimas de la ruta fenilpropanoide (Figura 6), cuya actividad es termo y lumínico dependiente. Por lo anterior, nuevamente el manejo del follaje y el grado de exposición de los racimos es clave para obtener óptimos resultados. La sobreexposición de los racimos a la luz puede implicar que las bayas, que normalmente alcanzan temperaturas entre 5 a 10°C mayores que las temperaturas ambientales, pierdan irreversiblemente coloración producto de una disminución en su síntesis o por destrucción de las moléculas de antocianinas, la cual se verifica con temperaturas por sobre 35-40°C. .

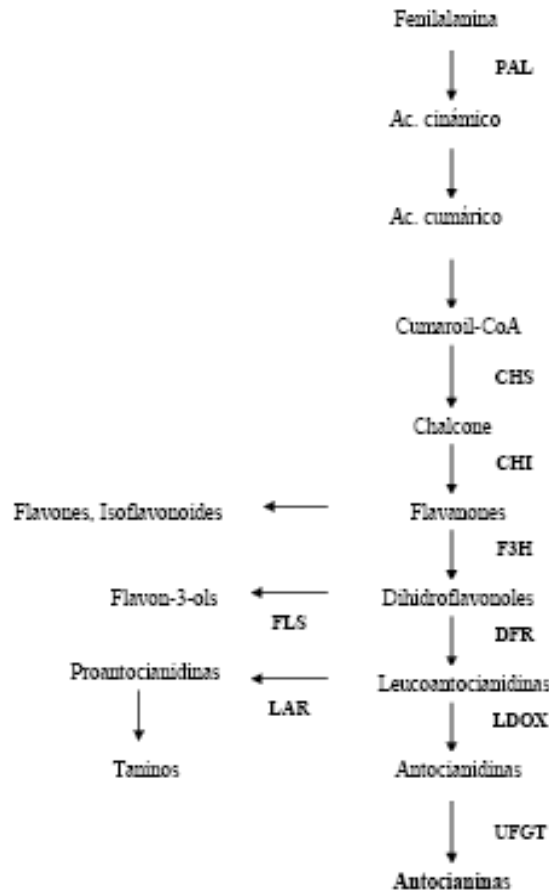


Figura 6. Ruta de síntesis de compuestos fenólicos en la vid. Calcona sintetasa (CHS); calcona isomerasa (CHI), Flavanona-3-hidroxilasa (F-3-H); Dihidroxi flavonol-4-reductasa (D-4-R); Leucoantocianidina dioxigenasa (LDO); UDP glucosa flavonoide glicosil transferasa (UFGT); Leucoantocianidina reductasa (DFR) y Flavonol sintetasa FLS

En este seminario veremos el efecto de algunos factores como el control de carga y el momento de cosecha, sobre la concentración y “calidad” de los compuestos fenólicos de las bayas.

**EL ACLAREO DE RACIMOS EN LA VARIEDAD  
PALOMINO FINO: INFLUENCIA EN  
LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y EN EL VINO**  
**Puertas, B.; Serrano, M. J.; Valcárcel, M. C.; Cantos, E.; García de Luján, A.**  
CIFA Rancho de la Merced.  
Instituto de Investigación y Formación Agroalimentaria y Pesquera  
Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Apdo 589. 11471 Jerez de la Frontera.  
Tfno: 956 034616. E-mail: belen.puertas@uca.es

**Palabras clave:** Aclareo de racimos, maduración tecnológica, mosto, vino blanco, Palomino fino.

## **RESUMEN**

El aclareo de racimos puede contribuir a equilibrar la producción de uva y a mejorar el proceso de maduración en campañas y condiciones climáticas y culturales poco favorables. Con esta técnica se produce, junto a una evidente reducción del rendimiento, una maduración más rápida de la uva y en algunos casos una mejora cualitativa.

Como resultados vegetativos o fisiológicos y microclimáticos, hay que destacar que el aclareo, frente al testigo, presenta un mayor desarrollo vegetativo en la planta y, como consecuencia, los racimos de dicha técnica están menos expuestos a la radiación solar.

En los parámetros enológicos, la técnica del aclareo aumenta, durante la maduración, el grado Baumé, pH, peso medio de la baya, residuo seco y el índice de maduración; mientras que disminuye la acidez total y el ácido tartárico. Respecto a los mostos, el aclareo aumenta los contenidos de ácido málico, potasio e Índice de Folin-Ciocalteu. En el análisis sensorial de los vinos se observa que la cosecha es un factor más determinante que la técnica vitícola en sí.

En este trabajo se estudia la influencia del aclareo de racimos sobre la variedad Palomino fino, en el comportamiento fisiológico y agronómico de la planta, en el seguimiento de la maduración, y en la calidad de mostos y vinos de las cosechas de 2002, 2003 y 2004.

## **INTRODUCCIÓN**

La obtención de un vino de calidad exige manejar producciones moderadas en la cepa y es de especial interés precisar la relación entre el nivel de rendimiento y el desarrollo vegetativo de la cepa.

La cantidad y la calidad de la producción vitícola depende de múltiples factores, de los cuales sólo unos cuantos son controlados por el hombre (carga de yemas, densidad de plantación, riego, etc.), mientras que otros (porcentaje de cuajado, fertilidad, etc.) están afectados, en parte, por variables que no podemos controlar directamente (principalmente climáticas), siendo necesaria la práctica de algunas técnicas culturales en verde (aclareos, despuntes, deshojados) para alcanzar niveles productivos y cualitativos adecuados (Yuste y col., 1997).

Una de las técnicas utilizadas para regular la producción de la planta es el aclareo de racimos que puede tener influencia en la vegetación (Bertamini y col., 1989). La limitación del rendimiento por la supresión de racimos en principio favorece la calidad del mosto y del vino, además de producir una mayor acumulación de reservas de la planta. Porro y col., (1991) han observado que el incremento de la calidad organoléptica del vino al disminuir la producción de la planta no es unívoco, sino que depende del equilibrio vegetativo-productivo de la planta y sólo en el caso que el aclareo sirva para corregir de un modo efectivo este equilibrio, se obtendrá una respuesta positiva cualitativa en el vino.

El aclareo de racimos puede contribuir a equilibrar la producción de uva y a mejorar el proceso de maduración en campañas y condiciones climáticas y culturales poco favorables (García-Escudero y col., 1995). Además el aclareo constituye una firme alternativa para corregir en un año determinado los excesos de producción, lo que resulta interesante para zonas vitícolas que deben ajustar sus rendimientos a las exigencias de una normativa legal, como puede ocurrir en denominaciones de origen u otras zonas amparadas por figuras de calidad (García de Luján, 1992).

El efecto más directo del aclareo de racimos es la reducción del rendimiento, que en muchos casos se puede ver modificado o compensado por otros factores que influyen en él, como es el aumento del peso del racimo y de la baya (Fregoni y Corazzina, 1984). En la mayor parte de los casos, produce una maduración más rápida de la uva y una mejora cualitativa, lo que depende muy estrechamente del periodo de realización del aclareo (Carbonneau, 1977; Bertamini, 1991 y García-Escudero, 2000).

La época más efectiva para hacer el aclareo es el envero (Tardáguila y Bertamini, 1993), ya que en ese momento se alcanza la parada vegetativa y los ápices de los pámpanos no son activos, por tanto los azúcares sintetizados por las hojas se acumularán sólo en los racimos.

La reducción del rendimiento causada por el aclareo de racimos permite un incremento del contenido de azúcares en el mosto, conclusión a la que han llegado numerosos autores con ensayos en distintos lugares del mundo (Carbonneau, 1977; Bravdo, 1984; Dumartin, 1990; García de Luján, 1992; Sella, 1994; Carneglio, 1994; Poni, 1994; Murisier, 1996; García-Escudero, 2000).



También se constata un incremento del pH, del contenido de potasio, de antocianos y de carga aromática (Fregoni y Corazzina, 1984). La influencia del aclareo en el pH del mosto, al igual que en la acidez total, es menor que en la acumulación de azúcar.

En este trabajo se estudia la influencia del aclareo de racimos, sobre la variedad Palomino fino, en el comportamiento fisiológico y agronómico de la planta, en el seguimiento de la maduración, y en las características de mostos y vinos de las cosechas de 2002, 2003 y 2004.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **1.- Características del ensayo**

Este trabajo se ha desarrollado en una viña experimental situada en el CIFA Rancho de la Merced, de Jerez de la Frontera. Se considera una zona de clima cálido, con precipitación anual de aproximadamente 600 mm y temperatura media anual de 17,3 °C. El terreno es albariza, clásico de la zona, calizo, arcilloso y con gran poder de retención de la humedad. El material vegetal utilizado ha sido la variedad Palomino fino, Clon Davis V10 D, injertada sobre el patrón 41-B, marco de plantación de 2,30 x 1,15 m. El sistema de poda empleado ha sido la poda jerezana (vara y pulgar), que consiste en mantener dos brazos, uno de ellos con una vara de 10-12 yemas y el otro con un pulgar de una sola yema, que dará origen a la vara del año siguiente. El sistema de conducción es espaldera vertical de 120 cm de altura, con dos alambres a 50 cm de separación.

### **1.2. - Diseño experimental**

El ensayo fue diseñado en bloques de 52 cepas por modalidad con 4 repeticiones, disponiendo de 10 cepas de control en cada parcela elemental. Las modalidades ensayadas fueron:

- Aclareo de racimos: se realizó en enero y dejando 2 racimos por cepa repartidos a lo largo de la vara.
- Testigo: no se realizó aclareo ninguno, dejando el total de su producción.

### **1.2 - Controles microclimáticos**

Se ha controlado la temperatura del microclima de la cepa colocando un termómetro Testo, en el centro de la vara y próximo a los racimos. También se controló la radiación solar

recibida por los racimos para cada modalidad, para lo cual se utilizó un luxómetro. Ambos datos se tomaron aproximadamente a la misma hora, entre las 8,30 h y las 9,30 h de la mañana en los bloques escogidos.

### **1.3 - Controles vegetativos o fisiológicos**

La determinación de los parámetros que se refieren a la geometría de las cepas (Índice de Área Foliar, Superficie Foliar Externa e Índice de densidad de la vegetación) y las relaciones entre ésta y el rendimiento, se desarrolló utilizando como parcela elemental la cepa y realizando un total de diez repeticiones, para lo cual se seleccionaron al azar diez cepas representativas de cada modalidad en estudio.

Estos parámetros se determinaron cuando la vegetación de la cepa había alcanzado su desarrollo máximo (agosto) y las medidas fueron: anchura y altura de canopia mediante; nº pámpanos por cepa; nº nudos y nº de hojas por pámpano, escogiendo los pámpanos centrales de la vara; área media foliar, se tomaron las hojas de la parte intermedia del pámpano, se colocaron sobre superficie plana y se midieron mediante planímetro.

### **1.4 - Controles agronómicos**

En el momento de la vendimia, determinado mediante el control de maduración, se pesó la producción de uva por cepa mediante pesada en báscula y se controlaron los parámetros: nº racimos por cepa, peso del racimo, tamaño del racimo, nº bayas por racimo, peso de la baya y peso del raspón.

### **1.5 -Controles enológicos**

A partir del envero se realizó el seguimiento semanal de la evolución de una serie de parámetros físico-químicos. Se señalaron una serie de cepas y se tomaron, aproximadamente, 2 Kg por muestra, escogiendo racimos situados en todas las orientaciones de la cepa y de las distintas partes del racimo.

Se realizó el seguimiento de la maduración para determinar la fecha óptima de vendimia. Se analizaron los siguientes parámetros: peso medio de la baya, sólidos solubles (grado Baumé), acidez total, pH, ácido tartárico, residuo seco e índice de maduración.

La vendimia fue manual en cajas de plástico de unos 18 Kg, se calculó la producción de uva y se anotó el estado sanitario. Tanto el testigo como el ensayo (aclareo de racimos) se vendimiaron en la misma fecha cada cosecha. La uva se molturó en una moledora de rodillos de caucho y pasó a una prensa de platos horizontales. Al mosto obtenido se le

determinaron los siguientes parámetros: sólidos solubles (grado Baumé), acidez total, pH, ácido tartárico, ácido málico, potasio e I.F.C.

La vinificación ha sido la tradicional de vinos blancos. Los mostos fermentaron en depósitos de acero inoxidable, a temperatura controlada de 18 °C, mediante sistema de refrigeración por ducha.

Diariamente se controló el grado Baumé y la temperatura de los mostos en fermentación, y una vez finalizada ésta se les dejó reposar a temperatura ambiente durante 2 ó 3 semanas, transcurrido este tiempo se realizó el deslío.

Tras un periodo de dos meses en cámara frigorífica a 4 °C, se clarificaron con gelatina y bentonita y se filtraron por placas.

A los vinos se les realizaron los siguientes análisis: densidad, extracto seco, anhídrido sulfuroso (libre y total), azúcares totales y reductores, grado alcohólico, glicerina, pH, acidez total, ácidos orgánicos (cítrico, málico, láctico, tartárico, succínico y acético), metales (sodio, potasio, hierro, calcio, cobre y zinc), compuestos volátiles (acetaldehído, acetato de etilo, metanol y alcoholes superiores), índice de Folin-Ciocalteu.

Los análisis de los mostos y vinos han sido realizados siguiendo los métodos comunitarios de referencia (Reglamento CEE nº 2676/90) o en su defecto usuales.

## **1.6. - Análisis sensorial**

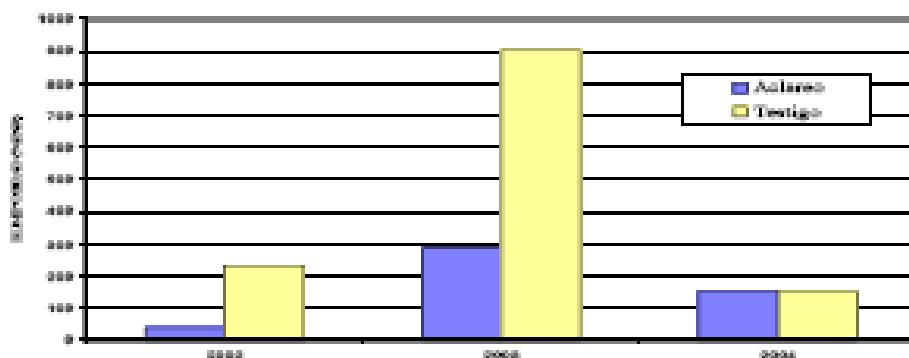
Una vez terminados los vinos, se realizó su análisis sensorial, con catadores entrenados en nuestro Centro, que reflejaron su opinión sobre el color, aroma, gusto, regusto o dejo y sensación global, de acuerdo con las fichas de cata utilizadas habitualmente.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1.- Controles microclimáticos**

Con respecto a la luminosidad, se observan claras diferencias en la radiación solar recibida sobre los racimos en las distintas modalidades. En las campañas 2002 y 2003 se observa que los racimos más expuestos a la radiación solar son los procedentes del testigo, debido a que el aclareo incide sobre un mayor desarrollo vegetativo que supone un mayor sombreamiento de éstos. Este sombreamiento viene condicionado por la altura de la espaldera (1,20 m) que no mantiene la vegetación en un plano superior a los racimos. En la

campaña 2004 la modalidad testigo ha sufrido un fuerte ataque de mildiu que ha debilitado la cepa de forma general (Fig. 1).

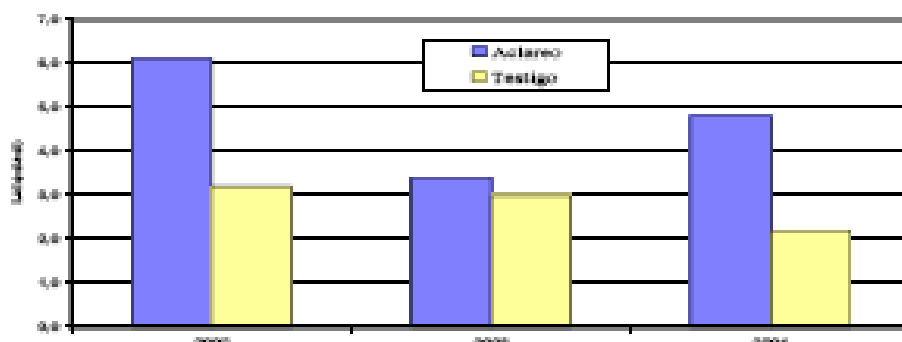


**Figura 1. Radiación solar sobre los racimos (luminosidad % PAR)**

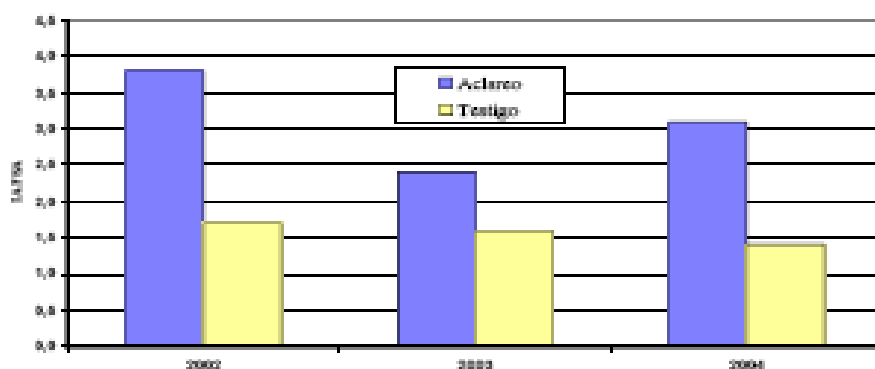
## 2.- Controles vegetativos o fisiológicos

En concordancia con lo anterior, la técnica que presenta mayor desarrollo vegetativo es el aclareo, para todas las campañas, como consecuencia de la respuesta de la planta de dirigir la savia elaborada hacia el crecimiento vegetativo.

Se observa que el aclareo de racimos favorece el índice de área foliar (Fig. 2). La relación LAI/SA da unos valores aceptables o algo superiores para los aclareos, según las recomendaciones de Smart (1985) para sistemas de conducción verticales, mientras que el testigo al hacerse el reparto de savia entre la producción y la parte vegetativa, presenta un equilibrio desarrollo vegetativo – producción menor (Fig. 3).



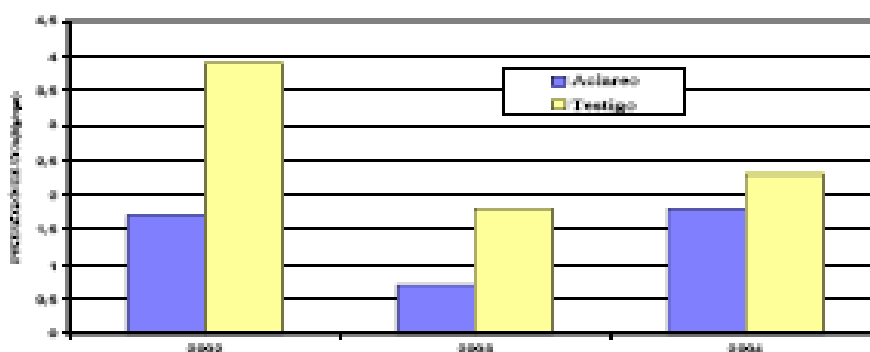
**Figura 2. Índice de área foliar LAI m2/m2)**



**Figura 3. Índice de desarrollo vegetativo (LAI/SA)**

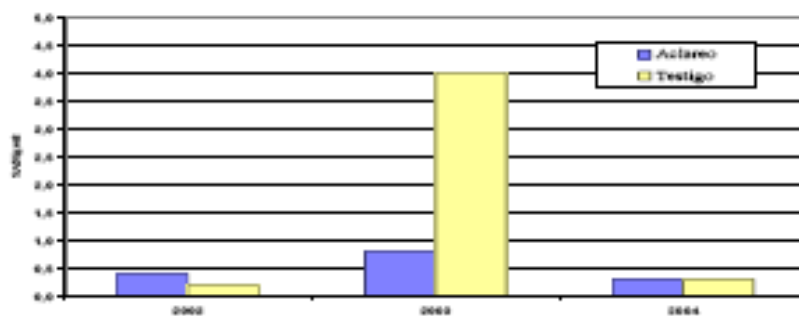
### 3.- Controles agronómicos

En cuanto a la producción se observan diferencias significativas entre las modalidades estudiadas. Como es lógico el aclareo supone una disminución de la producción bastante significativa, a excepción de la campaña 2004 por el ataque de mildiu anteriormente comentado (Fig. 4).



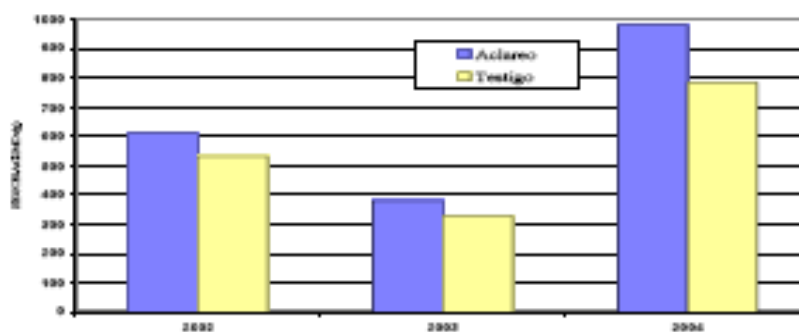
**Figura 4. Producción de uva (Kg/cepa)**

Un factor decisivo en la maduración es la cantidad de superficie foliar por kilogramo de fruto ( $SA/Kg\ m^2$ ), estando tan solo la modalidad de aclareo en la campaña de 2003 dentro de los valores que se aconsejan para que las bayas maduren correctamente, entre 0'7 y 1'7  $m^2$  por kilogramo de fruto, (May y col., 1969). Se observa de forma general en todas las campañas que el aclareo de racimos mejora la relación (Fig. 5).



**Figura 5. Relación entre la superficie de área foliar externa y el rendimiento**

Por otro lado y coincidiendo con otros autores (Fregoni y Corazzina, 1984) se observa como el aclareo incide sobre un mayor peso del racimo (Fig. 6).



**Figura 6. Peso del racimo (gramos)**

#### **4.- Controles enológicos**

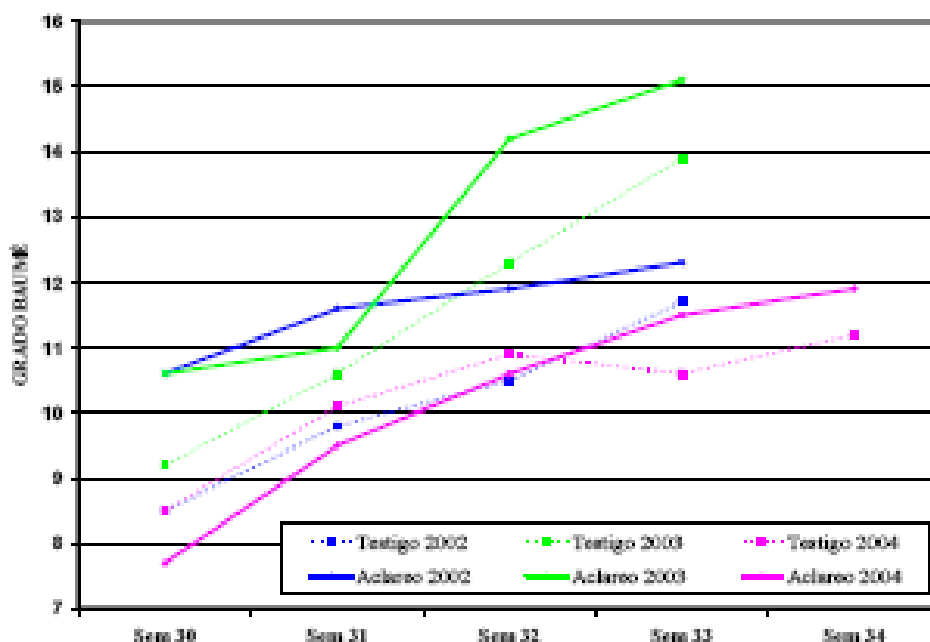
Para poder interpretar los resultados obtenidos es necesario tener en cuenta ciertas peculiaridades de las campañas estudiadas. Se destaca que en la cosecha de 2003 se sufrió una fuerte ola de calor desde el 28 de Julio hasta el 14 de Agosto, registrándose temperaturas bastante superiores a la media y fuerte vientos de levante.

Por otra parte, en la cosecha de 2004, el testigo del ensayo sufrió un fuerte ataque de mildiu, lo que mermó significativamente la producción de uva (Fig. 4).

##### **4.1.- Seguimiento de la maduración**

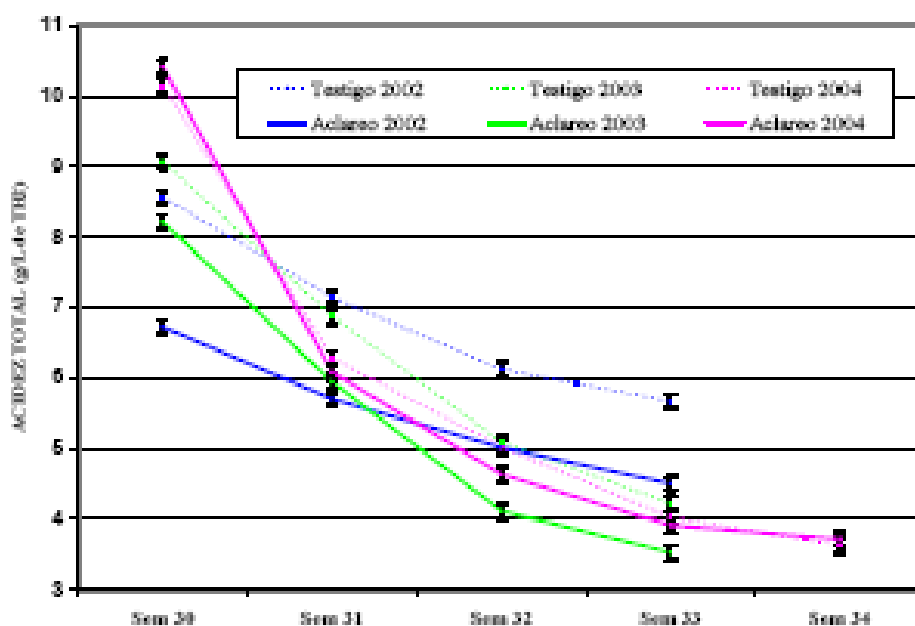
Como era previsible en las cosechas de 2002 y 2003 el grado Baumé durante la maduración siempre es superior en la parcela de aclareo. Mientras que en la de 2004 las

diferencias encontradas fueron pequeñas debido a la irregularidad de la cosecha. El año en el que se han encontrado diferencias más grandes al final de la maduración fue 2003, debido a la fuerte ola de calor se alcanzaron grados Baumé mucho más elevados que los otros dos años estudiados (Fig. 7).



**Figura 7. Evolución del grado Baumé durante la maduración**

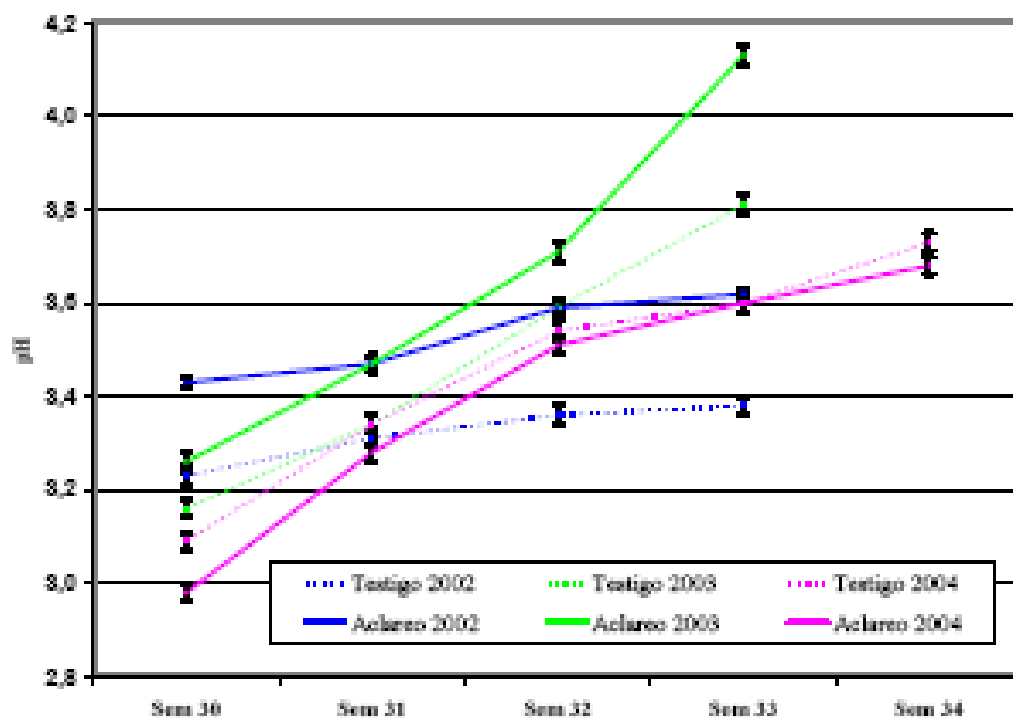
En las cosechas de 2002 y 2003 la acidez total siempre es inferior, con diferencias muy significativas, en la parcela de aclareo (del orden de 1 g/L), mientras que en la de 2004 las diferencias son muy pequeñas y no significativas (Fig. 8). En general se encuentra una disminución de la acidez total al efectuar la técnica del aclareo de racimos (Sipiora, 1996; Hepner y Bravdo, 1985; Marín y col, 2003).



**Figura 8. Evolución de la acidez total (g/L de ácido tartárico) durante la maduración**

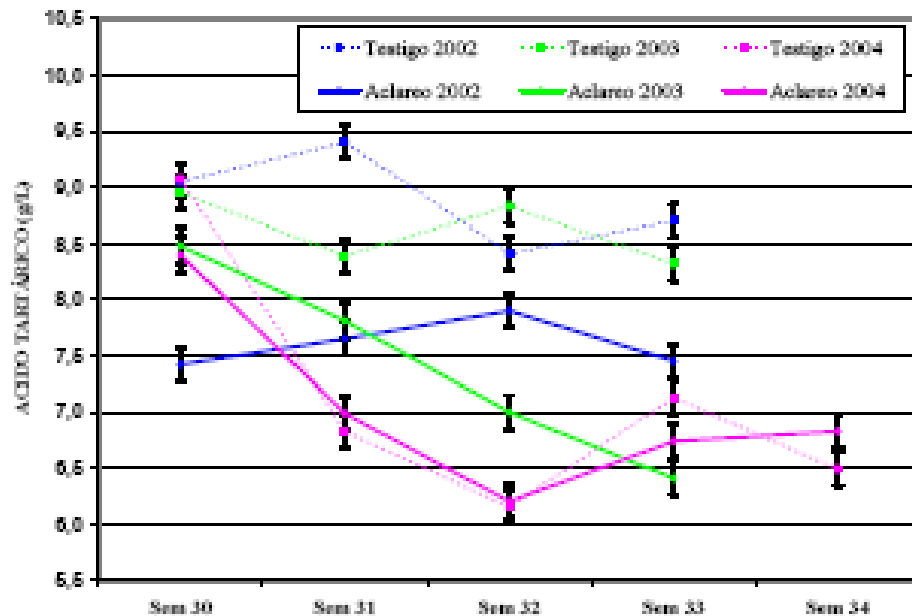
En los tres años estudiados se encuentran, a lo largo de la maduración, valores superiores de pH en las parcelas de aclareo, siendo estas diferencias no significativas en la cosecha de 2004 y bastante grandes (superiores a 0.2) en las de 2002 y 2003. En la cosecha de 2003, los valores de pH determinados son muy altos debido a lo anteriormente comentado (Fig. 9). Esta tendencia coincide con estudios previos en distintas variedades (Fregoni y Corazzina, 1984; García de Luján, 1992).





**Figura 9. Evolución del pH durante la maduración**

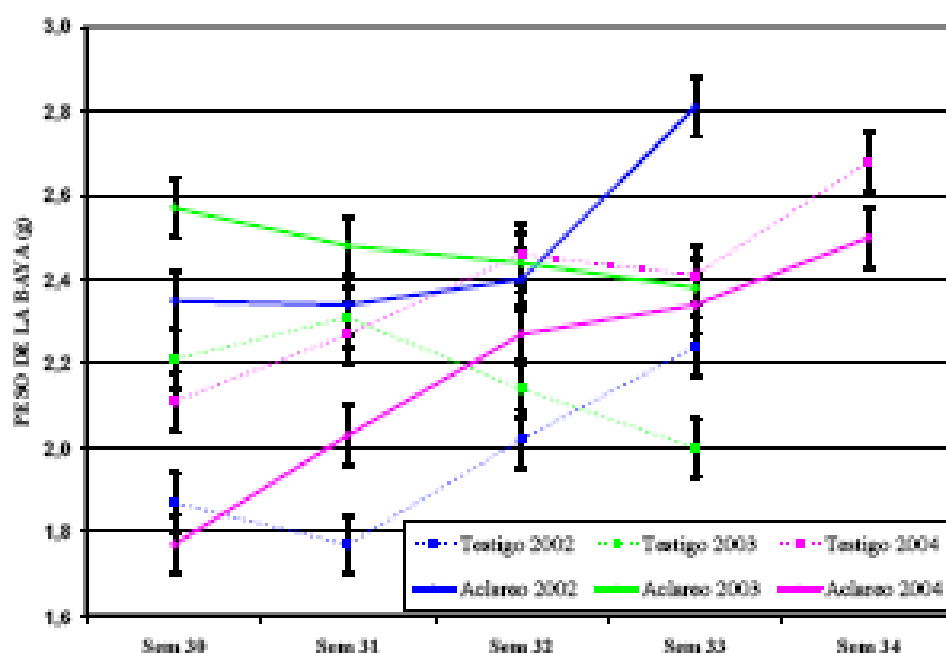
En los años 2002 y 2003 se encuentran grandes diferencias en las concentraciones de ácido tartárico entre testigo y aclareo, siendo superiores las procedentes de las parcelas testigo (García de Luján, 1992), sin embargo en el año 2004 las diferencias no son significativas (Fig. 10).



**Figura 10. Evolución del ácido tartárico (g/L) durante la maduración**

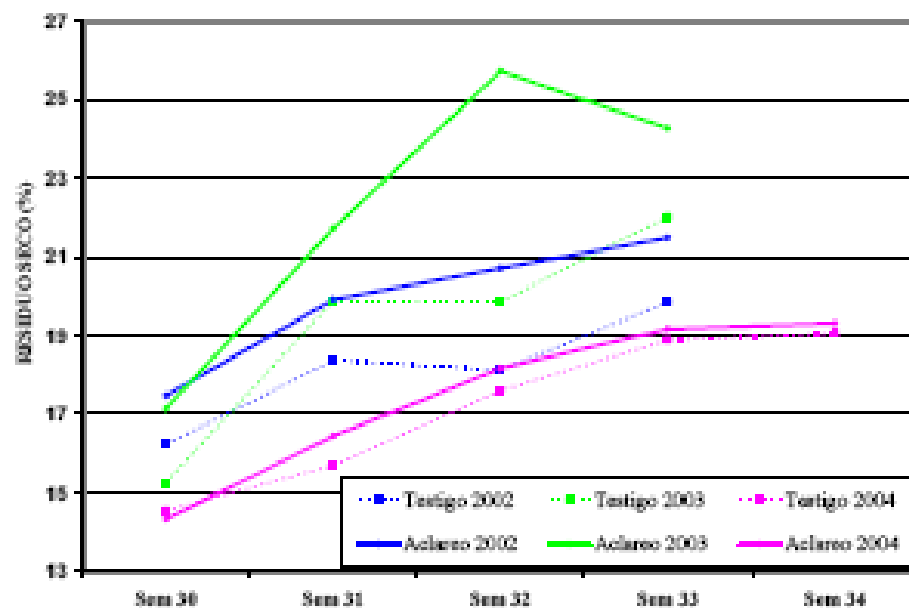
El peso medio de la baya suele aumentar a lo largo de la maduración. Este comportamiento se observa en los años 2002 y 2004, no así en 2003 debido a que la fuerte ola de calor produjo una deshidratación de las bayas de manera que el peso medio de la baya fue disminuyendo.

En los años 2002 y 2003 se encuentran pesos menores de la baya en los testigos, mientras que en 2004 se observa lo contrario (Fig. 11). De hecho parece que el peso de la baya se ve más afectado por otros factores (precipitaciones, temperatura, variedad, etc.) que por la técnica del aclareo en sí (Sipiora, 1996; Yuste y col, 1997).



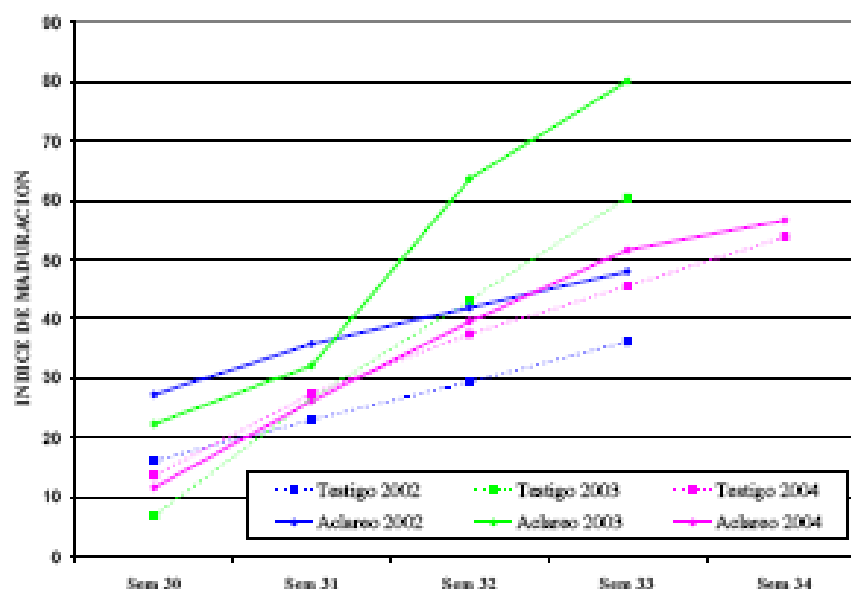
**Figura 11. Evolución del peso medio de la baya (gramos) durante la maduración**

Los valores del residuo seco son siempre superiores en las parcelas de aclareo, encontrando cantidades muy próximas en el año 2004 y grandes diferencias en 2002 y 2003. En el 2002 la evolución es muy paralela mientras que en 2003 el comportamiento es algo más irregular (Fig. 12).



**Figura 12. Evolución del residuo seco (%) durante la maduración**

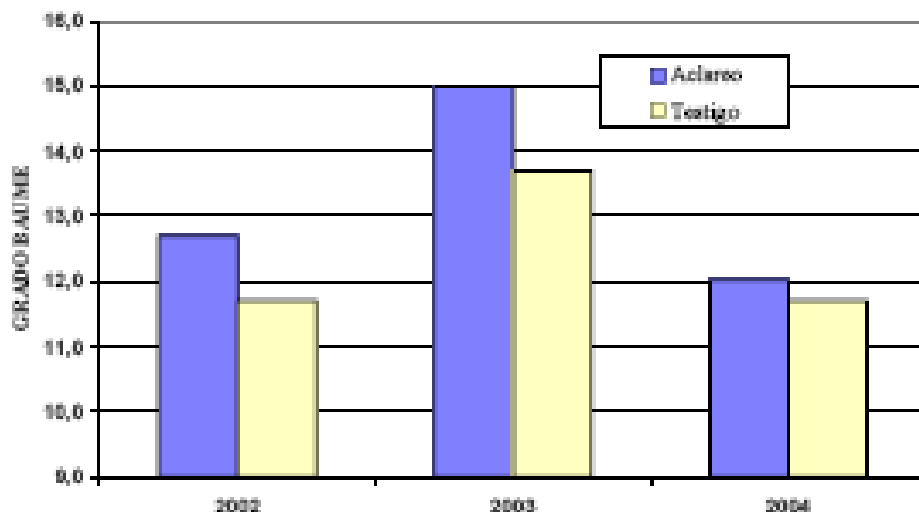
En los tres años estudiados el índice de maduración es superior en el aclareo respecto al testigo, lo que confirma que la práctica del aclareo de racimos adelanta la maduración una o dos semanas (Tardáguila y Bertamini, 1993). Al igual que en otros parámetros las diferencias más pequeñas se encuentran en la cosecha de 2004 (Fig. 13).



**Figura 13. Evolución del Índice de Maduración durante la maduración**

#### 4.2. - Análisis de los mostos

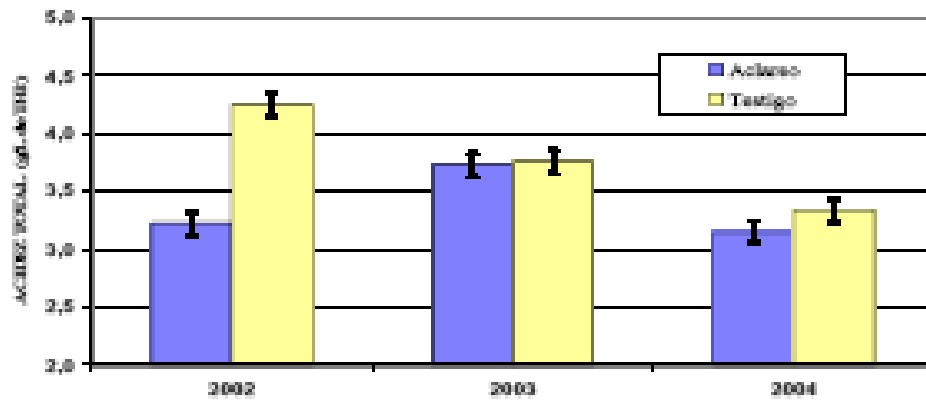
Los tres años estudiados presentan mayor graduación Baumé los mostos procedentes de la parcela de aclareo, observando menor diferencia en el año 2004, de forma similar a lo que pasó durante la maduración (Fig. 14).



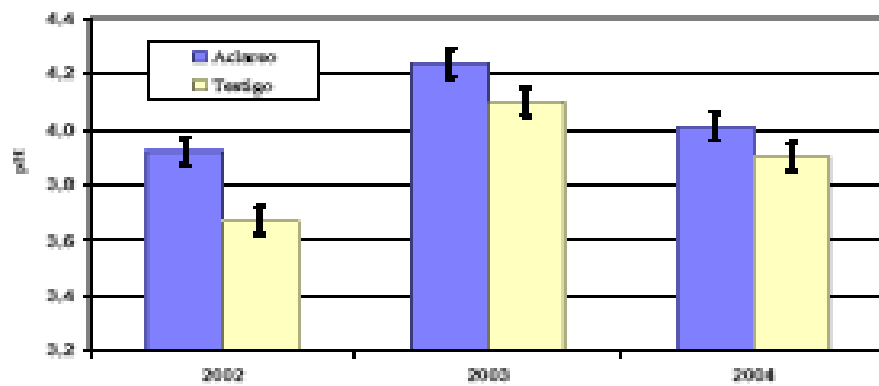
**Figura 14. Grado Baumé de los mostos**

Los altos grados Baumé obtenidos en 2003 se debieron a la deshidratación sufrida por las bayas, como ya se ha comentado anteriormente.

Los mostos procedentes de los testigos siempre presentan valores superiores de acidez total (Fig. 15) e inferiores de pH (Fig. 16) respecto al de aclareo, pero estas diferencias solo son significativas tanto para la acidez total como para el pH en el año 2002, por lo que en este ensayo no podemos asegurar que con la técnica del aclareo de racimos se obtengan mostos de menor acidez total y de mayor pH. De hecho en la bibliografía consultada existe controversia sobre el efecto del aclareo en estos dos parámetros (Fregoni y Corazina, 1984, Yuste y col, 1997: Puertas y col., 2003).

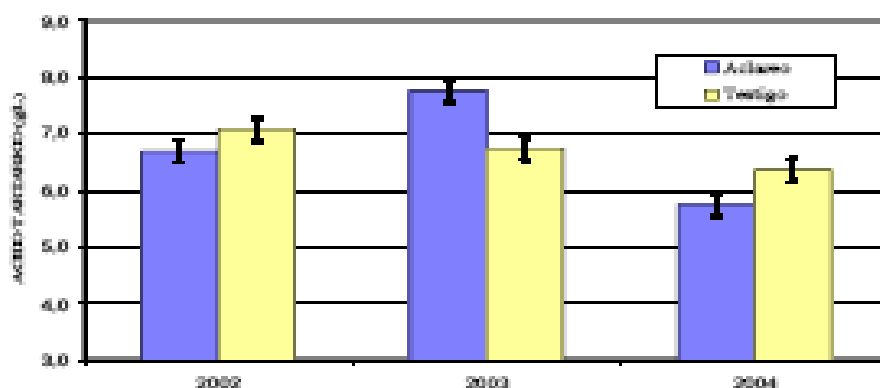


**Figura 15. Acidez total de los mostos (g/L de ac. Tartárico)**



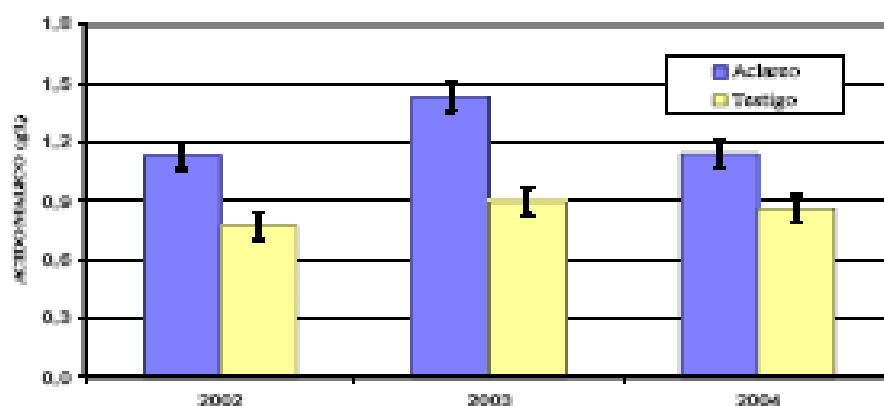
**Figura 16. pH de los mostos**

Tampoco se observa una tendencia clara respecto a las concentraciones de ácido tartárico ya que en los años 2002 y 2004 se han encontrado valores superiores en el testigo sin ser estas diferencias significativas y sí se han encontrado valores significativamente superiores en el aclareo respecto al testigo en el año 2003 (Fig. 17).



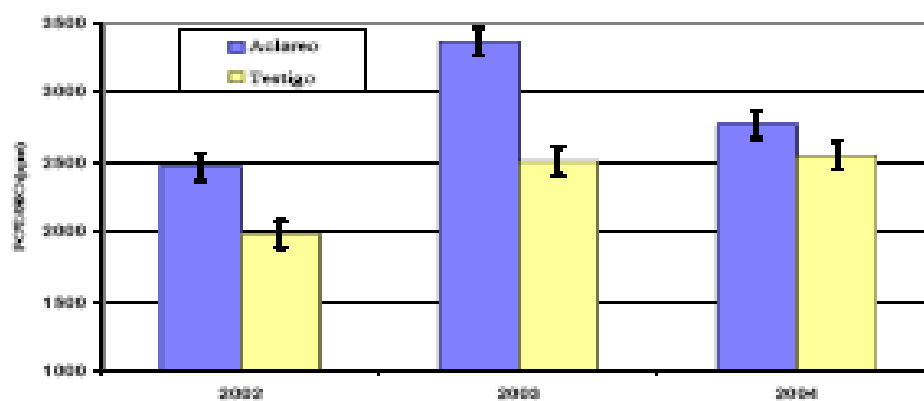
**Figura 17. Acido tartárico de los mostos (g/L)**

En cuanto al ácido málico, en los tres años estudiados, se han determinado cantidades superiores en los mostos procedentes del aclareo encontrando siempre diferencias significativas (Fig. 18). En el año 2003 los valores de este ácido fueron superiores tanto en el testigo como en el ensayo respecto a los otros dos años estudiados por lo que suponemos que las altas temperaturas afectaron más a los efectos de concentración que a los de combustión (Puertas y col., 2003).



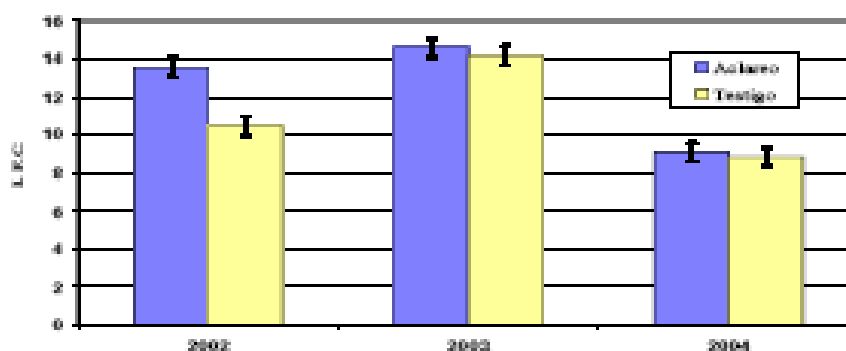
**Figura 18. Acido málico de los mostos (g/L)**

La técnica del aclareo de racimos aumenta las concentraciones de potasio en los mostos, aunque las diferencias encontradas son significativas en los años 2002 y 2003, coincidiendo con estudios previos (Fregoni y Corazina, 1984; Puertas y col., 2003) y no en 2004 (Fig.19).



**Fig. 19. Potasio de los mostos (ppm)**

Respecto al Índice de Folin-Ciocalteu, la técnica del aclareo siempre presenta valores superiores, pero las diferencias son significativas sólo en 2002 (Fig. 20).



**Figura 20. Índice de Folin-Ciocalteu de los mostos**

#### 4.3. - Análisis de los vinos

En la tabla I se muestran los resultados de algunos de los parámetros analizados en los vinos.



**Tabla I. Parámetros analizados a los vinos**

|                                        | <i>Cosecha 2002</i> |                | <i>Cosecha 2003</i> |                | <i>Cosecha 2004</i> |                |
|----------------------------------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
| <b>Determinación</b>                   | <b>Testigo</b>      | <b>Aclareo</b> | <b>Testigo</b>      | <b>Aclareo</b> | <b>Testigo</b>      | <b>Aclareo</b> |
| Grado alcohólico (% vol.)              | 12.8                | 14.2           | 15.0                | 16.7           | 13.1                | 13.8           |
| Acidez total (g/L de TH <sub>2</sub> ) | 5.02                | 4.63           | 4.77                | 3.92           | 4.64                | 4.55           |
| pH                                     | 3.28                | 3.40           | 3.37                | 3.40           | 3.44                | 3.35           |
| Acidez volátil (g/L)                   | 0.12                | 0.13           | 0.18                | 0.30           | 0.36                | 0.34           |
| Azúcares (g/L)                         | 1.4                 | 1.5            | 2.0                 | 6.4            | 1.5                 | 1.3            |
| Extracto seco (g/L)                    | 16.69               | 15.48          | 19.88               | 26.40          | 14.27               | 14.75          |
| Densidad relativa                      | 0.9906              | 0.9887         | 0.9891              | 0.9896         | 0.9895              | 0.9888         |
| Acetaldehído (ppm)                     | 46                  | 26             | 66                  | 66             | 43                  | 38             |
| Acetato de etilo (ppm)                 | 25                  | 30             | 44                  | 46             | 35                  | 30             |
| Metanol (ppm)                          | 48                  | 37             | 52                  | 47             | 25                  | 26             |
| γ Alc. Superiores (ppm)                | 180                 | 187            | 159                 | 177            | 128                 | 155            |
| Índice de Folin-Ciocalteu              | 4.49                | 4.18           | 4.30                | 4.67           | 4.52                | 4.16           |
| D.O. 420 nm                            | 0.076               | 0.068          | 0.074               | 0.103          | 0.063               | 0.058          |
| D.O. 520 nm                            | 0.014               | 0.011          | 0.015               | 0.018          | 0.009               | 0.009          |

Los parámetros fueron medidos por triplicado ( $n = 3$ ) siendo el coeficiente de variación (CV) < del 10 % para cada parámetro en cada ensayo.

De estos resultados se pueden hacer los siguientes comentarios:

- Los grados alcohólicos de los vinos se corresponden con lo que cabía esperar
- respecto a los grados Baumé de los mostos de partida.
- La acidez total de los mostos fue corregida antes de la fermentación por lo que los resultados obtenidos de acidez total y de pH son independientes de que la uva provenga o no de un aclareo de racimos.
- - Las acideces volátiles están en los intervalos de las de vinos blancos jóvenes. Las diferencias encontradas entre cosechas o entre ensayos no se deben a la técnica de cultivo.
- - Los azúcares reductores son siempre inferiores a 2 g/L (vino blanco seco) salvo para el vino procedente de aclareo de racimos del año 2003 en el que quedó algo de azúcar residual, hay que tener en cuenta que el grado Baumé era de 15.0 y alcanzó 16.7 ° de alcohol, por lo que no es de extrañar que quedara con una pequeña cantidad de azúcar residual.
- El extracto seco y la densidad del vino proveniente del aclareo de racimos de la cosecha de 2003 es algo superior al correspondiente testigo por los azúcares residuales comentados anteriormente; en el resto de los vinos los resultados están dentro de lo previsible.

- Las cantidades de acetaldehído, acetato de etilo, metanol y alcoholes superiores se corresponden más con la marcha de la fermentación que con la técnica de cultivo aplicada.
- Respecto al Índice de Folin-Ciocalteu no se encuentran diferencias importantes ni entre cosechas ni entre ensayos dentro de una misma cosecha.
- Respecto al color (D.O. 420 nm y D.O. 520 nm) el vino de la cosecha de 2003 procedente del aclareo de racimos presenta valores superiores por las mismas razones anteriormente comentadas. Cabe señalar que los testigos de las cosechas de 2002 y 2004 tienen valores mayores de D.O. 420 (componente amarillo) que los procedentes del aclareo de racimos.

#### **4.4. - Análisis sensorial**

##### **Cosecha 2002**

- - El ensayo (aclareo de racimos) presenta color muy pálido con ligeros tonos anaranjados. Neutro en nariz y algo duro en boca.
- El testigo es de color amarillo con tonos ligeramente verdosos. En nariz está correcto, sin defectos, aunque poco intenso. Equilibrado en boca, correcto y agradable.

##### **Cosecha 2003**

- El vino del ensayo (aclareo de racimos) es poco aromático, presenta baja acidez y elevado grado alcohólico (desequilibrado).
- El testigo es un vino limpio, sin defectos, de color algo más pálido y está más afrutado y mejor estructurado en boca.

##### **Cosecha 2004**

- El vino del ensayo (aclareo de racimos) es algo más pálido que el testigo, con aromas de intensidad media que recuerdan a fruta madura. En boca es suave y agradable aunque poco persistente.
- El testigo es un vino de color amarillo verdoso. El aroma es limpio, sin defectos pero poco intenso. En boca está correcto, con un final corto.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERTAMINI, M.; IACONO, F.E.; SCIENZA, A. "Manipolazione dei rapporti sink-source mediante il diradamento dei grappoli e riflessi sulla qualità (cv. Cabernet Sauvignon)". *Vignevini*, 10, 1991, pág. 41-47.
- BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, C.; COHEN, S.; TABACMAN, H. "Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon". *Am. J. Enol. Vitic.*, 35 (4), 1984, pág. 247-252.
- CARBONNEAU, A.; LECLAIR, P.; DUMARTIN, P.; CORDEAU, J.; ROUSSEL, C. "Etude de l'influence chez la vigne du rapport partie végétative/partie productrice sur la production et la qualité des raisins". *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 25 (2), 1977, pág. 105-130.
- CARGNELLO, G.; RIDOMIK, A.; PEZZA, L.; GALLO, G.; LOVAT, L. "Recherches su différentes modalités pour la maîtrise de la production (Vitis vinífera L.)". 7ª Jornadas del GESCO, Valladolid (España), 1994, pág. 114-123.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. Nº L272 de 3-10-1990. Reglamento CEE Nº 2676/90 de la Comisión, del 17 de septiembre, por el que se determinan los métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector de vino.
- DUMARTIN, P.; LEMOINE, B.; MARCORELLES, S. "Les travaux en vert de la vigne". *Progrès Agricole et Viticole*, 107 (6), 1990, pág. 143-144.
- FREGONI, M.; CORAZZINA, E. "Osservazioni triennali sul diradamento dei grappoli di Garganega nel Soave". *Vignevini*, 7-8, 1984, pág. 11-14.
- GARCÍA-ESCUADERO, E.; LÓPEZ, R.; SANTAMARÍA, P.; ZABALLA, O.; ARBIZU, J. "El control del rendimiento por aclareo de racimos. Experiencias sobre cv. Mazuelo". *Zubia*, 7, 1995, pág. 53-64.
- GARCÍA-ESCUADERO, E.; LÓPEZ, R.; SANTAMARÍA, P.; ZABALLA, O. "Control de rendimiento en viñedos conducidos en régimen de riego localizado". *Viticultura y Enología Profesional*, 69, 2000, pág. 12-23.
- GARCÍA DE LUJÁN, A. "Ensayo de aclareo de racimos en la zona de Jerez". *Vitivinicultura*, 6, 1992, pág. 44-46.
- HEPNER, Y. y BRAVDO, B. "Effect of crop level and drip irrigation scheduling on the potassium status of Cabernet Sauvignon and Carignane vines and its influence on must and wine composition and quality". *Am. J. Enol. Vitic.*, 36 (2), 1985, pág. 140-147.
- MARÍN, Mª J.; DE MIGUEL, C.; ARGUETA, Mª S.; RODRÍGUEZ, A. M. "Aclareo de racimos en un cultivar de variedad Tempranillo. I.- Efecto sobre la producción y composición del fruto". XXV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros. Ed. Caja de Badajoz, 2004, pág. 165-180.
- MAY, P.; SHAULIS, N.J.; ANTCLIFF, A. "The effect of controlled defoliation in the Sultane vine". *Am. J. Enol. Vitic.*, 20 (4), 1969, pág. 237-250.

MURISIER, F. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse. Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, 1996.

PONI, S.; LAKSO, A.N.; TURNER, J.R.; MELIOUS, E. "Interactions of crop level and late season water stress on growth and physiology of field-grown Concord grapevines". Am. J. Enol. Vitic., 45 (2), 1994, pág. 252-258.

PORRO, D.; FALCETI, M.; BERTAMINI, M.; NICOLINI, G.; MATTIVI, G.; IACONO, F. "Risultati analitico-sensoriali di vino ottenuti dall'utilizzazione di diversi livelli di carica di gemme e di diradamento del grappolo". Vignevini, 10, 1991, pág. 55-59.

PUERTAS, B.; SERRANO, M. J.; VALCÁRCEL, M. C.; PÉREZ-MAGARIÑO, S.; JIMÉNEZ, M.J.; GARCÍA DE LUJÁN, A. "Influencia de la práctica del aclareo de racimos en la calidad del vino de las variedades Cabernet sauvignon y Tempranillo cultivadas en una zona cálida". VII Jornadas Científicas de los Grupos de Investigación Enológica

GIENOL. Ed. Gobierno de La Rioja, 2003, pág. 36-38.

SELLA, J.; ESPINAS, E.; DOMINGO, C.; MÍNGUEZ, S. "Estudio de los efectos del aclareo de racimos en la variedad Macabeo". 7ª Jornadas del GESCO, Valladolid (España), 1994, pág. 170-179.

SIPIORA, M. "Influencia del aclareo manual, el aclareo con Etefón y el deshojado sobre la producción y la composición del fruto de Moristel, Cariñena y Chenin blanc". Viticultura y Enología Profesional, 45, 1996, pág. 16-24.

TARDÁGUILA, J.; BERTAMINI, M. "Canopy management o gestión del follaje: una potente técnica para mejorar la producción y la calidad de la uva". Viticultura y Enología Profesional, 28, 1993, pág. 31-46.

YUSTE, J.; RUBIO, J. A.; BAEZA, P.; LISSARRAGUE, J. R. "Aclareo de racimos y régimen hídrico: efectos en la producción, en el desarrollo vegetativo y la calidad del mosto de la variedad Tempranillo conducida en vaso". Viticultura y Enología Profesional, 51, 1997, pág. 28-35.

# **Efecto de factores agronómicos y enológicos sobre las características de vinos Tannat de Uruguay**

**Gustavo González Neves a, b;; Milka Ferrer c**

**a: Laboratorio de Análisis y de Investigaciones. Instituto Nacional de Vitivinicultura. Dr. Pouey 463. Las Piedras. Uruguay. E-mail: laboratorio@inavi.com.uy; b Unidad de Tecnología de Alimentos y c Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Av. Garzón 780. Montevideo. Uruguay**

## **INTRODUCCIÓN**

Entre los componentes del vino que tienen mayor incidencia en sus propiedades sensoriales se encuentran los compuestos presentes en concentraciones mayoritarias (etanol, ácidos, sales orgánicas, glicerol, etc.) y también algunos compuestos presentes en concentraciones mucho menores, entre los que se destacan los polifenoles. Dentro de este grupo tienen particular relevancia los ácidos fenólicos, los flavonoles, las catequinas, las proantocianidinas y, en los vinos tintos, los antocianos.

La composición de un vino está determinada por la composición de la uva y por los procesos de transformación, conservación y eventual crianza del mismo. La composición de la uva depende de factores genéticos (variedad), medioambientales (suelo, clima) y culturales (manejo del viñedo). Entre las prácticas culturales que tienen mayor incidencia en las características de la uva se puede incluir el sistema de conducción, el tipo de poda, el manejo fitosanitario, el manejo del suelo y algunas prácticas eventuales como el raleo de racimos.

Los procesos de transformación de la uva en vino están condicionados por el sistema de vinificación y por las prácticas enológicas empleadas. Entre éstas se incluyen, entre otras, el uso de levaduras seleccionadas y el empleo de enzimas pectolíticas. En este trabajo se consideran los resultados obtenidos en una serie de ensayos realizados en Uruguay con el cultivar Tannat, en los que se evaluaron alternativas de manejo del viñedo (conducción, poda, raleo de racimos) y de vinificación (levaduras, enzimas pectolíticas). El efecto de los distintos tratamientos fue evaluado tomando en cuenta algunas características del vino que pueden ser consideradas, en su conjunto, como parámetros objetivos de calidad (composición de base, composición polifenólica y color).

El sistema de conducción se define como la interacción entre la geometría de plantación, la orientación y disposición de las filas en la parcela, las podas de formación y renovación y la conducción de la vegetación (Carbonneau, 1980 y 1990).

La conducción determina la disposición espacial de las hojas y los racimos, modificando el microclima de la planta e incidiendo sobre su fisiología (Smart, 1985; Carbonneau, 1980 y 1990). Los sistemas de conducción más empleados en Uruguay son la lira y la espaldera.

La poda invernal es uno de los factores agronómicos que permite regular la producción. En variedades como el Tannat, que tiene baja fertilidad en las yemas basales (Ferrer et al., 2004), la poda en cordón contribuye a disminuir la producción de uva, lo que incide sobre la composición de la baya (Zamboni et al., 1992).

El raleo de racimos es una de las prácticas más utilizadas para modificar la relación entre hojas y frutos, modificando de este modo la composición de la uva (Ough y Nagaoka, 1984; Amati et al., 1997; González-Neves et al., 2001 y 2002).

La adición de levaduras seleccionadas, bajo forma de pie de cuba o de levaduras secas activas, se emplea para intentar controlar el proceso de fermentación alcohólica, ya que la microflora que se desarrolla incide de manera importante en la calidad del producto final (Cuinier, 1997; Vasserot et al., 1997).

El empleo de enzimas pectolíticas es una práctica que puede facilitar la extracción de los componentes de los hollejos de la uva en una vinificación en tinto, debido a sus actividades de degradación de las membranas y paredes celulares (Canal-Llaubéres, 1993; Villettaz, 1996).

La variedad Tannat se considera emblemática en Uruguay, debido a sus características peculiares, que permiten obtener vinos tintos de excelente calidad y confieren originalidad y tipicidad marcadas a los mismos. De origen francés, este cultivar fue introducido en el Siglo XIX y su adaptación a las condiciones ecológicas del país determinó que fuera la *Vitis vinifera* más difundida en los viñedos nacionales. Las uvas y los vinos de esta variedad se caracterizan por presentar concentraciones fenólicas totales, de antocianos y de proantocianidinas muy superiores a las que presentan las demás variedades implantadas en Uruguay (González-Neves et al., 1997, 2001 y 2002).

Los ensayos son presentados a continuación, incluyendo cuatro estudios diferentes: I) Sistema de conducción y poda, II) Raleo de racimos, III) Empleo de levaduras comerciales, IV) Uso de preparados pectolíticos.

## **I) SISTEMA DE CONDUCCION Y TIPO DE PODA**

### **I.1) MATERIALES Y MÉTODOS**

El efecto del sistema de conducción y del tipo de poda sobre la composición de los vinos fue evaluado en las vendimias 2002, 2003 y 2004, considerando viñedos comerciales de Tannat ubicados en la región Sur de Uruguay. Se compararon los sistemas de conducción en lira y en espaldera; en la lira se compararon dos tipos de poda (cordón de Royat y Guyot), dejando el mismo número total de yemas por planta.

Se hicieron vinificaciones por duplicado para cada tratamiento, con 50 kilos de uva en cada una. Se utilizó una molidora de rodillos Amos, y el encubado se hizo en recipientes de acero inoxidable de 100 litros de capacidad. Posteriormente se sembró con levadura seca activa, en una dosis de 15 gramos por hectolitro y se sulfitó a razón de 5 gramos cada 100 kg de uva.

El descube se hizo luego de 7 días, prensando los orujos con una prensa manual de acero inoxidable y juntando los jugos de gota y de prensa. Los vinos fueron conservados hasta el momento de ser analizados en recipientes de vidrio de 10 litros de capacidad.

Los análisis de los vinos de cada año se hicieron luego de dos meses de finalizar las fermentaciones alcohólicas, determinando la composición de base (O.I.V., 1990), la composición fenólica global (Paronetto, 1977) y el color (Glories, 1984a y b). Se analizaron dos muestras de cada vino, con dos repeticiones por muestra.

## I.2) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados fueron muy influidos por las condiciones climáticas de cada año. En el año 2002 los viñedos conducidos en lira soportaron fenómenos anormales (dos granizadas durante el periodo de maduración y un tornado previo a la cosecha) que determinaron daños en las plantas e incidieron sobre las características de las uvas obtenidas.

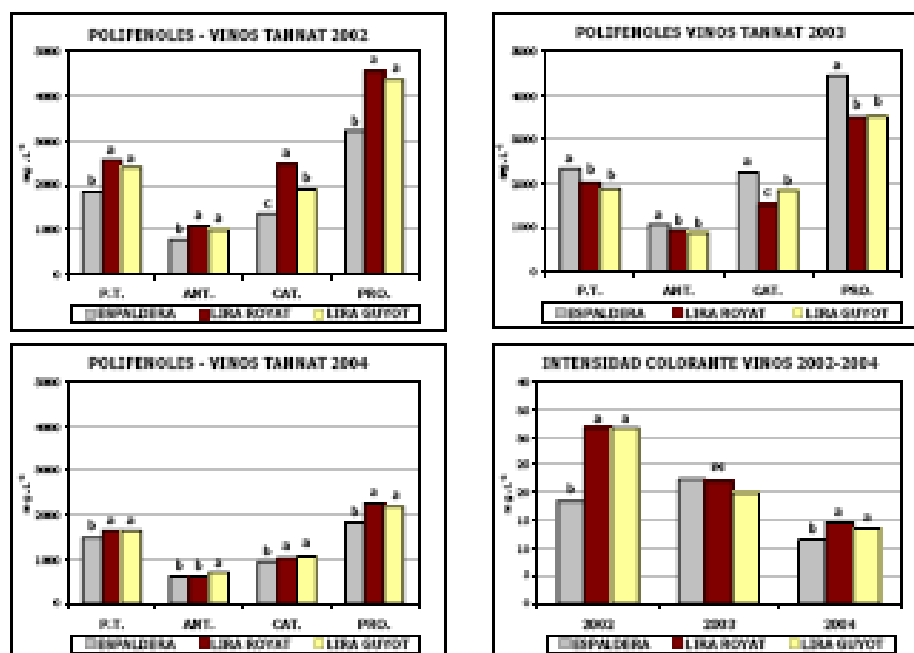
**Tabla 1 :** Composición de base de los vinos. Medias por tratamiento en cada año.

|                                               | Año  | Espaldera | Lira Royat | Lira Guyot |
|-----------------------------------------------|------|-----------|------------|------------|
| Alcohol<br>(% vol.)                           | 2002 | 12,77 b   | 13,49 a    | 13,35 a    |
|                                               | 2003 | 13,75 a   | 12,32 b    | 12,30 b    |
|                                               | 2004 | 12,62 c   | 13,95 a    | 13,42 b    |
| Acidez total<br>(meq . L <sup>-1</sup> )      | 2002 | 81,6 b    | 89,1 a     | 88,7 a     |
|                                               | 2003 | 78,7 a    | 78,3 a     | 74,5 b     |
|                                               | 2004 | 61,6 c    | 73,6 a     | 69,8 b     |
| pH                                            | 2002 | 3,70 b    | 3,76 a     | 3,73 ab    |
|                                               | 2003 | 3,88 a    | 3,86 ab    | 3,84 b     |
|                                               | 2004 | 3,96 a    | 3,95 a     | 3,89 b     |
| Extracto seco total<br>(g . L <sup>-1</sup> ) | 2002 | 30,8 b    | 38,3 a     | 38,4 a     |
|                                               | 2003 | 33,9 a    | 33,4 ab    | 32,7 b     |
|                                               | 2004 | 28,0 c    | 33,5 a     | 30,7 b     |

La comparación entre los sistemas de conducción muestra resultados contradictorios en los tres años, pero en dos de ellos (2002 y 2004) los vinos de las liras presentaron mayor grado alcohólico, acidez total y extracto seco (Tabla 1).

Los vinos obtenidos con la poda en cordón de Royat en la lira tuvieron mayor grado alcohólico, acidez total y extracto seco que los de la poda Guyot en algunos años, aunque la mayoría de las diferencias no tuvo significación estadística (Tabla 1).

La concentración de los distintos fenoles fue significativamente mayor en los vinos de la lira en dos de los tres años (2002 y 2004), con excepción de los contenidos de antocianos, que presentaron un comportamiento variable. En consecuencia, la intensidad colorante promedio de los vinos de las liras fue también significativamente superior en los dos años indicados (Figura 1).



**Figura 1 :** Contenidos fenólicos e intensidades colorantes promedio de los vinos de cada año. Los polifenoles totales en mg de ácido gálico por litro; los antocianos en mg de monoglucósido de malvidina por litro; las catequinas en mg de D-catequina por litro; las proantocianidinas en mg de cloruro de cianidina por litro. Las barras con la misma letra indican que los valores no presentan diferencias estadísticas al nivel del 5 %.

Los mayores contenidos fenólicos de los vinos de la lira puede deberse al microclima determinado por el sistema de conducción en la zona de los racimos. La luz es el principal factor que incide sobre estos compuestos, al activar las enzimas responsables de su síntesis, por lo que la insolación de los racimos es fundamental para obtener una buena coloración de los granos. Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Carbonneau (1991) y Morrison y Noble (1990).

La comparación entre las liras no muestra en general diferencias significativas en la composición fenólica ni en el color de los vinos provenientes de los dos tipos de poda. Las excepciones son los contenidos de catequinas de los vinos del 2002 y 2003 y los contenidos de antocianos de los vinos del 2003 (Figura 1).

## II) RALEO DE RACIMOS

### II.1) MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del efecto del raleo de racimos se hizo en dos ensayos consecutivos, empleando viñedos comerciales del cultivar Tannat instalados en el Sur de Uruguay. El ensayo inicial (A) se llevó a cabo entre los años 1994 y 1996, en un viñedo de la zona de Mendoza, Montevideo.



Las plantas tenían 7 años al inicio del ensayo, con un marco de 1.20 x 2.80 m. El viñedo estaba injertado sobre SO4, conducido en espaldera alta y podado a Guyot doble, con 2 cargadores de 6 yemas y 2 pulgares de 2 yemas.

El ensayo siguiente (B) se llevó a cabo entre los años 1997 y 2000, en un viñedo de la zona de Punta de Rieles, Montevideo. Las plantas tenían inicialmente 8 años, con un marco de plantación de 1.30 x 2.80 m. El viñedo también estaba injertado sobre SO4, conducido en espaldera alta y con poda Guyot doble, con 2 cargadores de 6 yemas y 2 pulgares de 2 yemas.

En ambos ensayos se compararon los efectos del raleo manual de racimos al 50% en cuajado (RC) y en envero (RE), con un testigo no raleado.

Se realizaron vinificaciones en escala reducida, con 80 kg de uva en cada una, en el ensayo A, y con 60 kg de uva en cada una en el ensayo B. Los mostos se obtuvieron con una molidora descobajadora de rodillos Amos y se encubó en recipientes de acero inoxidable de 100 litros de capacidad. Se agregaron 4 gramos de anhídrido sulfuroso por hectolitro en todos los mostos.

En el ensayo A, la maceración se llevó a cabo durante 3 días, mientras que en el B se hizo por 4 días. Se hicieron remontajes diarios y al descube se juntaron los jugos de prensa y de gota. Las fermentaciones alcohólicas y malolácticas se realizaron por la microflora autóctona.

Los análisis de los vinos se efectuaron un mes después del final de la fermentación alcohólica, siendo determinada la composición de base, la composición fenólica y el color.

## **II.2) RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El raleo de racimos determinó una disminución de la producción de uva, que no fue proporcional a la cantidad de racimos raleados y que tuvo estrecha dependencia del momento de raleo y de las condiciones climáticas de cada año.

En todos los casos se obtuvo una disminución del rendimiento por hectárea mayor con el raleo de racimos realizado en envero. Los rendimientos presentaron entre un 19,3 % y un 42,4 % de merma con respecto al testigo con el raleo en envero, y entre 2,5 % y 34,2 % con el raleo en cuajado. En promedio, el raleo en envero determinó un descenso de producción de 32,7 %, en tanto con el raleo en cuajado éste fue de 18,7 %. Estos resultados eran esperables, de acuerdo con lo señalado por la bibliografía, que indica que cuanto más temprano es el raleo, más posibilidades tiene la planta de compensar la pérdida de rendimiento con un aumento en el peso medio del grano (Ough y Nagaoka, 1984; Campostrini et al., 1991; Di Collalto et al., 1991).

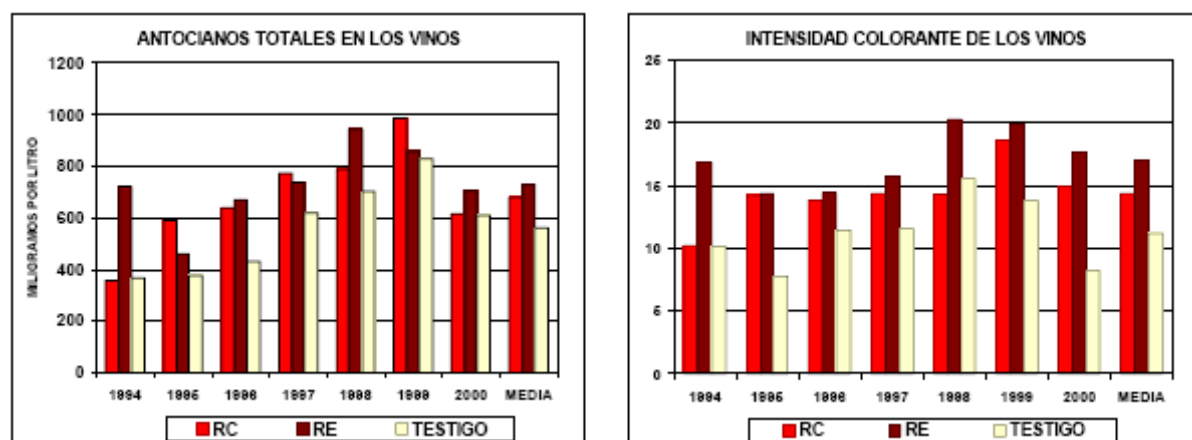
La variabilidad obtenida en los distintos años y en las dos situaciones consideradas determinó que al agrupar todos los resultados solamente se encontraran diferencias estadísticas entre los tratamientos en el grado alcohólico de los vinos y en su intensidad colorante (Tabla 2). la dispersión de los resultados referentes a la composición fenólica y al color de los vinos está determinada también por la distinta duración de las maceraciones efectuadas en los ensayos A y B.

**Tabla 2 :** Composición media de los vinos, considerando los dos ensayos en conjunto. El contenido de alcohol se expresa en % en volumen; acidez total en meq por litro; los polifenoles totales en mg de ácido gálico por litro; los antocianos en mg de monoglucósido de malvidina por litro; las catequinas en mg de D-catequina por litro; las proantocianidinas en mg de cloruro de cianidina por litro. Los valores seguidos por la misma letra no presentaron diferencias estadísticas al nivel del 5 %.

|                             | TESTIGO              | RALEO EN CUAJADO     | RALEO EN ENVERO      |
|-----------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Alcohol</b>              | 11,55 <sup>b</sup>   | 12,46 <sup>a</sup>   | 12,86 <sup>a</sup>   |
| <b>Acidez total</b>         | 5,9 <sup>ns</sup>    | 6,5 <sup>ns</sup>    | 6,6 <sup>ns</sup>    |
| <b>pH</b>                   | 3,69 <sup>ns</sup>   | 3,68 <sup>ns</sup>   | 3,69 <sup>ns</sup>   |
| <b>Polifenoles totales</b>  | 1225,7 <sup>ns</sup> | 1374,3 <sup>ns</sup> | 1486,2 <sup>ns</sup> |
| <b>Antocianos</b>           | 562,0 <sup>ns</sup>  | 678,6 <sup>ns</sup>  | 727,6 <sup>ns</sup>  |
| <b>Catequinas</b>           | 518,3 <sup>ns</sup>  | 654,2 <sup>ns</sup>  | 694,6 <sup>ns</sup>  |
| <b>Intensidad colorante</b> | 11,21 <sup>b</sup>   | 14,32 <sup>ab</sup>  | 17,04 <sup>a</sup>   |
| <b>Tonalidad</b>            | 0,610 <sup>ns</sup>  | 0,572 <sup>ns</sup>  | 0,560 <sup>ns</sup>  |

El raleo de racimos determinó contenidos de alcohol significativamente superiores, con efecto mayor cuando se realizó en envero. Si bien no se constataron diferencias estadísticas en la acidez total ni en el pH, parece haber una tendencia a que la acidez total sea mayor cuando se ralea (Tabla 2).

Si se consideran los resultados obtenidos en cada año se verifica que los tratamientos de raleo determinaron mayores concentraciones de polifenoles totales, antocianos y catequinas en los vinos producidos en todos los años. Como excepción, en 1994 el raleo en cuajado determinó menores contenidos de antocianos que el testigo, y en 2000 los contenidos de catequinas del vino testigo fueron mayores a los correspondientes a ambos raleos. La respuesta fue diferente según los años, pero promedialmente el mejor efecto se consiguió con el raleo en envero (Tabla 2 y Figura 2).



**Figura 2.** Contenidos antociánicos e intensidad colorante de los vinos, en cada año de ensayo y promedios generales. RC = raleo en cuajado; RE = raleo en envero.

El color de los vinos correspondientes a los raleos en cuajado y en envero fue significativamente diferente al del testigo, en todos los años. La intensidad colorante de los vinos del raleo en envero fue superior a la de los vinos del raleo en cuajado en todos los años (Figura 2).

### **III) EMPLEO DE LEVADURAS COMERCIALES**

#### **III.1) MATERIALES Y METODOS**

Se comparó el efecto del uso de dos levaduras secas activas (A y B) con un testigo, elaborados con una misma partida de uva Tannat. La levadura A era *Saccharomyces bayanus*, en tanto la B era *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*. Se vinificaron 50 kilos de uvas Tannat por tratamiento, utilizando una moledora descobajadora de rodillos Amos para obtener los mostos, que fueron encubados en recipientes de acero inoxidable de 100 litros de capacidad. Las levaduras secas activas se agregaron en dosis de 15 gramos por hectólitro.

La maceración se llevó a cabo durante 4 días, con un remontaje diario y bazuqueos dos veces al día. Al descube se prensaron los orujos con una prensa manual de tornillo, de acero inoxidable, y se juntaron los jugos de gota y de prensa.

Se agregaron 4 gramos de anhídrido sulfuroso por hectólitro al moler la uva, y se corrigieron sus contenidos luego del segundo trasiego. Los vinos fueron conservados en recipientes de vidrio de 10 litros y fueron analizados al mes de finalizar la fermentación alcohólica, determinándose la composición de base, la composición fenólica y el color.

#### **III.2) RESULTADOS Y DISCUSION**

Se observaron diferencias en la cinética fermentativa de cada tratamiento, con inicio de fermentación más temprano y velocidad mayor del proceso en los mostos con levaduras secas activas. A su vez, en estos tratamientos la fermentación culminó antes, siendo completada en 5 días con la levadura A, en 7 días con la B y en 9 días en el testigo.

Las temperaturas alcanzadas durante el proceso también fueron diferentes, respondiendo a la velocidad fermentativa verificada en cada caso. Al tercer día se alcanzaron temperaturas de 28 y 27,5° C, para las levaduras A y B respectivamente, en tanto en el testigo las temperaturas máximas alcanzadas fueron de 25,5° C.

En todos los casos las fermentaciones se desarrollaron de manera completa, dando concentraciones de azúcares reductores en los vinos casi idénticas. El contenido alcohólico del vino producido con la levadura A fue mayor, aunque las diferencias con los demás tratamientos no fueron significativas (Tabla 3).

La acidez total fue significativamente superior en el testigo. El pH presentó diferencias estadísticas, con valores más altos en los vinos obtenidos con L.S.A, Estos resultados pueden

relacionarse con la mayor extracción de componentes de los hollejos que se da con temperaturas superiores en la maceración. Las concentraciones iniciales de alcohol también inciden en este proceso. Esta extracción diferencial se refleja también en los extractos secos de los vinos (Tabla 3).

**Tabla 3 :** Composición de los vinos obtenidos con las distintas levaduras. El alcohol se expresa en % en volumen; acidez total en meq por litro; extracto seco y azúcares reductores en g por litro; los polifenoles totales en mg de ácido gálico por litro; los antocianos en mg de monoglucósido de malvidina por litro; las proantocianidinas en mg de cloruro de cianidina por litro.

|                             | LEVADURA A | LEVADURA B | TESTIGO  |
|-----------------------------|------------|------------|----------|
| <b>Alcohol</b>              | 11,55 ns   | 11,25 ns   | 11,25 ns |
| <b>Acidez total</b>         | 105,1 b    | 112,2 ab   | 116,3 a  |
| <b>pH</b>                   | 3,50 a     | 3,50 a     | 3,40 b   |
| <b>Extracto seco total</b>  | 29,7 b     | 32,0 a     | 28,1 c   |
| <b>Azúcares reductores</b>  | 2,0 ns     | 2,1 ns     | 2,1 ns   |
| <b>Polifenoles totales</b>  | 1221 b     | 1382 a     | 1100 c   |
| <b>Antocianos totales</b>   | 487 b      | 542 a      | 434 c    |
| <b>Proantocianidinas</b>    | 1183 b     | 1344 a     | 932 c    |
| <b>Intensidad colorante</b> | 11,33 a    | 12,49 b    | 9,60 c   |

Los contenidos fenólicos de los vinos elaborados con L.S.A. fueron significativamente mayores (Tabla 3), en correspondencia con las condiciones de extracción señaladas precedentemente. La difusión de los distintos fenoles durante la maceración depende de la localización de estos compuestos en las células de los hollejos, y de las concentraciones de alcohol en el medio, particularmente importantes para los taninos (Di Stéfano y col., 1990; Amrani y Glories, 1994).

Los contenidos de antocianos totales presentaron diferencias estadísticas significativas, con valores mayores en los vinos de las L.S.A. (Tabla 3). Los antocianos son los polifenoles que se extraen más rápidamente durante la maceración, debido a su mayor solubilidad en agua y a su localización en las vacuolas de las células de los hollejos, por lo que la simultaneidad de la fermentación y la maceración no parece afectar su extracción (Di Stéfano et al., 1990; Amrani y Glories, 1994).

Los contenidos antociánicos de los vinos son influidos por las características de cada cepa de levadura, ya que las mismas pueden determinar una diferente fijación de estos compuestos por adsorción en sus paredes celulares, pueden inducir a una diversa degradación de los mismos según sus actividades beta-glucosidásicas, y pueden dar lugar a una diversa estabilización de estas moléculas por efecto de segregación de sus polisacáridos parietales. A su vez, es muy importante la incidencia de las reacciones de los antocianos con metabolitos producidos por las levaduras y el efecto de estabilización de los antocianos por condensación con taninos (más abundantes en los vinos de las levaduras A y B) (Glories 1984a y b; Dallas et al., 1995, 1996a y 1996b; Cuinier, 1997;

Ferrari et al., 1997; Sponholz, 1997). Por otra parte, el pH condiciona la adsorción de los antocianos por parte de las paredes de las levaduras (Cuinier, 1988; Vasserot et al., 1997).

El color de los vinos refleja las diferencias en la composición fenólica, con intensidad colorante estadísticamente superior para la levadura B, habiendo diferencias significativas también entre A y el testigo (Tabla 3). Estos resultados coinciden con los reportados por la bibliografía (Cuinier, 1988 y 1997; Ferrari et al., 1997).

## **IV) ENZIMAS PECTOLÍTICAS**

### **IV.1) MATERIALES Y METODOS**

Se hicieron dos ensayos de comparación del efecto de la utilización de preparados pectolíticos comerciales.

ENSAYO A. Se realizó en 1996, empleando tres preparados pectolíticos (ENZ1, ENZ2Y ENZ3) que se compararon con un testigo (TEST1) elaborados con una misma partida de uva Tannat. Se vinificaron 30 kilos de uvas por tratamiento, utilizando los preparados enzimáticos en una dosis de 2 gramos por hectolitro.

ENSAYO B. Se realizó en 1999, comparando el efecto del uso de dos preparados pectolíticos comerciales (ENZ4 y ENZ5) con un testigo (TEST2), elaborados también con uvas Tannat. Se vinificaron 50 kilos de uvas por tratamiento, con una dosis de enzimas de 3 gramos por hectolitro.

En ambos ensayos los mostos se obtuvieron con una moledora descobajadora de rodillos Amos, y fueron encubados en recipientes de acero inoxidable de 100 litros. Las enzimas se agregaron enseguida de la molienda.

La maceración se llevó a cabo durante 5 días en el ensayo A y durante 4 días en el B, con dos remontajes diarios. Luego del descube y prensado de los orujos se juntaron los jugos de gota y de prensa. Los vinos fueron analizados al mes de finalizar la fermentación alcohólica, determinando la composición de base, la composición fenólica, el color y los contenidos de metanol.

### **IV.2) RESULTADOS Y DISCUSION**

La composición de base de los vinos no presentó diferencias estadísticas, con excepción de las concentraciones de extracto seco total (Tabla 4). Estos valores reflejan la mayor extracción de componentes de las partes sólidas de la uva por efecto de la actividad de las enzimas, ya que los vinos enzimados tuvieron valores de extracto seco significativamente superiores a los correspondientes a los testigos.

Estos resultados coinciden con los reportados por la bibliografía (Nicolini y Mattivi, 1995; Villettaz, 1996).

**Tabla 4 :** Composición de base de los vinos obtenidos en los dos ensayos. El contenido de alcohol se expresa en % en volumen; la acidez total en meq por litro; el extracto seco total en g por litro; el metanol en mg por litro de vino. TEST1 = testigo del primer ensayo, ENZ1, ENZ2 y ENZ3 = vinos enzimados del primer ensayo; TEST2 = testigo del segundo ensayo, ENZ4 y ENZ5 = vinos enzimados del segundo ensayo.

|                      | ENZ1  | ENZ2  | ENZ3  | TEST1 | ENZ4  | ENZ5  | TEST2 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Alcohol</b>       | 12,50 | 12,65 | 12,6  | 12,50 | 11,05 | 11,25 | 11,25 |
| <b>Acidez total</b>  | 114,2 | 106,1 | 106,1 | 112,2 | 112,2 | 116,3 | 116,3 |
| <b>pH</b>            | 3,63  | 3,63  | 3,60  | 3,58  | 3,44  | 3,40  | 3,40  |
| <b>Extracto seco</b> | 33,1  | 32,5  | 32,0  | 31,3  | 30,5  | 28,9  | 28,1  |
| <b>Metanol</b>       | 87,6  | 94,3  | 70,9  | 59,5  | 96,3  | 111,7 | 76,9  |

Los contenidos de metanol de los vinos elaborados con utilización de enzimas fueron mayores a los de sus respectivos testigos en ambos ensayos. Los incrementos de las concentraciones de metanol oscilaron entre 19,2 y 58,4 %, con respecto a los testigos (Tabla 4). Estos resultados son coincidentes con los encontrados por diversos autores (Nicolini y Mattivi, 1995 y 1997; Lovino et al., 1997; Revilla et al., 1997; Revilla y González SanJosé, 1998), y se deberían a la actividad PME de los preparados enzimáticos comerciales, que se suma a la propia de la uva.

En cualquier forma, las concentraciones de metanol fueron bajas en todos los vinos y se encuentran muy por debajo de los límites admitidos a nivel internacional, lo que debe relacionarse con la variedad de uva y con los tiempos de maceración empleados en estos ensayos. Nicolini y Mattivi (1995) y González Neves et al. (1997) señalan que los factores que más inciden en los contenidos de metanol de los vinos son la variedad empleada en su elaboración (ya que el grado de metilación de las pectinas y el contenido de la uva en pectin-metil-esterasas endógenas están determinados genéticamente) y la duración de las maceraciones. González Neves et al. (1997) reportaron contenidos de metanol particularmente bajos en los vinos elaborados con uvas Tannat en Uruguay.

**Tabla 5 :** Contenidos fenólicos de los vinos de ambos ensayos. Los polifenoles totales en mg de ácido gálico por litro; los antocianos en mg de monoglucósido de malvidina por litro; las catequinas en mg de D-catequina por litro; las proantocianidinas en mg de cloruro de cianidina por litro.

|                       | ENZ1  | ENZ2  | ENZ3  | TEST1 | ENZ4  | ENZ5  | TEST2 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Polif. totales</b> | 1516  | 1625  | 1531  | 1316  | 1301  | 1184  | 1100  |
| <b>Antocianos</b>     | 925   | 933   | 830   | 802   | 492   | 448   | 434   |
| <b>Catequinas</b>     | 714   | 746   | 670   | 615   | 820   | 727   | 630   |
| <b>Proantocianid.</b> | 1415  | 1390  | 1337  | 1241  | 1222  | 1143  | 932   |
| <b>Int. colorante</b> | 22,24 | 20,76 | 18,58 | 17,90 | 10,79 | 10,44 | 9,60  |

Los contenidos fenólicos de los vinos elaborados con enzimas fueron significativamente diferentes entre sí y con respecto a los vinos testigos, en ambos ensayos (Tabla 5). Los contenidos

fenólicos totales de los vinos enzimados tuvieron incrementos comprendidos entre 7,6 y 23,5 % con relación a los vinos testigo. Los vinos tratados con enzimas tuvieron concentraciones de antocianos entre 3,2 y 16,3 % mayores, y de proantocianidinas entre 7,7 y 31,2 % mayores a las de los testigos.

Estos resultados coinciden con la bibliografía (Gerbaux, 1994; Nicolini y Mattivi, 1995 y 1997; Pardo et al., 1999; Ducruet et al., 2000; Guerrand, 2000; Revilla y González-SanJosé, 2002), mostrando una mayor respuesta al uso de enzimas pectolíticas en la extracción de taninos que en la de antocianos.

Este efecto se explica por la diversa localización de los polifenoles en las células de los hollejos. Los taninos se encuentran en forma soluble en las vacuolas y bajo forma ligada en las membranas vacuolares y celulares (Amrani y Glories, 1994), por lo que su extracción en la vinificación está ligada al estado de disgregación de las paredes celulares, sobre cuyos polisacáridos actúan las enzimas pectolíticas. Las membranas vacuolares, que actúan como barrera para la difusión de los antocianos, no son afectadas por estas enzimas. La degradación y destrucción de las paredes y de las membranas celulares es favorecida no solo por las actividades pectolíticas de los preparados, sino también por algunas de sus actividades secundarias (Di Stéfano y col., 1990; Villettaz, 1996; Ducruet et al., 2000).

Guerrand (2000) señala que los preparados que son más eficaces en la extracción de los componentes intracelulares parecen ser los que tienen mayores concentraciones de pectinasas, pero también una actividad galactanasa elevada, que sería importante para degradar las cadenas laterales de las pectinas.

Los mayores contenidos de antocianos en los vinos enzimados no son resultado exclusivamente de una mayor extracción, sino que pueden estar relacionados con el efecto estabilizador de las reacciones de condensación entre antocianos y taninos, promovidas por los mayores contenidos de catequinas y proantocianidinas y por la modificación de las cinéticas de difusión de estos compuestos desde las partes sólidas de la uva al jugo (Glories, 1984a y b; Dallas et al., 1995, 1996a y 1996b;).

La diferente composición fenólica de los vinos determinó diferencias muy significativas en el color, con intensidad colorante mayor en los vinos tratados que en los testigos (Tabla 5).

## CONCLUSIONES

Los factores agronómicos y enológicos considerados inciden de manera importante en las características de los vinos tintos de la variedad Tannat, tanto en su composición de base (alcohol, acidez, extracto seco), como en su composición polifenólica y color.

Si bien los resultados fueron muy influidos por las condiciones de cada año, los viñedos de Tannat conducidos en lira tuvieron mejores resultados enológicos que los conducidos en espaldera. En cambio, los efectos del tipo de poda en la lira no fueron significativos.

El empleo de levaduras comerciales puede modificar de manera sustantiva la composición de los vinos. El efecto puede deberse directamente a la síntesis de metabolitos por la levadura o ser un

efecto indirecto, relacionado con las reacciones que se dan entre los compuestos producidos por la levadura y compuestos provenientes de la uva. A su vez, hay efectos de adsorción, de degradación y de estabilización de las moléculas de antocianos por parte de las levaduras, que son muy variables según las cepas.

El uso de enzimas pectolíticas puede tener efectos positivos sobre el color, debido a una mayor extracción de polifenoles de la uva, y efectos negativos sobre la calidad bromatológica de los vinos, por efecto de una mayor liberación del metanol de las pectinas. Los efectos son muy diferentes según el preparado pectolítico considerado y las características de la uva que se vinifica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amati, A.; Ferrarini, R.; Giulivo, C.; Castellari, M.; Galli, M. 1997. Influenza delle caratteristiche varietali e del diradamento dei grappoli sulla composizione fenolica del vino Valpolicella D.O.C.. Riv. Vitic. Enol. 2: 37-46.

Amrani, K.; Glories, Y. 1994. Étude en conditions modèles de l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. J. Int. Sci. Vigne Vin 28 (4): 303-317.

Campostrini, F.; Bertamini, M.; De Micheli, L.; Iacono, F. 1991. Esperienze pluriennali di diradamento dei grappoli sui vitigni. Vignevini 10: 29-35.

Carbonneau, A. 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne. Essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité. Tesis de Doctorado, Universidad de Bordeaux.

Carbonneau, A. 1990. Mecanismes generaux de l'influence du système de conduite sur la qualité des vins. In Actas GESCO: 23-34.

Carbonneau, A. 1991. Une étape de l'évolution des systèmes de conduite: la lyre simplifiée. Riv. Vitic. Enol, 4: 247-255.

Cuinier, C. 1988. Influence des levures sur les composés phénoliques du vin. Bull.OIV 689-690 : 596-601.

Cuinier, C. 1997. Ceppi di lievito e composizione fenolica dei vini rossi. Vignevini 7/8 : 39-42.

Dallas, C.; Ricardo-Da-Silva, J. M.; Laureano, O. 1995. Degradation of oligomeric procyanidins and anthocyanins in a Tinta Roriz red wine during maturation. Vitis 34 (1): 51-56.

Dallas, C.; Ricardo-Da-Silva, J. M.; Laureano, O. 1996a. Interactions of oligomeric procyanidins in model wine solutions containing Malvidin-3- Glucoside and Acetaldehyde. J. Sci. Food Agric. 70: 493-500.

Dallas, C.; Ricardo-Da-Silva, J. M.; Laureano, O. 1996b. Products formed in model wine solutions involving anthocyanins, procyanidin B2, and acetaldehyde. J. Agric. Food Chem. 44: 2402-2407.



- Di Collalto, G.; Ferrini, F.; Biricolti, S. 1991. Risultati di ricerche sul diradamento dei grappoli della vite in ambiente collinare toscano. *Vignevini* 7-8: 39-41.
- Di Stéfano, R.; Cravero, M.; Guidoni, S. 1990. I composti fenolici dell'uva. Estrazione dei composti polifenolici dalle parti solidi dell'uva durante la fermentazione. *Vini d'Italia* XXXII (1): 15-22.
- Ducruet, J.; Glories, Y.; Canal-Llaubères, R. (2000). Étude de l'influence d'une préparation enzymatique de macération sur le vin et le raisin rouge. *R.OE.* 97: 15-18.
- Ferrari, S.; Gheri, A.; Rosi, I.; Trioli, G. 1997. Polisaccaridi del lievito e polifenoli. *Vignevini* 7/8 : 43-45.
- Ferrer, M.; Abella, J.; Sibille, Y.; Camussi, G.; González-Neves, G. Determination of bud fertility as a simple method for the determination of harvesting volume in *Vitis vinifera* L. cv Tannat, using two pruning systems. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 38 (1) : 49-53.
- Gerbaux, V. 1994. Étude de quelques conditions de cuvaision susceptibles d'augmenter la composition polyphénolique des vins de Pinot Noir. *R.OE.* 69: 15-18.
- Glories, Y. 1984a. La couleur des vins rouges. 1re. Partie : Les equilibres des anthocyanes et des tanins. *Conn. Vigne Vin* 18 (3) : 195-217.
- Glories, Y. 1984b. La couleur des vins rouges. 2e. Partie : Mesure, origine et interpretation. *Conn. Vigne Vin* 18 (4) : 253-271.
- González-Neves, G.; Barreiro, L.; Bochicchio, R.; Curbelo, M.; Gatto, G.; Gil, G.; Tessore, A. 1997.
- Evaluación de los principales factores que inciden en los contenidos de metanol de los vinos. II Encuentro Bromatológico Latinoamericano. Córdoba.
- González-Neves, G.; Ferrer, M.; Bochicchio, R.; Gatto, G. 2001. Incidencia del raleo de racimos en la composición de vinos tintos Tannat: resultados de 7 años de ensayos (1994-2000). In: *Actas VIII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología*. Montevideo.
- González-Neves, G.; Gil, G.; Ferrer, M. 2002. Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. *Food Sci. Tech. Int.* 8 (5): 315-321.
- Guerrand, D. 2000. Préparations enzymatiques: profils d'activité et performances. *R.F.OE.* 183: 19-24.
- Lovino, R.; Di Benedetto, G.; Scazzarriello, M. (1997). L'impiego di enzimi pectolitici nella vinificazione in rosso di uve dell'Italia Meridionale. *L'Enotecnico* 6: 75-85.
- Morrison, J.; Noble, A. 1990. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and fruit and wine sensory properties . *Am. J. Enol. Vitic.* 41(3): 193-200.
- Nicolini, G.; Mattivi, F. 1995. Utilizzo di enzimi nella vinificazione in rosso. *Vignevini* 10: 44-48.
- Nicolini, G.; Mattivi, F. 1997. Vinificazione di uve rosse con enzimi pectolitici esogeni: esperienze effettuate nel 1994. *L'Enotecnico* 3: 65-71.

- O.I.V. 1990. Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Paris. O.I.V. 368 pp.
- Ough, S.; Nagaoka, R. 1984. Effect of cluster thinning and vineyard yields on grape and wine composition and wine quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 35 (1): 30-34.
- Pardo, F.; Salinas, M.; Alonso, G.; Navarro, G.; Huerta, M. (1999). Effect of diverse enzyme preparations on the extraction and evolution of phenolic compounds in red wines. *Food. Chem.* 67:135-142.
- Revilla, I.; González-SanJosé, M. 1998. Methanol release during fermentation of red grapes treated with pectolytic enzymes. *Food Chem.* 63 (3): 307-312.
- Revilla, I.; González-SanJosé, M. 2002. Multivariate evaluation of changes induced in red wine characteristics by the use of extracting agents. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4525-4530.
- Revilla, I.; Pérez-Magariño, S.; González-SanJosé, M. 1997. Mostos y vinos elaborados con enzimas pectinolíticas: contenido de metanol. In *Actas Jornadas Gienol.* Ed. C. García Barroso, El Puerto de Santa María. pp. 137-141.
- Smart, R. (1985). Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 36 (3): 230-239.
- Sponholz, W. (1997). L'attività enzimatica dei lieviti e la stabilità del colore rosso dei vini. *Vignevini* 7/8: 34-36.
- Sponholz, W. 1997. L'attività enzimatica dei lieviti e la stabilità del colore rosso dei vini. *Vignevini* 7/8 :34-36.
- Vasserot, Y.; Caillet, S.; Maujean, A. 1997. Study of anthocyanin adsorption by yeast lees. Effect of some physicochemical parameters. *Am. J. Enol. Vitic.* 48 (4) : 433-437.
- Villettaz, J. 1996. Utilisation des enzymes en oenologie pour l' extraction de la couleur et pour l'extraction et la révélation des arômes. *Bull. O.I.V.* 69 (787-788): 843-860.
- Zamboni, M.; Bavaresco, L.; Iacono, F. 1992. Influenza della carica di gemme sullo sviluppo vegetativo e sull'acidità del mosto di Pinot grigio, Pinot nero e Sauvignon. *Quad. Sc. Spec. in Vitic. e Enol. Univ. di Torino*, pp.: 85-90.

# **O USO DO ZONEAMENTO VITIVINÍCOLA PARA A OTIMIZAÇÃO DOS FATORES AGRONÔMICOS NA OBTENÇÃO DE VINHOS DE QUALIDADE**

Jorge Tonietto Dr., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, Caixa Postal  
130 - 95700-000 Bento Gonçalves, Brasil ; e-mail: tonietto@cnpuv.embrapa.br

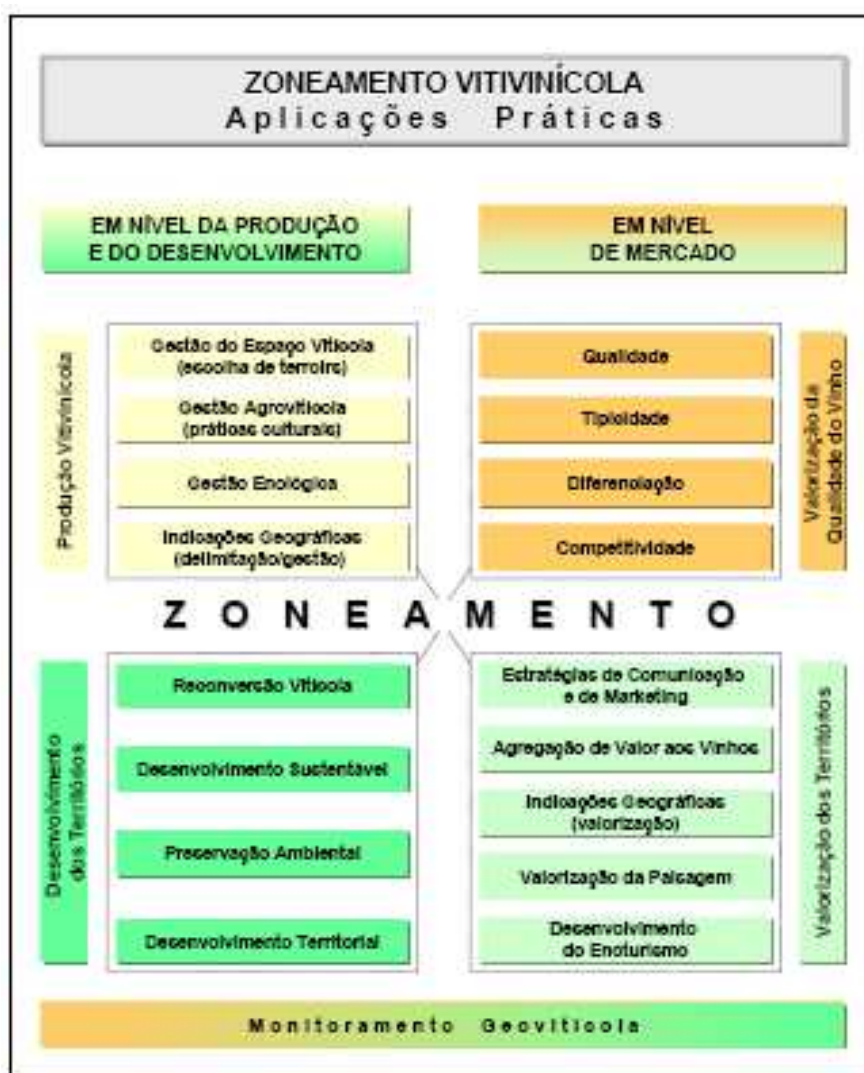
## **Introdução**

De uma viticultura que historicamente avançou com base no conhecimento empírico, hoje evoluímos para uma viticultura que cada vez mais se tecnifica.

Com conhecimentos cada vez mais complexos e com maior capacidade de interpretar a realidade, o zoneamento vitivinícola avança rapidamente para responder a questões de maior profundidade. O zoneamento de ontem era mais simples. No futuro, teremos maior complexidade. A realidade e as perspectivas de desenvolvimento tecnológico mostram que cada vez mais teremos meios para realizar zoneamentos integrados. Isto é importante pois a demanda de produtores e consumidores está a exigir tais avanços.

O zoneamento dos terroirs vitícolas pode ser visto como um tipo de zoneamento agroecológico. No tocante à definição de áreas para indicações geográficas, ele é um zoneamento de proteção (de um produto) e, pelo fato de contribuir para o desenvolvimento regional, ele é igualmente um zoneamento de planejamento e ordenação (Vaudour, 2003). No zoneamento, enfrentamos o desafio de compreender o potencial dos fatores naturais e de sua interação com os fatores humanos, onde o clima, o solo, a variedade, as tecnologias agrovitícolas e enológicas são as componentes do produto final - o vinho.

Em sua aplicação prática, o zoneamento está situado entre duas componentes maiores da vitivinicultura: a produção e o mercado (Figura 1).



**Figura 1.** Aplicações práticas do zoneamento ligadas à produção vitivinícola, ao desenvolvimento do território, bem como à valorização do vinho e dos territórios em nível de mercado.

Utilizar o zoneamento como instrumento de desenvolvimento da vitivinicultura e de valorização da vocação das regiões é o papel maior a atingir, de maneira a dar continuidade, na dimensão "tempo x espaço", a esta produção milenar que é parte integrante da história do homem.

### O Zoneamento Vitivinícola na Otimização dos Fatores Agronômicos

Abordar as aplicações práticas do zoneamento vitivinícola é visualizar tudo o que já foi possível realizar até hoje e, igualmente, abrir novas vias de descoberta de contribuições potenciais para o zoneamento.

A primeira grande contribuição objetiva de aplicação prática do zoneamento está ligada à produção vitícola e enológica (uva/vinho), onde encontramos a gestão do espaço vitícola e a gestão agrovitícola e enológica deste espaço. Esta contribuição está ligada igualmente à configuração de regiões produtoras, que normalmente agrupam centenas ou milhares de viticultores. Na organização produtiva regionalizada, o zoneamento vitivinícola é um instrumento que contribui para o desenvolvimento das regiões. De fato, é o desenvolvimento territorial que é estimulado, com implicações sobre o desenvolvimento durável (Figura 1).

A segunda grande contribuição do zoneamento está ligada a todos os aspectos que são consequência do zoneamento e que possibilitam a valorização do produto "vinho" e dos territórios implicados. É a parte implicada aos usos práticos que tem repercussão mercadológica junto ao consumidor. Toda qualidade e tipicidade dos vinhos ligada ao terroir pode ser explorada visando a diferenciação da produção, distinção que pode ser utilizada para aumentar a competitividade do produto em nível de mercado (Figura 1).

### **Escalas de Zoneamento e Aplicações Práticas**

A aplicação prática está ligada à escala do zoneamento (Figura 2). Quando trabalhamos na escala da parcela vitícola (grande escala geográfica), podemos ter como objetivo a seleção do terroir, a escolha do porta-enxerto, de um sistema de condução que otimize a qualidade e a tipicidade do produto. Já ao nível de uma denominação de origem podemos pensar em tipos de vinhos, sua qualidade e tipicidade ligadas ao terroir e à sua valorização através do vinho. No nível de um país, teremos informações para estabelecer políticas de desenvolvimento regional. Em nível de uma grande região se pode pensar em políticas de regulação da produção (ex.: zoneamento europeu do potencial de maturação da uva; Carbonneau, 1994). Se o zoneamento se desenvolve na escala geovitícola, pode-se avaliar e monitorar as tendências globais das regiões, como a evolução do clima vitícola mundial, por exemplo, ou avaliar a produção qualitativa.

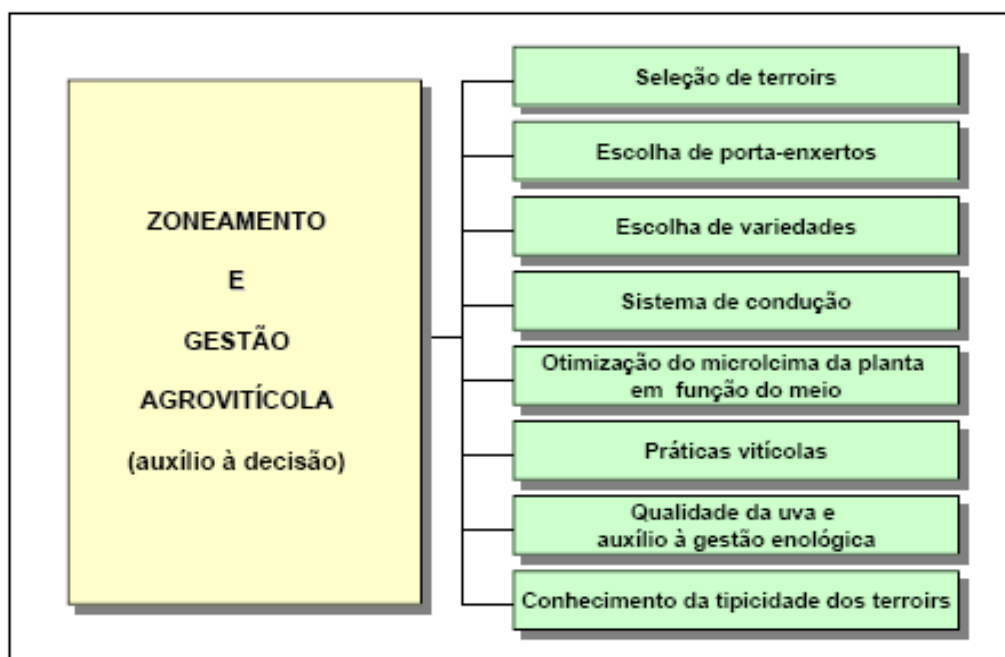


**Figura 2.** Escalas do zoneamento vitivinícola: do monitoramento geovíticola à escala da parcela vitícola.

### O Zoneamento e a Gestão Agrovitícola e Enológica

A gestão agrovitícola é um dos elementos mais objetivos do zoneamento: otimizar o efeito terroir, buscar o equilíbrio da produção minimizando os efeitos restritivos do meio e valorizando os fatores favoráveis (Asselin, 2002). O efeito terroir deve ser visto pela interação com a variedade, compreendidos o porta-enxerto, as práticas culturais – o sistema de condução, a poda de inverno, a poda verde, o raleio de cachos, a cobertura vegetal (Figura 3).

Da mesma forma, a gestão agrovitícola deve constituir-se num verdadeiro traço de união com a gestão enológica voltada para a valorização do potencial da uva produzida em nível do terroir vitícola. Assim, o zoneamento é um instrumento de apoio à decisão nos diferentes níveis da produção vitivinícola



**Figura 3.** Contribuição do zoneamento ao nível da gestão agrovinícola.

### **A Delimitação de Territórios Vitícolas**

Em regiões vitícolas mais recentes, ou mesmo em regiões tradicionais, o zoneamento responde às necessidades de delimitação das zonas vitícolas de maior potencial ou de um potencial particular para certo tipo de vinho. Neste caso busca-se a organização da produção em zonas de maior qualidade potencial.

Pode-se ter como objetivo, também, a delimitação geográfica ou parcelar com vistas à produção de vinhos em regiões demarcadas, implementando os conceitos das indicações geográficas nos seus diferentes níveis de exigência. Em todos os casos, a informação gerada pelo zoneamento é de interesse imediato dos produtores, contemplando informações de uso direto sobre o meio - solo, clima, adaptação de variedades, etc.

Em nível de experimentação, o amplo conhecimento do meio possibilita a otimização da escolha das parcelas experimentais, de maneira que os resultados obtidos possam ser representativos e aplicáveis aos terroirs efetivamente representativos de uma região determinada.

### **O Zoneamento de Regiões com Potencial Vitícola**

Podemos também utilizar o zoneamento como instrumento de pesquisa para a identificação de novas regiões com potencial vitícola.

Isto se aplica principalmente aos países do "novo mundo vitícola", onde a viticultura busca novas fronteiras em nível de regiões produtoras. Neste caso, o zoneamento é um meio de analisar a potencialidade dos fatores naturais, seja em relação a restrições ou condições de inaptidão para a viticultura, seja para a avaliação ligada aos níveis de qualidade potencial dos terroirs. Nesta situação, o zoneamento pode responder a várias questões sobre o potencial do clima e do solo para uma viticultura de qualidade (Figura 4).



**Figura 4.** Perguntas que o zoneamento pode responder sobre o potencial do clima e do solo para uma viticultura regional de qualidade.

### Zoneamento e Geoviticultura

Segundo Carbonneau e Tonietto (1998), a geoviticultura é o tratamento da informação vitícola em escala mundial. A geoviticultura possibilita avaliar e monitorar dentre outros: o espaço vitícola como tal, o clima vitícola mundial e sua evolução no tempo, o impacto das mudanças tecnológicas sobre as zonas vitícolas e os produtos vinícolas.

Este conceito torna-se necessário neste novo contexto de mundialização das relações científicas e econômicas. A geoviticultura deverá, então, ser capaz de analisar e atualizar a informação vitícola em nível mundial. A partir de uma base de dados climáticos mundial das regiões vitícolas, os autores mostram como a geoviticultura torna possível, por exemplo, a análise prospectiva do impacto mundial das mudanças tecnológicas potenciais, como o desenvolvimento de variedades resistentes às doenças fúngicas, por exemplo.



Para a geoviticultura, a gestão de grandes bases de dados torna-se indispensável. Contudo, através da informatização, teledetecção, fotografias aéreas numerisadas, cartografia digital, Sistemas de Informação Geográficos (SIG), geotecnologias, é possível tratar grandes volumes de dados e atualizá-los sistematicamente. O desenvolvimento e a apropriação de metodologias de uso geovitícola, como o Sistema CCM Geovitícola (Tonietto e Carbonneau, 2004), tornam-se necessárias para esta escala de análise.

É igualmente no conceito da geoviticultura que o zoneamento vitivinícola encontra uma importante aplicação prática em nível mundial.

## **Desenvolvimento Territorial e Desenvolvimento Sustentável**

Em particular em nível das indicações geográficas e outros meios de valorização do terroir, o zoneamento vitivinícola pode ser um instrumento de contribuição ao desenvolvimento territorial e ao desenvolvimento sustentável.

Muitas vezes, dificuldades naturais de uma região (relevo, etc.) podem ser valorizadas, quando identificadas como fatores de qualidade, e transformadas em vantagem, servindo para a manutenção de viticultores nas zonas rurais.

O zoneamento é um instrumento para o entendimento e caracterização do vinho elaborado em uma multiplicidade de interações entre condições naturais e saber-fazer humano. É, assim, um instrumento de valorização e manutenção da diversidade dos vinhos e das culturas regionais num mercado globalizado.

O zoneamento é fundamental para os estudos estratégicos da produção vitivinícola e de mercado. Produtos regionais diferenciados e identificáveis pelo consumidor tornam possível a localização de produtos num contexto de mundialização do comércio. O zoneamento pode valorizar a tipicidade e a autenticidade dos terroirs através do vinho, contribuir para uma adequada organização da produção, estratificação da qualidade, distinguindo os produtos através de sinais de qualidade ligados à origem da produção. Além de aumentar a competitividade dos produtos vinícolas, ele possibilita melhorar a traçabilidade dos produtos e a segurança alimentar.

Num mundo onde as relações comerciais vão cada vez mais no sentido da mundialização, o zoneamento vitivinícola pode auxiliar a identificar, caracterizar, organizar e manter a grande diversidade encontrada na produção de vinho, elemento de base da riqueza cultural nas diferentes regiões do mundo.

## Referências Bibliográficas

- Asselin, C., 2002. Le groupe d'experts zonage vitivinicole de l'Office International Vigne et Vin - O.I.V. : ses activités, ses travaux. In: IV Symposium International sur le Zonage Vitivinicole, 4, 2002, Avignon, France. Compte Rendu. Avignon, Inter Rhône et Office International de la Vigne et du Vin. pp. 539-551. (Tome II).
- Carbonneau, A.; Tonietto, J., 1998. La géoviticulture : de la géographie viticole aux évolutions climatiques et technologiques à l'échelle mondiale. Revue des OEnologues et des Techniques Vitivinicoles et OEnologiques, Chaintre - France, n. 87, 16-18.
- Morlat, R., 2001. Terroirs viticoles : étude et valorisation. Chaintré, Avenir OEnologie. 118pp.
- Tonietto, J., 2003. Zonificación Vitícola: metodología de implementación y herramientas del sistema CCM Geovitícola. In: Curso Internacional de Vitivinicultura, 2003, Neuquén. Memoria Técnica. Neuquén, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. pp. 1-22.
- Tonietto, J; Carbonneau, A., 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology, 124/1-2, 81-97.
- Vaudour, E., 2003. Les terroirs viticoles : définitions, caractérisation et protection. Paris, Dunot. 294pp.

## **LA AUTOCORRECCIÓN DE MOSTOS UNA BUENA ALIADA PARA LA OBTENCIÓN DE VINOS DE CALIDAD**

González-SanJosé, M.L1; Ortega-Heras, M2#., Izcara, E.1 y González C.2  
1Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Burgos. Plaza  
Misael Bañuelos s/n. 09001

Burgos. España

# Dirección actual, 2Estación Enológica de Castilla y León, Rueda, (Valladolid). España

### **RESUMEN**

Se estudia el efecto de la concentración parcial (autocorrección) de mostos sobre las características de los vinos finales. Mostos de las variedades Malvasia, Verdejo y Tempranillo, procedentes de uvas en un grado de maduración claramente deficitario son concentrados parcialmente para corregir los defectos de maduración. Tras su elaboración por los métodos habituales, los vinos obtenidos son comparados con otros elaborados a partir de uvas de grado de madurez idóneo. Los resultados obtenidos muestran que la autocorrección es válida para corregir defectos de madurez sin alterar las características de los vinos finales. Se comentan algunas precauciones a tener en cuenta y las posibles limitaciones de esta técnica.

**Palabras clave:** concentración parcial, mostos, calidad, vinos, maduración, uvas.

### **INTRODUCCIÓN**

La elaboración de vinos implica partir de unas materias primas que permitan alcanzar los requisitos mínimos establecidos por las legislaciones vigentes. Evidentemente, la elaboración de productos de calidad implica además ciertos requisitos más estrictos que hacen necesario ser más exigentes con la calidad de la materia prima, la uva. Estas premisas de partida pueden y deben verse completadas o favorecidas por la aplicación de tecnologías apropiadas que permitan extraer y explotar adecuadamente el potencial intrínseco de las uvas (Troost, 1985).

Esta claro que cuando la uva madura adecuadamente, alcanzando su momento óptimo de vendimia, si ésta se trata correctamente dará los mejores caldos posibles. Sin embargo, a veces, debido a condiciones climáticas adversas como precipitaciones fuera de tiempo, falta de horas de insolación, veranos poco cálidos, ó bien debido a una mala gestión del viñedo, exceso de producción, podas inadecuadas, etc., puede ocurrir que no se produzca un adecuado desarrollo del proceso de maduración, poniéndose en riesgo la obtención de un vino de calidad (Andrade y González-Sanjósé, 1995).

Uno de los efectos de una madurez deficitaria es la reducción de la acumulación de azúcares en las uvas, lo que implica que se alcanzan bajas graduaciones alcohólicas probables, e incluso puede no llegarse a los grados mínimos establecidos por las legislaciones. Sin embargo, existen prácticas enológicas perfectamente legisladas, y por tanto autorizadas en los rangos establecidos, que permiten solucionar esta falta de azúcares. Son varias las prácticas bien conocidas y aplicadas como la chaptalización o adición de azúcares, sobre todo y casi exclusivamente en algunas zonas, como por ejemplo en Europa, de azúcar de remolacha. También se pueden adicionar mostos concentrados ó rectificados, que frente al azúcar de remolacha suponen la ventaja de no adicionar al medio ningún azúcar “extraño”. Recuérdese que las uvas son frutos ricos en fructosa y glucosa pero presentan niveles muy bajos de sacarosa.

Aunque la adición de mostos concentrados no introduce modificaciones respecto a los azúcares naturales de la uva, rara vez estos mostos proceden de las mismas variedades que se quieren corregir, y por tanto de algún modo también modifican las características naturales de los mostos corregidos. Entre las sustancias “extrañas”, que pueden aportar los mostos concentrados, tienen especial importancia aquellas que puedan inducir fuertes modificaciones de las características sensoriales de los vinos finales, como pigmentos y compuestos volátiles. En este último grupo destacan las sustancias de aroma a “cocido” asociadas a la caramelización parcial de azúcares y a los compuestos de la reacción de Maillard que se desarrollan durante la fase de concentración, y cuya concentración será mayor cuanto más intenso haya sido el tratamiento térmico aplicado.

Estos problemas no están asociados al uso de mostos rectificados, cuyas características finales, líquidos totalmente transparente y prácticamente inodoros, los hacen poco problemáticos. Sin embargo, tanto mostos concentrados como rectificados se comercializan sin grandes controles microbiológicos, por lo que pueden aportar al medio una microbiota extraña que modifique el desarrollo de las fermentaciones y por tanto que altere, nuevamente, las características del producto final. Este último riesgo es el menor de todos, pero aún así es suficiente para que algunos enólogos rechacen su uso y sigan prefiriendo el uso de la sacarosa. Evidentemente, otras consideraciones también juegan un papel importante en esta decisión, cómo las razones económicas.

En cualquier caso y sea cual sea la fuente de azúcares empleada, sacarosa o mostos, lo que es claro es que estás prácticas producen un cambio sustancial sobre el vino, el aumento del grado alcohólico, corrigiéndose así el defecto legal.

Sin embargo, no debe olvidarse que la falta de azúcares no es el único problema de una uva con maduración deficitaria. Desequilibrios fenólicos, bajos niveles de pigmentos, falta de precursores aromáticos positivos y exceso de precursores aromáticos negativos,

son algunos de los otros problemas asociados a una mala maduración de las uvas. Ninguno de estos problemas será corregido por la elevación externa del grado alcohólico probable.

EL reglamento CEE 1493/1999, señala como otra práctica permitida para aumentar el grado, con unos límites bien definidos, la concentración parcial de mostos ó autoenriquecimiento ó autocorrección, en el sentido que no se adiciona nada sino que el mosto ó la masa de vendimia se “autocorrigen” al eliminarse el exceso de agua. Esta práctica puede llevarse a cabo por varios procedimientos, entre los que se encuentran la ósmosis inversa y la concentración aplicando vacío a temperatura controlada. En ambos casos, los daños térmicos del producto inicial, el mosto, están minimizados, y la concentración implica la eliminación de agua prácticamente pura, por lo que en principio no se altera el equilibrio natural de los componentes del mosto, ya que todos se concentran al unísono, conservando su proporción. Las características propias de ambas técnicas determinan los requisitos exigibles a los productos que van a ser tratados, sobretodo en lo relativo a su limpidez.

El objetivo de este trabajo fue hacer una primera evaluación de las posibilidades de corregir defectos de maduración a través de la aplicación del autoenriquecimiento parcial de mostos. Para ello se compararon vinos elaborados desde uvas pre-maduras, cuyos mostos se concentraron parcialmente aplicando vacío a temperatura controlada, con vinos elaborados desde uvas en el estado de maduración habitual, considerado como óptimo.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Materias**

Uvas de tres variedades diferentes, dos blancas; Malvasia, (de la comarca de Toro), y Verdejo, (de la comarca de Rueda) y una tinta, Tempranillo (de Tierra de Medina), vendimiadas en dos estados de maduración distintos: premadurez (uvas de parcelas con problemas de maduración) y madurez habitual considerada como “óptima”. Las uvas procedían de parcelas similares, próximas entre sí, plantadas al mismo tiempo, con el mismo sistema de conducción, tratamientos, podas, etc..

### **Elaboración de las muestras**

Las uvas blancas una vez despalladas, estrujadas y sulfitadas 5g/HL fueron prensadas sin superar las 2 atmósferas de presión, el desfangado fue estático siendo la temperatura y el tiempo de 4°C y 18 horas. Una vez finalizada esta etapa el mosto elaborado

a partir de uvas pre-maduras fue concentrado un 10% utilizando un concentrador por evaporación en frío a vacío, cuyo funcionamiento se describe posteriormente. La fermentación tanto de los mostos concentrados como de los testigos se llevó a cabo por flora autóctona, es decir sin siembra de levaduras. Esta tuvo lugar a 18°C en tanques de acero inoxidable provistos de camisas para el control de la temperatura.

Las uvas tintas se sometieron a un despalillado, estrujado y sulfitado de 5 g/HL. Parte del mosto obtenido a partir de uvas pre-maduras, tras el escurrido, se concentró de modo similar a los mostos blancos, hasta reducir el 10 % de volumen de masa estrujada total. La fermentación se realizó igualmente sin siembra de levaduras realizándose un remontado diario y controlando la temperatura para que no se superaran los 25°C. Una vez concluida la fermentación alcohólica, los vinos se descubaron y se mezcló el vino yema y el de primera prensada. La fermentación maloláctica se llevó a cabo en tanques de acero inoxidable por flora autóctona. Terminada ésta los vinos se trasegaron y sometieron a un periodo de almacenamiento y clarificación espontánea en tanque a Tª controlada de tres meses.

Todos los vinos, tanto testigos como concentrados fueron elaborados en la Estación Enológica de la Junta de Castilla y León, situada en Rueda, (Valladolid).

El quipo empleado en la autocorrección consta de una cámara de acero inoxidable bajo vacío, controlador de Tª. Un equipo frigorífico, mas una bomba de calor suministra el agua caliente para la evaporación, y agua fría para la condensación de los vapores, y eliminación del agua. EL equipo permite trabajar en circuito cerrado y abierto.

### **Análisis de las muestras**

Los métodos utilizados para la determinación de los parámetros enológicos clásicos fueron los oficiales de la OIV. Los parámetros de color en el caso de los vinos tintos empleados fueron los propuestos por Glories, (1984) y los Cielab. Los polifenoles totales se evaluaron mediante la reacción de Folin-Ciocalteu, las catequinas por la reacción con la vainillina, los antocianos totales mediante el cambio de color según el pH del medio y las proantocianidinas mediante la medida de las antocianidinas formadas por hidrólisis en medio ácido (Paronteno, 1977).

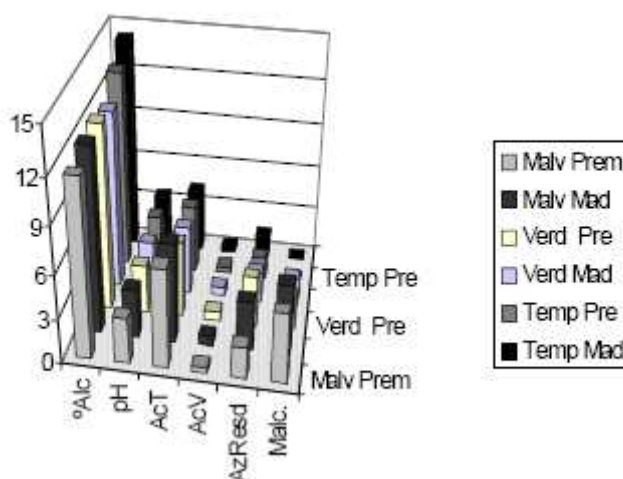
Los compuestos volátiles fueron extraídos siguiendo el método de Moio y col. (1995) y se analizaron y cuantificaron por GLC según Ortega-Heras et al (2001).

### **Análisis estadístico**

Se aplicó el ANOVA y el MANOVA para detectar efecto autoenriquecimiento, y los datos se compararon aplicando el test LSD.

EL estudio se llevó a cabo durante dos vendimias consecutivas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN



**Figura 1.** Parámetros enológicos clásicos de los vinos elaborados desde uvas pre-maduras y concentración, y desde uvas maduras.

Los parámetros enológicos clásicos no presentaron diferencias significativas (figura 1) entre los vinos elaborados a partir de uvas pre-maduras y concentradas y los obtenidos a partir de uvas vendimiadas en el considerado momento óptimo de maduración. Estos resultados eran esperables teniendo en cuenta que tras la autocorrección los mostos elaborados a partir de uvas pre-maduras alcanzaron valores de densidad, grado Brix, pH, azúcares, acidez total y ácido málico muy similares a los del mostos obtenidos con uvas de maduración habitual.

Con el fin de facilitar el estudio de los perfiles aromáticos de los distintos tipos de vinos elaborados, se han agrupado los compuestos volátiles en familias o grupos de acuerdo con su estructura química, de esta forma se han considerado las siguientes fracciones aromáticas: alcoholes mayoritarios, alcoholes minoritarios, alcoholes de seis átomos de carbono (C6), terpenos libres, ácidos de cadena corta, ésteres derivados de ácidos de cadena corta, acetatos de alcoholes, otros ésteres y lactonas.

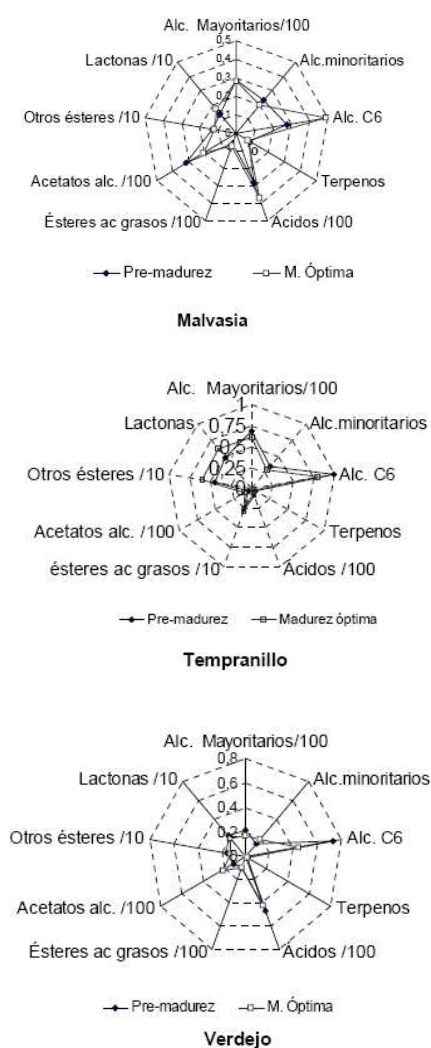
Respecto a los grupos de alcoholes cabe decir que en los mayoritarios se agrupó a isobutanol, alcoholes isoamílicos y 2-fenil etanol, excluyéndose por tanto etanol y metanol.

Los alcoholes minoritarios englobaron n alcoholes de C3, C4, C7, C8, 2,3-butanodiol, metionol y alcohol benzílico, y los n-alcoholes minoritarios de 6 átomos de carbono (1-hexanol, isómeros cis y trans del 3-hexen-1-ol) se separaron porque estos alcoholes se asocian principalmente con aromas varietales, y con ciertos matices herbáceos.

Los resultados analíticos (figura 2) de estos grupos de volátiles pusieron de manifiesto que en general, sin entrar en detalles, ambos tipos de vinos, los procedentes de uvas pre-maduras y autoconcentración, y los procedentes de uvas en estado de maduración habitual, presentaban perfiles aromáticos parecidos entre sí, sin grandes discrepancias globales. Los rangos de variación podían considerarse los habituales, moviéndose en valores de oscilación típicos cuando se comparan vinos similares elaborados por

distintas bodegas, por ejemplo. Por otra parte, incluso un estudio más detallado de los datos señalaba que no era fácil establecer diferencias claras, ya que no se observaba el mismo comportamiento en los vinos de las tres variedades. Así, por ejemplo, las diferencias encontradas para los alcoholes de 6 átomos de carbono, las lactonas o los acetatos de alcoholes superiores, tomaban sentidos contrarios dependiendo de la variedad.

Los alcoholes de 6 átomos de carbono (C6), confieren al vino notas aromáticas verdes o herbáceas, y cierto gusto amargo. La aparición de los compuestos C6 es el resultado de una acción enzimática compleja, que involucra la acción de al menos la acil-hidrolasa, la lipoxigenasa, la hidroxiperoxidasa y la alcohol deshidrogenasa, (Marín y col., 1998) sobre los ácidos grasos poliinsaturados, todo ello en presencia de oxígeno. Durante la maduración de la uva los ácidos grasos disminuyen reduciendo el riesgo de aparición de alcoholes C6 en los vinos cuanto mayor sea el grado de madurez que haya alcanzado la uva (Mínguez, 1999).



**Figura 2.** Perfil aromático de los vinos obtenidos desde las uvas pre-maduras y concentradas y de maduración habitual.



Teniendo en cuenta que los ácidos grasos se acumulan principalmente en el hollejo de la uva, esto podría explicar la mayor concentración de estos compuestos en vinos tintos procedentes de uvas pre-maduras y autoenriquecimiento, datos que contrastan con el efecto contrario observado en vinos de la Malvasia, donde la mayor concentración la presenta el vino de uvas maduras.

Respecto a las lactonas, grupo en el que se cuantificaron conjuntamente la butirolactona, la  $\gamma$ -nonalactona y la 4-etoxicarbonil-  $\gamma$ -butanolactona, se observó de nuevo un efecto contrario por variedades, no coincidiendo el efecto ni siquiera por tipo de uvas (blancas o tintas), ya que en la variedad Verdejo los vinos de autoenriquecimiento fueron más ricos que los de maduración habitual, mientras que en Malvasia sucedía lo contrario coincidiendo con lo observado para Tempranillo. Resultados similares se observaban para los ácidos C6 a C12, los cuales comunican al vino olores o sabores extraños, a jabón, que se consideran perjudiciales para la calidad (Moyano y col., 1993) y, en sentido contrario, para los alcoholes minoritarios y otros ésteres, grupo en el que se evaluaron el butirato de etilo, lactato de etilo y succinato de dietilo.

Una situación parecida se dio con los contenidos de acetatos de alcoholes superiores, grupo en el que se evaluaron los contenidos de acetato de isobutilo, isoamilo, hexilo y 2 fenil etanol. En este caso, fueron los vinos de Tempranillo y Verdejo los que presentaban efectos similares (como pasaba pero en sentido contrario, con sus respectivos alcoholes), menores contenidos en vinos de autoenriquecimiento, mientras que los de Malvasia presentaron mayores contenidos los de autoenriquecimiento.

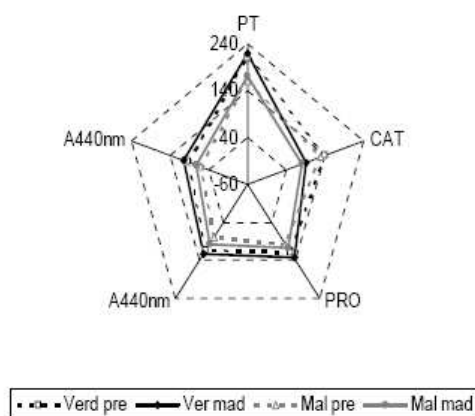
Únicamente se observó el mismo efecto en los grupos de volátiles de los vinos de las tres variedades en los casos siguientes: a) terpenos libres en los que se evaluó el linalol,  $\alpha$ -terpineol,  $\beta$ -citronelol, compuestos que si bien no son importantes desde el punto de vista cuantitativo si lo son desde el punto de vista sensorial ya que forman parte de los aromas varietales. Estos compuestos siempre presentaron niveles mayores en los vinos de autoenriquecimiento, resultado lógico teniendo en cuenta que estos compuestos tienden a disminuir en la últimas etapas de maduración; (González-Sanjosé, 1989); b) ésteres de ácidos C6 a C12, con niveles menores en los vinos de autoenriquecimiento, relacionados probablemente con niveles más bajos de estos ácidos en estos vinos (salvo en Verdejo), y c) alcoholes mayoritarios que presentaron niveles claramente mayores en el vino de autoenriquecimiento de Tempranillo, y tan solo ligeramente en los autoenriquecidos de las dos variedades blancas. En definitiva, tal y como se indicaba inicialmente, no se pudo atribuir un efecto claro o unas diferencias bien definidas entre los perfiles aromáticos de los vinos procedentes de los mostos autoenriquecidos y los de los mostos tradicionales.

Otros parámetros considerados en el estudio fueron los relativos al color y composición fenólica de los vinos. En general, los vinos presentaron un perfil cromático muy parecido

entre si, encontrándose pequeñas diferencias, lo que en general concordaba con la similitud de composición fenólica de los mimos (figura 3, 4 y 5).

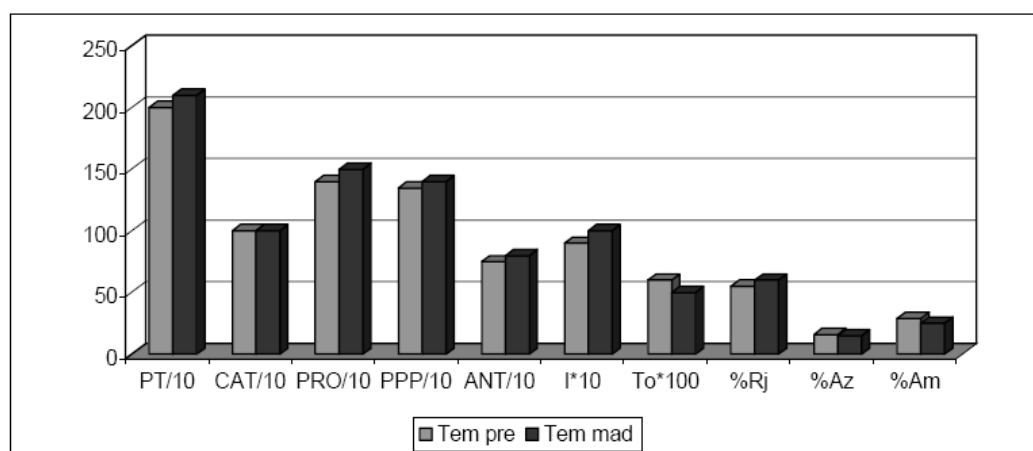
Los vinos blancos elaborados a partir de uvas premaduras, presentaban niveles algo inferiores de contenido fenólico global, correspondiente a niveles algo menores de ciertas familias fenólicas, a pesar de que fueron más ricos en catequinas. Este hecho se asocia a la evolución típica de estos compuestos durante la maduración de las uvas.

En el caso de los vinos tintos, se observó un efecto similar.



**Figura 3.** Color y familias fenólicas de los vinos blancos.

Esto indica que el efecto de concentración, aunque no llegue a contrarrestar por completo el efecto de la maduración natural en planta, no rompe el equilibrio natural que en la uva alcanzan las familias fenólicas. Esto se traduce en que las características finales dependientes de los compuestos fenólicos son muy similares, y por ello los perfiles cromáticos de los vinos son cuanti y cualitativamente similares.



**Figura 4.** Composición fenólica de los vinos tintos de la variedad Tempranillo, y sus parámetros cromáticos de Glories.

A pesar de las diferencias cuantitativas en ciertos parámetros de color, como la intensidad, la tonalidad o  $a^*$ , relacionados con los menores niveles de ciertos fenoles, tanto la dotación fenólica global de los vinos elaborados a partir de mostos autoenriquecidos, como sus características cromáticas, entraban dentro del rango típico de los vinos de calidad elaborados con esta variedad.

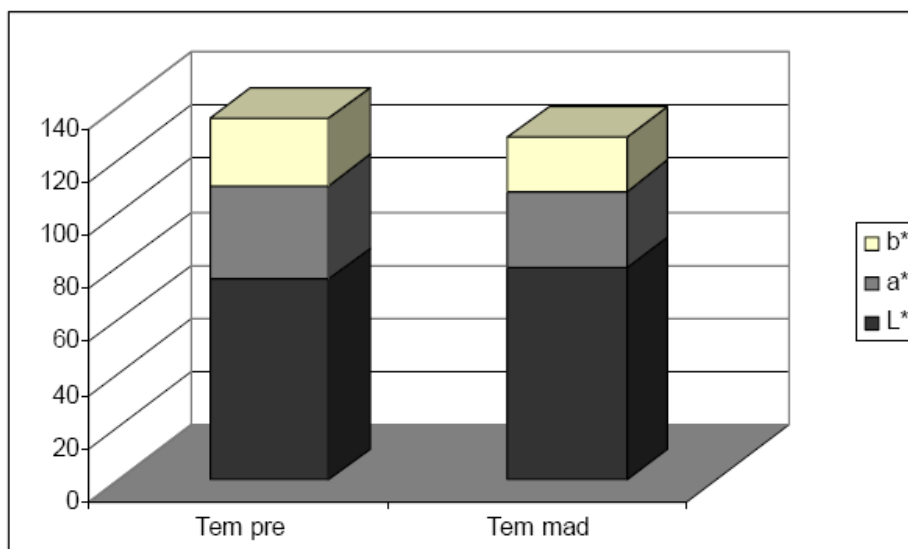


Figura 5. Parámetros Cielab de los vinos tintos de la variedad Tempranillo estudiados.

La cata de estos vinos no arrojó resultados muy distintos de los comentados a partir de los datos analíticos. Los catadores no encontraron grandes diferencias entre los vinos, llegando a no diferenciarlos en algunos caso al realizar pruebas triangulares.

## COMENTARIOS FINALES

Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que la autocorrección o concentración parcial de los mostos es una técnica válida para corregir defectos de madurez sin que se altere por ello el equilibrio entre los distintos componentes del vino y por lo tanto las características finales del vino.

Sin embargo, y derivado de estudios posteriores (no mostrados aquí) y de un conjunto de experiencias compartidas con otros usuarios de la técnica, es importante considerar que la técnica permite corregir ciertos defectos de madurez, pero existen ciertos requisitos mínimos de calidad si se quiere llegar a vinos de alto valor. Cuando la falta de madurez es pronunciada, o la calidad de la uva baja, los defectos no desaparecen, se concentran, y el vino resultante dista mucho de ser de calidad.

Por otra parte, la técnica también permite intensificar las cualidades de partidas de uvas de calidad. Será el enólogo y su objetivo final el que decida si esto justifica la reducción del rendimiento que implica la concentración parcial.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Andrade, M.S. y González-Sanjosé, M.L. "Influencia climática en la maduración de la uva: estudio de cultivares de La Rioja y de Madrid". Zubía monográfico. 7, 1995, 79-102.

Glories, Y. "The color of red wines". Connaiss. Vignevin, 18, 1984, 195-217.

Gómez Plaza, E.; Gil Muñoz, R.; Martínez Cutillas, A. "Comparación del perfil aromático de uvas de la variedad Cabernet Sauvignon de distintas Denominaciones de Origen Españolas". Viticultura/enología profesional. 54, 1998, 42-48.

González-Sanjosé, M.L. "Comportamiento de compuestos del metabolismo secundario en la maduración de la uva *vitis vinífera*". Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid 1989.

Ortega-Heras, M, ML González-Sanjosé y Beltrán S. Aroma composition of wine studied by different extraction methods Revista: Analítica Química Acta.458, 2002, 85-93.

Martínez de Toda, F. Fundamentos Biológicos de la viticultura, Madrid, Mundi-Prensa, 1991.

Mínguez, S. "Tipos de aromas y condicionantes productivos que afectan su presencia en la uva". Jornada Técnica Los Compuestos Aromáticos del Vino. Instituto Catalán de la Viña y el vino, Villafranca del Penedés, mayo 1999.

Moio, L.; Chambellant, E.; Lesschaeve, I.; Issanchou, S.; Schlich, P.; y Etievant, P.X. "Production of representative wine extracts for chemical and olfactory analysis". Ital. J. Food Sci. 3, 1995, 265-278.

Moyano Canete, L.; Moreno Vígara, J.; y Medina Carnicer, M. "Comparación de compuestos del aroma durante la fermentación de mostos de uva Pedro Ximenez premadura con y sin maceración pelicular". XV Jornadas de Viticultura y Enología de Tierra de Barros. Almendralejo. Badajoz, 1993.

Paronetto, L. Polifenoli e tecnica enologica., Milan, Selepress, 1977.

Troost, G. *Tecnología del Vino*, Barcelona, Ediciones Omega, 1985.

## **EL PERFIL AROMATICO Y LOS COMPUESTOS CLAVE DE LOS VINOS BLANCOS**

J. Cacho, V. Ferreira, E. Campo

Dpto. de Química Analítica. Laboratorio de Análisis del Aroma y Enología.

Universidad de Zaragoza.

En los últimos 10 años el estudio del aroma del ceroma del vino ha experimentado un avance extraordinario debido fundamentalmente a que se ha sabido relacionar su composición química con sus propiedades sensoriales.

La primera etapa en el estudio del aroma de un vino es obtener un extracto representativo del mismo. Con frecuencia los sistemas clásicos de extracción líquido-líquido seguidos de una etapa de preconcentración por evaporación, para poder superar los límites de detección y de cuantificación de los instrumentos analíticos, conducen a resultados difíciles o imposibles de interpretar cuando se lleva a cabo la segunda etapa del análisis, que es el estudio cromatográfico-olfatométrico de los mismos. Esto se debe por una parte a que al concentrar se superan ampliamente los umbrales de detección de multitud de compuestos volátiles que se hallan en el vino a concentraciones inferiores a los mismos y que, por tanto, al hacer la olfatometría originan multitud de zonas de olor y por otra parte a la pérdida de resolución cromatográfica consecuencia del aumento de concentración de los componentes volátiles mayoritarios. La coelución de diferentes aromas induce a errores interpretativos de los olfatogramas.

Estas dificultades pueden superarse recurriendo a la retención de los aromas del espacio de cabeza del vino en resinas de extracción en fase sólida como las modernas Lichrolut.

Tras la jerarquización de los aromas mediante la olfatometría, y naturalmente, tras la identificación de los mismos, es necesario analizarlos cuantitativamente. Esta etapa se lleva a cabo normalmente por cromatografía de gases con detector de espectrometría de masas.

El análisis cuantitativo permitió, conociendo el umbral de identificación del aroma, establecer los valores del aroma y jerarquizar la importancia odorífera de los componentes aromáticos del vino.

La última etapa del análisis es la realización de ensayos sensoriales entre los que se encuentran los de omisión y reconstitución.

Trabajos llevados a cabo en nuestro laboratorio sobre vinos blancos monovarietales nos han permitido conocer que moléculas odorantes son las responsables de sus diferentes notas aromáticas. Se ha encontrado que la diversidad de aromas de los vinos blancos se debe a la distinta concentración que presentan unas treinta moléculas diferentes que pertenecen a familias de compuestos químicos bien conocidas: Terpenos, norisoprenoides,

fenoles volátiles, tioles cisteínicos, metoxipiracinas, ésteres y otros compuestos de origen fermentativo.

Los estudios de omisión y reconstitución han puesto de manifiesto que el aroma del vino blanco se caracteriza por una base aromática compuesta por los aromas de fermentación, esto es, ésteres etílicos y de los isoácidos, acetatos de los alcoholes de fusel, alcoholes de fusel, ácidos grasos e isoácidos y por un derivado de los carotenoides de las uvas la  $\beta$ -damascenona.

Sobre esta base del aroma, que la poseen todos los vinos blancos, actúan una serie de componentes o grupos de componentes aromáticos que caracterizan las notas más importantes de aroma. Estos componentes son tanto varietales como fermentativos. Los más importantes de los varietales son: Linalol, responsable de la nota floral, acetato de mercaptohexilo, responsable de la nota a fruta tropical, 4-metil-4-mercaptopentanona, responsable de notas características que abarcan desde verde hasta Boj, dependiente de la concentración. Entre los fermentativos hay que destacar los acetatos ligados a la percepción del aroma a plátano y los ésteres etílicos, ligados a la percepción del aroma de manzana.

En la composición del aroma del vino blanco no solamente se encuentran estas moléculas de características agradables, sino otras capaces de arruinar su calidad. Entre ellas están los vinilfenoles que confieren las notas químicas que suprimen los atributos frutales del vino y también compuestos provenientes de la oxidación como metional y fenilacetaldehído que confieren respectivamente las notas a verdura o patatas cocidas y a miel. A veces, sin embargo, como en el caso de los vinos blancos sometidos a crianza, la presencia de estos compuestos puede ser positiva.

En el aroma del vino hay una competencia entre los distintos componentes aromáticos y en el vino de calidad hay un delicado equilibrio entre los mismos. Así el acetato de mercaptohexilo es el responsable de la nota a fruta tropical, pero también provoca la disminución de las notas florales y el linalol actúa de forma opuesta. La relación existente entre la composición química y las notas aromáticas que percibimos por cata puede obtenerse mediante métodos estadísticos como el PLS. Sin embargo, aunque los modelos estadísticos ayudan a la interpretación de este estudio, no aseguran que las relaciones encontradas sean efectivamente reales, pero si identifican las moléculas aromáticas en las que deben centrarse los estudios sensoriales posteriores.

Los vinos varietales con los que ha trabajado son Albariño, Godello, Malvasia, Parellada, Treixadura, Verdejo y Macabeo.

Los resultados de los trabajos, que soportan las afirmaciones anteriores se dan a continuación.

## RESULTADOS

### Cromatografía de Gases – Olfatometría

Los olfatogramas de los extractos obtenidos mediante la técnica de espacio de cabeza presentaban entre 90 y 100 zonas de olor. En cada vino, los odorantes con un valor de frecuencia modificada inferior a 15% fueron considerados ruido de fondo y por tanto eliminados. Una vez realizadas las olfatometrías de los 6 vinos, todos aquellos odorantes que no alcanzaron un mínimo de MF de 30% en, al menos, un vino no se incluyeron en la lista final de odorantes porque su bajo valor de MF nos hizo pensar que no serían interesantes para el presente estudio. De acuerdo con esto, un total de 31 compuestos constituyen la lista final de odorantes, donde 5 de ellos no pudieron ser identificados. Sin embargo, la importancia de éstos en los vinos estudiados no parece ser alta puesto que en ninguna de las variedades alcanzaron un valor de 50% de MF.

Tal y como se esperaba, la técnica de espacio de cabeza utilizada en la obtención del extracto ha dado lugar a olfatogramas más sencillos que aquéllos obtenidos por extracción con DCM. Comparando estos datos con los publicados en estudios anteriores de vinos blancos jóvenes, se puede ver que el número de compuestos se ha reducido notablemente, lo que simplifica el trabajo posterior de interpretación de resultados.

Ningún fenol, ningún ácido graso (excepto el ácido isovaleriánico) y ningún aldehído, excepto el feniletanal, aparecen en la lista presentada en este trabajo. Sin embargo, se ha detectado la presencia de acetilpirazina por primera vez en vinos blancos españoles.

El Albariño presenta un contenido máximo en 3-isopropil-2-metoxipirazina y ausencia total de acetato de 3-mercaptopentano. El Godello tiene el máximo valor de ácido acético mientras que el Malvasía muestra el mínimo valor de linalool. La variedad Treixadura se caracteriza por un contenido máximo en linalool y 2-metil-3-furantiol así como por la ausencia total del acetato de 3-mercaptopentano. Finalmente, la variedad Verdejo difiere totalmente del resto debido a su contenido máximo en acetato de 3-mercaptopentano.

### Análisis sensorial

De acuerdo con la naturaleza de los vinos estudiados, vinos monovarietales blancos jóvenes, todos presentan notas *afrutadas* y *florales*. Sin embargo, se pueden encontrar algunas diferencias significativas entre ellos. (Figura 1).

La variedad Albariño presenta un marcado carácter *floral* y *moscatel* y muy poco carácter *frutal*, mostrando los mínimos valores de MF para *fruta de árbol* y *fruta tropical* del

set de vinos estudiado. La variedad Godello es la más *cítrica* y presenta también notas *herbáceas* y de *fruta tropical*. La variedad Treixadura presenta alguna similitud con la Albariño ya que en ambas predomina el carácter *floral*, sin embargo, mientras la Albariño fue la más rica en notas moscatel la Treixadura fue descrita tan rica en notas *moscatel* como en notas a *hierba aromática*. Además la Treixadura presentaba mayor carácter *frutal* que la Albariño. La variedad Verdejo mostró un perfil aromático bastante diferente al resto por sus marcadas notas a *fruta tropical* (*mango, papaya*) y por sus bajos contenidos en atributos de tipo *floral*. Desde el punto de vista aromático, las variedades Malvasía y Parellada son los más neutrales ya que fueron descritas principalmente como *frutales*, el atributo más general en la descripción de vinos blancos jóvenes. Contrariamente al resto de variedades, ni la Malvasía ni la Parellada destacaron por un marcado carácter varietal.

## Modelos PLSR

Desde un punto de vista matemático, los mejores modelos PLSR se obtuvieron para las siguientes notas sensoriales: *hierba aromática*, *moscatel*, *dulce*, *floral* y *fruta tropical*.

No fue posible encontrar ningún modelo que explicara las notas *herbácea*, *cítrico*, *oxidado* y *fermentación*. (El término *fruta de árbol* no se incluyó en el estudio ya que no se percibieron diferencias significativas de esta nota entre las 6 variedades).

Atendiendo a los valores de "Loading Weights" puede observarse que los modelos obtenidos para los descriptores *floral*, *moscatel* y *dulce*, presentan similitudes destacables. En los tres casos, el linalool es el compuesto con mayor LW positivo y el acetato de 3-mercaptopentano es el compuesto con mayor LW negativo, lo que parece indicar que la percepción de estas notas es favorecida por la presencia de linalool e inhibida por la presencia de acetato de 3-mercaptopentano.

La equivalencia entre los tres modelos PLSR está de acuerdo con la incuestionable proximidad aromática de estas tres notas sensoriales. El modelo obtenido para el descriptor *fruta tropical* muestra que el acetato de 3-mercaptopentano es el principal responsable en la percepción de esta nota.

Teniendo en cuenta los altos valores de %MF obtenidos en las olfatometrías y las *p* de significatividad de las alquilmetoxipirazinas, sorprende que ninguna de ellas esté implicada en ninguno de los modelos de PLSR obtenidos (exceptuando la sec-butilmetoxipirazina en el *fruta tropical*: LW= - 0.37). Estos compuestos aparecieron principalmente en las variedades Albariño y Godello pero no se conoce cuál es su efecto sensorial ya que ninguno de los vinos ricos en estos compuestos presentaron notas a *pimiento* o *vegetal*. Parece, por tanto,



que las alquilmetoxipirazinas contribuyen al aroma global de estas variedades sin, en ningún caso, destacarse como una nota a *pimiento* aislada.

## Evaluación Sensorial

Los resultados de la cuantificación sensorial de la nota *floral-dulce* en vinos dopados con linalool, acetato de feniletilo y acetato de 3-mercaptophexilo están de acuerdo con los modelos PLSR. Teniendo en cuenta la Figura 2 y los resultados del estudio ANOVA se puede decir que la adición de linalool en concentración 104 µg L<sup>-1</sup> aumenta significativamente la intensidad percibida de esta nota. (En los test triangulares se vio que el acetato de feniletilo no tenía ningún efecto sobre una matriz de vino + linalool pero que la adición conjunta de dos acetatos, acetato de feniletilo y acetato de isoamilo, sí era capaz de ejercer un efecto sensorial sobre la mezcla, confiriéndole un carácter más dulce).

Además, adiciones de acetato de 3-mercaptophexilo disminuyen significativamente la intensidad de la nota *floral-dulce* independientemente del contenido del vino en linalool y acetato de feniletilo ya que el comportamiento observado es el mismo en las tres matrices estudiadas.

Los resultados de la cuantificación sensorial de la nota *fruta tropical* muestran que la adición de acetato de 3-mercaptophexilo aumenta significativamente la intensidad percibida de esta nota, lo que explicaría característico perfil aromático de la variedad Verdejo, muy rico en notas a mango y papaya.

Contrariamente a lo que indicaba el modelo PLSR obtenido para la nota *hierba aromática*, el cis-3-hexenol no ejerce ningún efecto sensorial en la percepción de dicha nota tal como indican los test triangulares. Este hecho pone de manifiesto la importancia de realizar la evaluación sensorial de muestras reales con los compuestos implicados en el modelo estadístico.

## OBSERVACIONES

De los resultados de olfatometría se deduce que los compuestos más diferenciadores entre variedades son el linalool y el acetato de 3-mercaptophexilo y la familia de las metoxipirazinas.

Del estudio sensorial se obtiene también una observación interesante. De los 10 descriptores sensoriales propuestos a los catadores para la elaboración de los perfiles aromáticos de estos vinos, cuatro de ellos no alcanzaron valores superiores al 45% de MF

en ninguna de las variedades estudiadas: *hierbas aromáticas*, *oxidado*, *fermentación* y *herbáceo*. Seis notas; *fruta de árbol*, *fruta tropical*, *cítrico*, *floral*, *moscatel* y *dulce* alcanzaron valores superiores a 60% en algunos vinos, con excepción de la nota dulce que tuvo un máximo del 55%, lo que indica que estas notas son las que mejor describen el perfil aromático global de las 6 variedades estudiadas.

Las diferencias entre las puntuaciones obtenidas por los diferentes descriptores sensoriales pueden ser las responsables de porqué en algunos casos los modelos PLSR son satisfactorios (*floral*, *dulce*, *moscatel* y *fruta tropical*) y en otros casos no es posible obtener ningún modelo adecuado, como sucede para las notas a *oxidado*, *herbáceo* y *fermentación*. El caso de la *hierba aromática* es algo distinto ya que el modelo PLSR es muy satisfactorio, atendiendo a sus parámetros matemáticos, pero ni su interpretación ni su validación fueron las esperadas. Este término no fue usado habitualmente por los miembros del panel para este set de vinos y su frecuencia modificada no excedió el 35% en ningún caso, lo que da idea del poco peso de esta nota en la descripción de estos vinos en particular. Por último, no se tiene ninguna explicación de porqué no se obtiene ningún modelo válido para el descriptor *cítrico* a pesar de alcanzar valores de 60% en el análisis sensorial.

## CONCLUSIONES

### Olfatometría

En los olfatogramas de las seis variedades estudiadas se detectaron 24 zonas aromáticas importantes, de las cuales, todas fueron identificadas a excepción de una de ellas que no pudo ser asociada a ningún compuesto aromático conocido.

Un total de 8 compuestos aromáticos son los más diferenciadores, de ellos, el linalool y el acetato de feniletilo son especialmente discriminantes entre variedades, tal como indican los valores de  $p$  de significatividad al 95% y las diferencias de %MF encontradas en olfatometría.

### Sensorial

De los 10 descriptores sensoriales propuestos a los catadores para la elaboración de los perfiles aromáticos de estas variedades, únicamente 6 de ellos alcanzaron valores superiores al 50% de MF. Estas notas; *fruta de árbol*, *fruta tropical*, *cítrica*, *floral*, *moscatel* y *dulce* parecen, por tanto, ser las necesarias para explicar el perfil aromático de estas

variedades. De ellas, *fruta de árbol* no presenta diferencias significativas entre variedades y es un descriptor común para todas ellas. Las 5 notas restantes sí son diferenciadoras, de ellas, *floral*, *moscatel* y *dulce* están altamente correlacionadas entre sí, algo lógico atendiendo a su proximidad aromática.

## Relación Olfatometría - Sensorial

Los resultados del análisis olfatométrico y sensorial podrían explicar el marcado carácter *floral* de los vinos Albariño y Treixadura así como las destacadas notas a *fruta tropical* presentes en la variedad Verdejo.

Las notas *florales* y *dulces* de estas variedades vendrían dadas por los altos contenidos en linalool aparecidos en las olfatometrías, 46% y 66% respectivamente, así como por la ausencia de acetato de 3-mercaptopentano, cuya presencia no fue detectada en ninguna de las olfatometrías realizadas en estos vinos.

El característico perfil aromático del Verdejo puede ser fácilmente explicado por la presencia de acetato de 3-mercaptopentano, cuyo aroma recuerda al mango y la papaya, quien alcanzó un valor de 63% MF en olfatometría.

Dos compuestos, acetato de 3-mercaptopentano y linalool, junto con acetato de feniletilo y acetato de isoamilo en menor medida, son capaces de explicar cuatro notas sensoriales de gran importancia en la evaluación sensorial de las seis variedades estudiadas.

Si se revisan los datos de olfatometría, y se tienen en cuenta los resultados de la evaluación sensorial, puede verse que los dos compuestos que presentan las mayores diferencias olfatométricas entre variedades, linalol y acetato de 3-mercaptopentano, son, en efecto, los que explican cuatro de las más importantes notas aromáticas presentes en las variedades estudiadas; *floral*, *dulce*, *moscatel* y *fruta tropical*.

Estos resultados ponen de manifiesto la eficacia de la técnica de trabajo utilizada, es decir, la preparación de los extractos mediante un sistema de espacio de cabeza dinámico y la identificación de los compuestos más activos aromáticamente mediante olfatometría. De este modo, es muy probable que los compuestos que destaquen en olfatometría por ser los más diferenciadores entre variedades ejerzan un efecto sensorial discriminante en la realidad.

Sin embargo, esta técnica presenta también una serie de limitaciones que impiden resolver un problema que se plantea en dos direcciones:

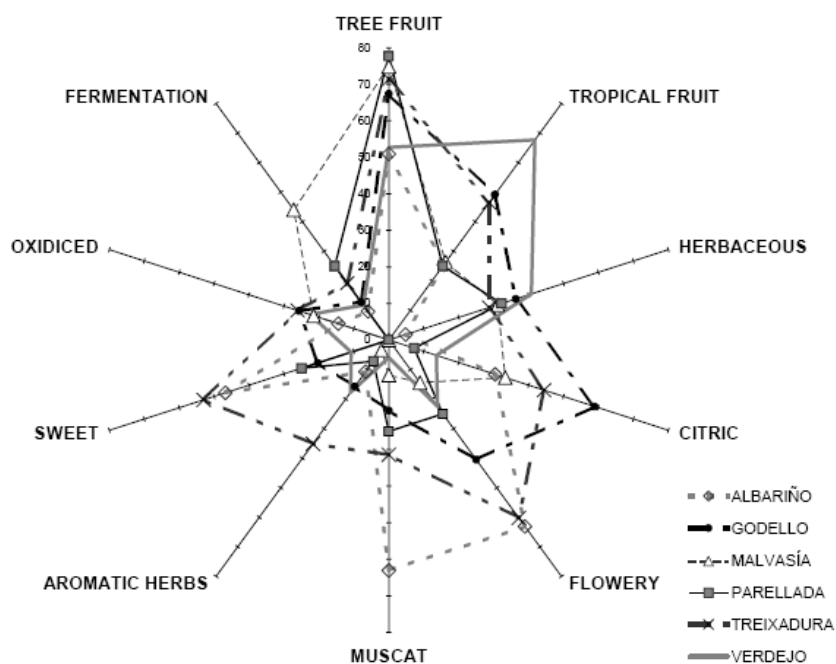
- ¿Por qué la importancia sensorial de la nota *cítrica* no se manifiesta en olfatometría?
- ¿Por qué las metoxipirazinas no destacan como nota *pimiento-vegetal* en la variedad Albariño sabiendo que, además, su efecto sensorial es aditivo?

\*Artículo Rouja, Dubourdieu: probablemente en estos vinos las pirazinas se encuentren en concentraciones inferiores a las necesarias para que se destaquen como olor a pimienta.

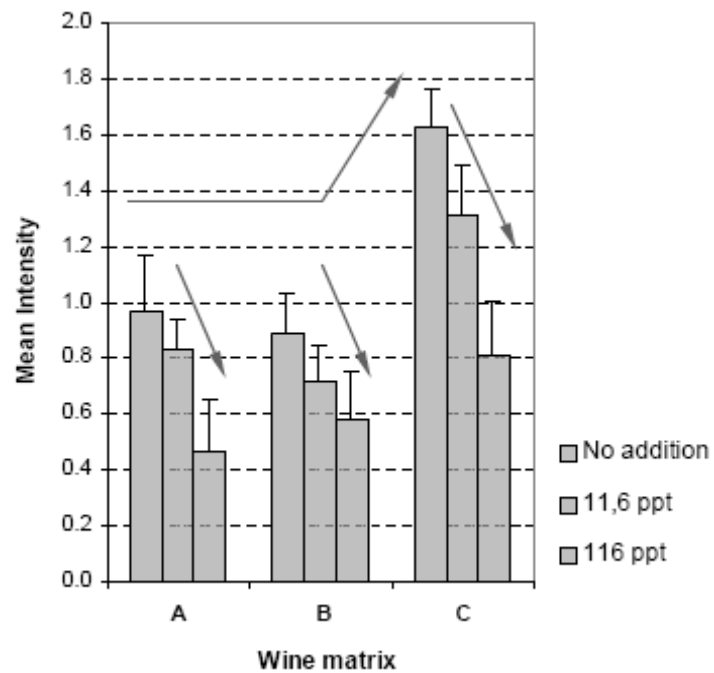
## Modelos y evaluación sensorial

Se obtuvieron modelos PLSR satisfactorios, tanto por sus parámetros matemáticos como por su posterior validación sensorial, para cuatro de las notas sensoriales más importantes en la descripción de las variedades estudiadas; *fruta tropical*, *floral*, *moscatel* y *dulce*. El modelo para *fruta tropical* muestra que el acetato de 3-mercaptopentano es el principal responsable de la percepción de esta nota. Los modelos obtenidos para *floral*, *moscatel* y *dulce* son muy similares ya que en los tres casos los dos compuestos con mayor importancia aromática son el linalool, que favorece la percepción de estas notas, y el acetato de 3-mercaptopentano, que juega un papel opuesto al linalool inhibiendo la percepción de dichas notas.

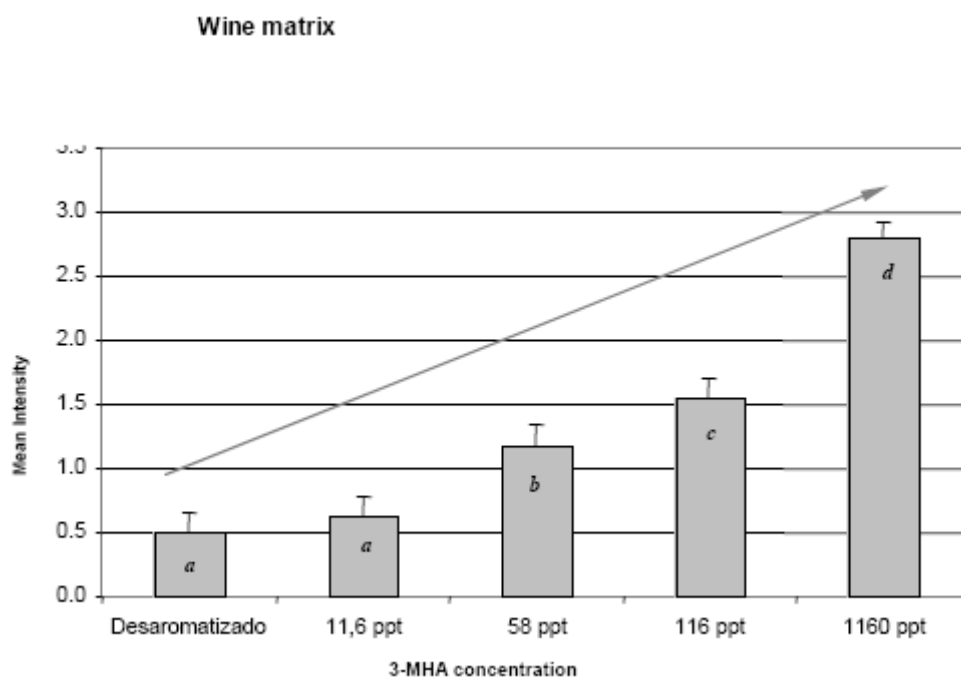
Los modelos *floral* y *dulce* tienen también en común el acetato de feniletilo, compuesto que, a priori, podría potenciar el efecto sensorial del linalool. Los ensayos sensoriales pusieron de manifiesto que, si bien el acetato de feniletilo por sí mismo no era capaz de aumentar la nota *floral-dulce*, la adición conjunta de este compuesto y acetato de isoamilo sí ejercía un efecto sensorial sobre la mezcla, confiriendo un carácter general más dulce.



**Figure 1.** Aromatic profile of the six wine varieties.



**Figure 2.** Effect of 3-mercaptohexylacetate addition in the intensity of the *Floral - Sweet* note perception in 3 wine matrixes (A, B, C) containing different linalool and 2-Phenylethyl acetate concentrations.



**Figure 3.** Sensory quantification results for *Tropical fruit* quantification

**Table 1.** Odorantes encontrados en los vinos blancos. Porcentaje de FM.

| Odor description | Identity                                     | ALB | GOD | MAL | PAR | TRE | VER |
|------------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Fruity           | ni                                           | 26  | 44  | 45  | 47  | 41  | 48  |
| Butter, cream    | 2,3-Butanodione <sup>a</sup>                 | 75  | 74  | 72  | 54  | 84  | 78  |
| Solvent          | Isobutyl acetate                             | 23  | 52  | 20  | 63  | 40  | 54  |
| Fruity           | Ethyl butyrate <sup>a</sup>                  | 69  | 74  | 76  | 76  | 80  | 80  |
| Fruity           | Ethyl 2-methylbutyrate <sup>a</sup>          | 60  | 72  | 68  | 54  | 65  | 60  |
| Fruity, anise    | Ethyl 3-methylbutyrate <sup>a</sup>          | 65  | 68  | 65  | 72  | 70  | 71  |
| Bitter, green    | Isobutanol <sup>a</sup>                      | 44  | 42  | 53  | 41  | 41  | 37  |
| Banana           | Isoamyl acetate <sup>a</sup>                 | 79  | 71  | 80  | 80  | 70  | 80  |
| Fruity           | ni                                           | 0   | 7   | 20  | 0   | 0   | 36  |
| Fusel            | Isoamyl alcohol <sup>a</sup>                 | 82  | 73  | 83  | 81  | 80  | 80  |
| Fruity, anise    | Ethyl hexanoate <sup>a</sup>                 | 82  | 76  | 78  | 83  | 87  | 82  |
| Green, flowery   | ni                                           | 34  | 0   | 9   | 0   | 0   | 0   |
| Banana           | Hexyl acetate <sup>a</sup>                   | 14  | 0   | 0   | 7   | 23  | 31  |
| Onion, meaty     | 2-Methyl-3-furanthiol <sup>a</sup>           | 55  | 28  | 40  | 27  | 75  | 44  |
| Box tree         | 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanone <sup>c</sup> | 40  | 20  | 40  | 10  | 10  | 22  |
| Grass            | (Z)-3-hexenol <sup>a</sup>                   | 20  | 46  | 29  | 55  | 52  | 39  |
| Pepper, earthy   | 3-Isopropyl-2-methoxypyrazine <sup>c</sup>   | 62  | 56  | 57  | 16  | 49  | 54  |
| Vinegar          | Acetic acid <sup>a</sup>                     | 13  | 59  | 52  | 39  | 49  | 54  |
| Pepper, earthy   | 3-sec-butyl-2-methoxypyrazine <sup>c</sup>   | 41  | 14  | 22  | 5   | 0   | 0   |
| Pepper, earthy   | 3-Isobutyl-2-methoxypyrazine <sup>c</sup>    | 56  | 63  | 41  | 23  | 63  | 56  |
| Flowery, muscat  | Linalool <sup>a</sup>                        | 46  | 7   | 0   | 7   | 66  | 20  |
| Toasty, burnt    | 2-Acetylpyrazine <sup>c</sup>                | 48  | 34  | 26  | 22  | 47  | 47  |
| Flowery, green   | Phenyletanal <sup>a</sup>                    | 13  | 0   | 14  | 16  | 13  | 38  |
| Cheese           | 2-/3-Methylbutyric acid <sup>a</sup>         | 49  | 46  | 50  | 41  | 57  | 53  |
| Basil, box tree  | 3-Mercaptohexyl acetate <sup>c</sup>         | 0   | 24  | 18  | 0   | 0   | 63  |
| Honey, liqueur   | ni                                           | 20  | 26  | 25  | 32  | 6   | 0   |
| Roses            | 2-Phenylethyl acetate <sup>a</sup>           | 35  | 25  | 7   | 28  | 50  | 28  |
| Baked apple      | $\beta$ -damascenone <sup>a</sup>            | 56  | 63  | 49  | 48  | 60  | 68  |
| Nutty            | ni                                           | 0   | 32  | 0   | 7   | 5   | 0   |
| Roses            | $\beta$ -Phenylethyl alcohol <sup>a</sup>    | 40  | 60  | 48  | 43  | 62  | 44  |
| Leather, urine   | m-cresol <sup>a</sup>                        | 18  | 32  | 18  | 0   | 14  | 23  |

\*a Identification based on coincidence of gas chromatographic retention and mass spectrometric data with those of the pure compounds available in the lab; b Pure compound was not available, but gas chromatographic retention and mass spectrometric data were coincident with those reported in literature; c Identification based on coincidence of chromatographic retention data and on the similarity of odors with standards. The compound did not produce any clear signal in the mass spectrometer because of its low concentration; d ni: not identified compounds.

Abbreviations; ALB (Albariño), GOD (Godello), MAL (Malvasía), PAR (Parellada), TRE (Treixadura), VER(Verdejo).

**Table 2.** Ranking of the odorants by mean %MF. Wine Significance p value.

| Compound                        | Max       | Mean      | P (ANOVA)    |
|---------------------------------|-----------|-----------|--------------|
| Ethyl hexanoate                 | 87        | 81        | 0.327        |
| Isoamyl alcohol                 | 83        | 80        | 0.949        |
| Isoamyl acetate                 | 80        | 77        | 0.387        |
| Ethyl butyrate                  | 80        | 76        | 0.121        |
| 2,3-Butanedione                 | 84        | 73        | <b>0.002</b> |
| Ethyl 3-methylbutyrate          | 72        | 68        | 0.816        |
| Ethyl 2-methylbutyrate          | 72        | 63        | 0.391        |
| $\beta$ -Damascenone            | 68        | 57        | 0.236        |
| 3-Isobutyl-2-methoxypyrazine    | 63        | 50        | <b>0.037</b> |
| 3-Isopropyl-2-methoxypyrazine   | 62        | 49        | <b>0.036</b> |
| $\beta$ -Phenylethyl alcohol    | 62        | 49        | 0.265        |
| 2-/3-Methylbutyric acid         | 57        | 49        | 0.909        |
| 2-Methyl-3-furanthiol           | 75        | 45        | 0.096        |
| Acetic acid                     | 59        | 44        | <b>0.013</b> |
| Isobutanol                      | 53        | 43        | 0.355        |
| Isobutyl acetate                | 63        | 42        | <b>0.028</b> |
| Unkown 973                      | 48        | 42        | 0.096        |
| (Z)-3-hexenol                   | 55        | 40        | 0.088        |
| Acetylpyrazine                  | 48        | 37        | 0.257        |
| 2-Phenylethyl acetate           | 50        | 29        | 0.180        |
| <b>Linalool</b>                 | <b>66</b> | <b>24</b> | <b>0.000</b> |
| 4-Mercapto-4-methyl-2-pentanone | 40        | 23        | 0.172        |
| <b>3-Mercaptohexyl acetate</b>  | <b>63</b> | <b>18</b> | <b>0.000</b> |
| m-cresol                        | 32        | 18        | <b>0.032</b> |
| Unknown 1746                    | 32        | 18        | 0.085        |
| 2-Phenylethanal                 | 38        | 16        | 0.171        |
| 2-sec-butyl-3-methoxypyrazine   | 41        | 14        | <b>0.001</b> |
| Hexyl acetate                   | 31        | 12        | 0.077        |
| Unknown 1204                    | 36        | 11        | <b>0.001</b> |
| Unknown 1259                    | 34        | 7         | <b>0.008</b> |
| Unknown 1871                    | 32        | 7         | <b>0.000</b> |

# **A COMPOSIÇÃO FENÓLICA DOS VINHOS E O SEU EFEITO BENÉFICO PARA A SAÚDE**

Jorge M. Ricardo da Silva  
Universidade Técnica de Lisboa,  
Instituto Superior de Agronomia,  
Laboratório Ferreira Lapa (Sector de Enologia)  
Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal

## **Resumo**

Efectua-se uma revisão sobre o estado actual dos conhecimentos relativos aos potenciais efeitos, essencialmente benéficos, para a saúde humana dos compostos fenólicos, que existem em quantidades consideráveis nas uvas e nos vinhos. É dado especial relevo a aspectos de ordem nutriceutica/ farmacológica que possam envolver os compostos fenólicos. Como exemplo é referida a propriedade captora de radicais livres de oxigénio, radicais estes que estão normalmente associados a inúmeras situações patológicas por destruição mais ou menos intensa de tecidos; aborda-se a questão do efeito preventivo da aterosclerose e discutem-se outras situações como sejam a da afinidade dos compostos fenólicos relativamente a proteínas, nomeadamente as proteínas alimentares e as enzimas digestivas. Paralelamente às potenciais implicações dos compostos fenólicos na saúde humana, caracteriza-se a sua estrutura química e apresenta-se muito sucintamente a composição fenólica das uvas e dos diferentes tipos de vinho elaborados com diferentes tecnologias de vinificação.

## **Introdução**

Nos últimos anos tem-se assistido à redescoberta das propriedades higiénicas e benéficas do vinho para a saúde humana, propriedades essas que sempre lhe foram reconhecidas ao longo dos tempos, obviamente enquanto consumido com moderação.

Os estudos epidemiológicos do fim dos anos 70 levam ao aparecimento do “Paradoxo Francês”, e marcam provavelmente a reapreciação do valor alimentar do vinho. Estes estudos mostram que certos países mediterrânicos como a França, revelam taxas relativamente baixas de acidentes cardiovasculares, o que estariam em contradição com o consumo elevado de gorduras saturadas que se verificam nesses países (St-Leger, 1979; Renaud e De Lorgeril, 1992). O efeito potencialmente protector e que explica este facto, terá significativamente a ver com o consumo importante de vinho e também de frutas e vegetais, alimentos habituais e característicos da dieta mediterrânica.



Trabalhos posteriores atribuem a determinados compostos do vinho, as suas propriedades benéficas para a saúde humana. Reconhece-se hoje, sem qualquer dúvida, que são os compostos fenólicos do vinho, as principais moléculas implicadas nessas propriedades.

No vastíssimo leque de compostos fenólicos que podemos encontrar no vinho, são os taninos condensados, também conhecidos por proantocianidinas ou simplesmente flavanóis, os primeiros agentes dos efeitos potencialmente benéficos para a saúde humana. Contudo, é provável que outros compostos fenólicos do vinho (antocianinas, flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos e até os taninos da madeira) possam também actuar em sinergia com taninos na expressão das propriedades benéficas desta bebida alimentar.

Para além dos resultados de estudos epidemiológicos, as conclusões têm sido reforçadas com estudos em modelo experimental, depois com animais e ainda recentemente com os próprios seres humanos. Os resultados obtidos são extraordinariamente interessantes, suportando cada vez mais, com bases científicas sólidas e credíveis, os inúmeros efeitos benéficos associado aos compostos fenólicos do vinho.

Não sendo porventura exaustivos, mas apoiados já por centenas de estudos científicos, podemos afirmar que os taninos condensados do vinho, estarão positivamente implicados em aspectos relacionados, com Actividade Cardiovascular (Acção vasoprotectora e antiagregante plaquetária: protecção em relação à aterosclerose (Laparra *et al*, 1979; Masquelier, 1988) e Acção anti-hipertensiva - efeito vasodilatador (Meunier *et al*, 1987; Terencio *et al*, 1991); Actividade antioxidante (Mangiapane, *et al*, 1992; Scott *et al*, 1993; Vinson *et al*, 1995; Teissedre *et al*, 1996) como seja a captura de radicais livres de oxigénio (Uchida *et al*, 1987; Ariga e Hamano, 1990; Ricardo da Silva *et al*, 1991b; Frankel *et al*, 1993 a,b; Maffei Facino *et al*, 1994; Tanahashi *et al*, 1995; Casalini *et al*, 1999) na prevenção de Cancro (Liu e Castonguay, 1991; Caterall *et al*, 2000), Úlcersa gástrica, Inflamações, Alergias, Actividade anti-hepotóxica, Envelhecimento dos tecidos (Barbier *et al*, 1989) e diabetes (Landrault *et al*, 2003, Al-Awwadi *et al*, 2004); Actividade anti-tumoral (mutagénica) (Liviero *et al*, 1994), na formação de complexos polifenol-nitrénio: compostos nitroaromáticos não formam radicais de oxigénio; Digestibilidade das proteínas (Oh e Hoff, 1986; Butler, 1989); Actividade antidegenerativa (Parkinson, Alzheimer, Cataratas, Artrite Reumatóide); Actividade Anti-viral (Konowalchuk e Speirs, 1976; Takechi *et al*, 1985); Actividade Anti-Parasitária; Actividade antidiarreica; Actividade antibiótica; e Actividade Moluscicida.

Por outro lado, alguns estudos têm demonstrado, na maior parte dos casos a biodisponibilidade destes compostos no organismo humano (Das, 1971; Laparra *et al*, 1977,1978; Hackett *et al*, 1983; Midorikawa *et al*, 1983; Jimenez-Ramsey *et al*, 1994). Ou seja, uma vez ingerido o vinho, temos os seus compostos fenólicos bio activos,

desempenhando *in situ* os papéis benéficos e protectores, nas diversas vertentes da saúde humana. Neste campo, as moléculas fenólicas de menor dimensão tendem a ser absorvidas na corrente sanguínea, enquanto que as maiores passam através do aparelho digestivo praticamente intactas sem serem absorvidas (Jimenez-Ramsey *et al*, 1994).

### **Os principais compostos fenólicos dos vinhos: antocianinas e proantocianidinas—estrutura química**

As antocianinas das uvas (*Vitis vinifera*) e dos vinhos são 3-glucósidos de cinco antocianidinas: delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina e malvidina (Rankine *et al*, 1958; Fong *et al*, 1971). Estas antocianinas podem também estar na forma acilada, nomeadamente com o ácido p-cumárico, o ácido acético e ainda o ácido cafeico (Wulf and Nagel, 1978; Piergiovanni e Voloterio, 1983).

De acordo com varios autores, as antocianinas mais abundantes são compostos do tipo malvidina, podendo a malvidina-3-glucósido variar de 33% a 60% do conjunto das antocianinas presentes, enquanto que a malvidina p-cumarilglucósido variará de 2 a 51 %, e por fim a malvidina 3-acetilglucósido atingirá de 1 a 15% (Bakker e Timberlake, 1985). A malvidina 3-cafeilglucósido, muitas vezes ausente, poderá nalguns casos atingir os 2,5% (Roggero *et al*, 1984)

O termo tanino condensado tem sido hoje em dia generalizadamente substituído pela designação de proantocianidina ou apenas flavanol. Estas moléculas formam uma familia de compostos fenólicos extremamente heterogénea: são oligómeros e polímeros de flavanóis monoméricos; 3-flavanóis, por exemplo. As proantocianidinas caracterizam-se por libertarem antocianidinas quando aquecidas em meio fortemente ácido e alcoólico, mediante ruptura das suas ligações interflavânicas C-C, ou seja, as ligações entre as unidades monoméricas.

Como exemplo de antocianidinas libertadas, referimos a cianidina que deriva de proantocianidinas e a delfinidina que deriva de prodelfinidinas. Proantocianidinas e prodelfinidinas são dois "bons" exemplos de proantocianidinas naturais com notável interesse em Enologia.

Nas uvas e nos vinhos, as proantocianidinas são fundamentalmente proantocianidinas, isto é, oligómeros e polímeros de (+)-catequina e (-)-epicatequina (Su e Singleton, 1969; Weinges e Piretti, 1971; Haslam, 1977; Lea *et al*, 1979; Czochanska *et al* 1979a; Ricardo da Silva *et al*, 1991a; Rigaud *et al*, 1991). A ligação entre as unidades monoméricas das proantocianidinas pode ser estabelecida entre C4-C8 e/ou C4-C6.

Por vezes, as proantocianidinas podem estar em parte esterificadas pelo ácido gálgico, normalmente ao nível do carbono 3 (Su e Singleton, 1969; Czochanska *et al*,

1979a; Boukharta *et al*, 1988; Ricardo da Silva, *et al*, 1991a; Escribano-Baillon *et al*, 1992). O grau de esterificação das proantocianidinas pelo ácido gálico é variável.

Alguns autores observaram que um outro tipo de proantocianidinas também existe nas uvas e no vinho. É o caso das prodelfinidinas que podem atingir cerca de 31 % do total de proantocianidinas da película da uva (Souquet *et al*, 1996), contendo neste caso como unidades monoméricas a (+)-galocatequina e/ou a (-)-epigalocatequina. Este facto tem implicações óbvias na composição em taninos dos vinhos resultantes.

Por fim, importa referir que a maior parte das proantocianidinas das uvas e dos vinhos, existe fundamentalmente na forma polimerizada (Czochanska *et al*, 1978b, 1980; Lea, 1980; Haslam, 1980; Meirelles *et al*, 1992; Sun *et al*, 1996, 1998, 1999, 2001a; Souquet *et al*, 1996, 2000; Monagas *et al*, 2003). Por exemplo, Sun *et al* (1998) obtiveram um valor de 19,4 para fracção polimerizada dos taninos vinho tinto elaborado a partir da casta Tinta Miuda (Graciano, em Espanha).

Durante a vinificação e a maturação do vinho, as antocianinas são progressivamente convertidas em pigmentos mais estáveis envolvendo também os taninos. Os compostos resultantes, hoje em dia formalmente identificados, resultam da condensação directa (Remy *et al*, 2000; Vivar-Quintana *et al* (2002)) entre antocianinas e flavanóis (proantocianidinas) ou envolvendo o acetaldeído (Atanasova *et al*, 2002). É provável que outros aldeídos, ou moléculas com função aldeído possam participar nestas reacções. Também as antocianinas podem reagir com as próprias antocianinas, e os flavanóis com outras moléculas de flavanóis, com ou sem intervenção do acetaldeído.

Mais recentemente, uma nova classe de pigmentos derivados das antocianinas, designados por piranoantocianinas ou vitisinas, foi detectada em vinhos. Resultam da cicloadição em C4, e com o grupo oxidrilo em C5 da antocianina nativa, com dois carbonos ligados duplamente de outra molécula.

Muitas moléculas existentes no mosto e no vinho são capazes de originar vitisinas, como sejam o ácido pirúvico, o ácido  $\alpha$ -cetoglutárico, (Bakker *et al*, 1997; Fulcrand *et al*, 1998; Mateus *et al*, 2001), o acetaldeído, a acetoina (Benabdeljalil *et al*, 2000; Hayasaka e Asenstorfer, 2002), o diacetil (Castagnino e Vercauteren, 1996) e muito recentemente o 4-vinilfenol, o 4vinilguaicol, o 4-vinilcatecol, o 4-vinilsiringol ou os seus precursores, respectivamente o ácido cumárico, o ácido ferúlico, o ácido cafeico e o ácido sinápico (Cameira dos Santos *et al*, 1996; Hayasaka e Asenstorfer, 2002; Schwartz *et al*, 2003).

As piranoantocianas, que se supõe também reagirem com os próprios flavanóis (nativos ou já de si derivados), apresentam uma cor vermelho alaranjada ou atijolada, são muito estáveis, resistindo à descoloração pelo SO<sub>2</sub> e expressam uma cor mais intensa a pH elevados, que as antocianinas suas precursoras (Dallas e Laureano, 1994; Bakker *et al*, 1997; Bakker e Timberlake, 1997; Vivar-Quintana *et al*, 2002; Mateus *et al*, 2002).

Muito recentemente (Mateus *et al.*, 2003) uma nova classe de pigmentos derivados das antocianinas (pigmentos azuis), denominados de portisinas, foram isolados directamente a partir de Vinhos do Porto. As portisinas formam-se a partir da reacção entre o aduto antocianina-ácido pirúvico e o flavanol, com intervenção do acetaldeído (aduto vinilflavanol).

### **Proantocianidinas nos vinhos: tecnologia, teores e tipos**

No que respeita à composição em proantocianidinas dos vinhos brancos, alguns estudos têm sido feitos, mas dificuldades na sua quantificação são assinaladas, devido aos seus teores normalmente muito baixos (Lea *et al.*, 1979; Bourzeix *et al.*, 1986; Ramey *et al.*, 1986; Cheynier *et al.*, 1989; Jouve *et al.*, 1989; Kovac *et al.*, 1990; Ricardo-da-Silva *et al.*, 1992b; 1993).

Na verdade, os vinhos brancos elaborados de bica aberta, com os cuidados habituais de evitar acções mecânicas violentas sobre a uva ou ainda a maceração, têm sempre teores muito baixos em proantocianidinas. Claro que, se ocorre uma maceração (pre-fermentativa ou carbónica ou mesmo curtimenta), o teor das proantocianidinas tende a ser mais elevado (Ramey *et al.*, 1986; Cheynier *et al.*, 1989; Kovac *et al.*, 1990; Ricardo-da-Silva *et al.*, 1992b; 1993; Landrault *et al.*, 2003), dado que esses compostos estão fundamentalmente localizados nas partes sólidas do cacho de uva e necessitam de um certo tempo de maceração para serem extraídos.

Quando se aplica uma hiperoxigenação (oxidação intensa) ao mosto de uva branco, logo após a sua extracção ou após uma prévia maceração, nota-se um decréscimo muito acentuado no teor de compostos fenólicos, nomeadamente em proantocianidinas (Muller-Spath, 1977; Singleton *et al.*, 1980; Guerzoni *et al.*, 1981; Nagel e Graber, 1988; Cheynier *et al.*, 1989, Ricardo-da-Silva *et al.*, 1993).

Em vinhos rosados e tintos, pela maceração que ocorre, com remontagens diárias, as antocianinas e as proantocianidinas vão sendo extraídas das partes sólidas da uva para o mosto (Haslam, 1977; Bourzeix *et al.*, 1986; Oszmianski *et al.*, 1986; Dumon, 1990; Ricardo-da-Silva *et al.*, 1992a; 1992b). A temperatura de maceração, o teor em SO<sub>2</sub> e em álcool do mosto-vinho e ainda o tempo de maceração são factores extremamente importantes que condicionam os respectivos teores (Bidaubaiyle *et al.*, 1983; Oszmianski *et al.*, 1986).

No que respeita ao tipo de vinificação empregue, a que compreende a maceração com uvas esmagadas não desengaçadas é aquela que origina maiores teores em proantocianidinas, logo seguida da maceração carbónica e da vinificação com pre-

aquecimento das uvas (Bourzeix *et al.*, 1986; Ricardo-da-Silva *et al.*, 1992a). Os teores mais baixos em proantocianidinas são encontrados em vinhos obtidos de uvas esmagadas e desengaçadas (Sun *et al.*, 2001b). No entanto, se se aplicar uma maceração carbónica mais longa, os vinhos obtidos são particularmente ricos em compostos fenólicos, principalmente em taninos (Sun, *et al.* 2001b)

### **Alguns aspectos farmacológicos e nutricêuticos associados à presença de compostos fenólicos, em particular proantocianidinas**

Do que referimos na introdução, salientamos agora os seguintes aspectos benéficos para a saúde humana que podem estar relacionadas com ingestão de compostos fenólicos, nomeadamente os veiculados pelo consumo de uvas e de vinho, bem como obviamente pelos outros alimentos e bebidas:

- Efeito captor de radicais livres de oxigénio
- Protecção em relação à aterosclerose
- Digestibilidade das proteínas

#### *Efeito captor de radicais livres de oxigénio*

Em determinadas circunstâncias o organismo humano encontra-se "transbordado" pela acção prejudicial dos radicais livres de oxigénio, sendo nesta altura insuficientes os mecanismos enzimáticos (citocromo oxidase, catalase, superóxido dismutase, glutathione peroxidase) e não enzimáticos (vitaminas C e E, *B*caroteno, ácido úrico, alguns aminoácidos e compostos fenólicos, em geral) de defesa do organismo para anular os efeitos nefastos da agressão oxidante.

Nesta situação será obviamente útil estar de posse de agentes farmacológicos activos capazes de neutralizar o excesso de radicais livres. Dos principais radicais livres de oxigénio salientam-se o anião superóxido ( $O_2^-$ ) e o radical hidroxilo ( $^{\bullet}OH$ ). A sua acção prejudicial ao nível do organismo pode situar-se, por exemplo: ao nível da inactivação das enzimas e, em geral, na degradação oxidativa das proteínas como o colágeno; ao nível da degradação dos hidratos de carbono, como seja a despolimerização dos polissacarídeos das mucosas; ao nível da iniciação da peroxidação dos lípidos insaturados que induzem perturbações funcionais e estruturais nas membranas celulares e, por fim, ao nível da degradação dos ácidos nucleicos que está na origem de rupturas cromossómicas e na alteração da síntese do ADN e do ARN. Este conjunto de alterações corresponde a uma

serie de reacções designada por agressão oxidante, e está associado a inúmeras situações patológicas com destruição mais ou menos intensa de tecidos.

De entre os diversos agentes farmacológicos que poderão atenuar as situações já indicadas, os cientistas interessam-se cada vez mais pelo estudo de compostos naturais, nomeadamente os de origem fenólica. Neste grupo, alguns trabalhos têm sido publicados, evidenciando a propriedade captora (neutralizadora) dos radicais livres de oxigénio por parte das proantocianidinas. Essa propriedade revela-se muitas das vezes superior quando comparada com a dos tradicionais captos desses radicais (Salvayre *et al.*, 1981; Uchida *et al.*, 1987; Masquelier, 1988; Ariga e Hamano, 1990; Ricardo-da-Silva *et al.*, 1991b, Hu *et al.*, 1995). De notar que preparações contendo proantocianidinas (cremes) são já comercializadas para prevenir e tratar eritemas e contra o envelhecimento em geral da pele. (Barbier *et al.*, 1989).

#### *Protecção em relação à aterosclerose*

A aterosclerose é como se sabe uma doença crónica das artérias, principal responsável dos infartes cardíacos e acidentes vasculares, nomeadamente os cerebrais.

Alguns estudos epidemiológicos apontam para uma correlação negativa entre o consumo de vinho tinto (ou administração diária de compostos fenólicos) e a taxa de mortalidade por infarte ou o seu risco (St-Leger, 1979; Renaud e Leger, 1992). O efeito potencialmente benéfico das proantocianidinas exercer-se-á ao nível dos principais factores implicados nessa doença: degradação das proteínas de estrutura, má depuração do colesterol e permeabilidade das artérias (Masquelier, 1988).

No que respeita a degradação das proteínas de estrutura, as proantocianidinas protegem o colagénio, tendo um papel importante a três níveis: (i) na altura da biosíntese dessa proteína; pelo facto de transportarem a vitamina C; (ii) durante a "sua vida" assegurando as suas propriedades de resistência e elasticidade (Michaud e Masquelier, 1973; Laparra *et al.*, 1978; Braquet *et al.*, 1982; Monboisse *et al.*, 1983, 1984; Gendre *et al.*, 1985); (iii) finalmente as proantocianidinas são inibidoras de enzimas, susceptíveis de degradar o colagénio e a elastina, exercendo assim um efeito protector dessas proteínas (Beretz e Cazenave, 1988).

Referente à má depuração do colesterol, e sabido que este pode ser transportado pelas lipoproteínas de baixa densidade até ao fígado para ser eliminado sob a forma de sais biliares. Como já vimos os lípidos e os complexos lipoproteicos são particularmente sensíveis a agressão oxidante. Deste modo, a presença de captos de radicais livres de oxigénio pode ser benéfico. Recentemente, Frankel *et al.* (1993) demonstraram a

capacidade do vinho tinto na inibição da degradação das lipoproteínas de baixa densidade, confirmando estudos anteriores de Laparra *et al.* (1979) e De Whalley *et al.* (1990).

Por fim, um excesso de permeabilidade das artérias, resultante duma taxa anormalmente elevada de histamina nos tecidos, facilita o desenvolvimento da placa de ateroma (lesão específica da doença em questão) (Masquelier, 1988). As proantocianidinas poderão também ter a este nível um papel benéfico dado serem inibidoras da enzima histidina descarboxilase que transforma a histidina em histamina (Kakegawa *et al.*, 1985; Masquelier, 1988).

De notar que alguns suplementos nutracêuticos à base de proantocianidinas muitas das vezes extraídas a partir de grânulas da uva, são hoje em dia comercializados e recomendados em situação de prevenção e tratamento de patologias cardiovasculares. (EndotelonR, Masquelier, 1988)

### *Digestibilidade das proteínas*

É conhecida a elevada afinidade do ponto de vista químico entre proteínas e proantocianidinas, que se pode revelar na prática em inúmeras situações: na sensação de adstringência, na colagem proteica de vinhos, na inibição de enzimas, etc (Ricardo-da-Silva *et al.*, 1991c). Esta propriedade pode levantar problemas a nível nutricional, quando da ingestão de proantocianidinas já que podemos ter uma inativação de enzimas digestivas e a insolubilização de proteínas alimentares. Pode assim diminuir-se a digestibilidade das proteínas e donde, o seu valor nutricional. No entanto, a investigação neste domínio refere que a inibição das enzimas digestivas só será atingida para concentrações em proantocianidinas consideravelmente elevadas, o que normalmente não é verificado pela dieta alimentar (Oh e Hoff, 1986). Por outro lado, deve referir-se que o organismo humano tem detergentes naturais (ácidos biliares e fosfolípidos membranares) capazes de dissociar os complexos proteínas proantocianidinas. Butler (1989) sugere mesmo que a associação de proantocianidinas com proteínas, desnaturando estas, poderá tornar nalguns casos, as proteínas mais digestíveis.

### **Conclusões**

Todavia, pela sua concentração normalmente mais elevada em taninos condensados, tem-se preferencialmente associado ao vinho tinto todos os efeitos benéficos que atrás enunciámos. A este facto não é alheio o aumento do consumo do vinho tinto a nível mundial e até a plantação de novas vinhas, essencialmente de castas tintas, em

detrimento das uvas e vinhos brancos, estes cuja comercialização é sabida fazer-se, hoje em dia, com alguma dificuldade.

De facto, nos vinhos tintos podemos encontrar teores de 1 a 5 g/l de compostos fenólicos totais (expresso em ácido gálico), enquanto nos vinhos brancos encontramos normalmente valores de 0,5 a 1,0 g/l, sobretudo em vinhos brancos elaborados pela tecnologia clássica da “Bica aberta”.

Todavia, se praticamos um simples contacto com a madeira (Laureano *et al*, 1998), uma maceração pelicular, uma maceração carbónica ou sobretudo uma curtimenta (maceração) de 6 dias por exemplo, tal como se faz na vinificação de uvas tintas, os teores em compostos fenólicos totais poderão atingir valores da ordem de 1500 mg/l, dos quais as proantocianidinas representam uma parte muito relevante. Muito recentemente um vinho branco da casta Chardonnay, elaborado por curtimenta de 6 dias, seguido de conservação em barricas de carvalho francês, continha de facto valores elevados em compostos fenólicos, aquando da sua comercialização (Landrault, *et al*, 2003).

Assim, nestas condições, se em vez de todos os compostos fenólicos, isolarmos e quantificarmos apenas os taninos, os valores encontrados poderão não ser substancialmente diferentes entre brancos e tintos.

De facto, encontramos apenas quantidades vestigiais de taninos em vinhos da tecnologia clássica de “bica aberta”, para valores que poderão atingir as 100 mg/l em vinhos elaborados com maceração pelicular (resultados obtidos com a Casta Esgana Cão de Bucelas) (Ricardo da Silva *et al*, 2001), ou ainda 900 mg/L de taninos obtidos em 2002, num vinho branco elaborado a partir da Casta Alvarinho (Laureano *et al*, 2003), com curtimenta de cerca de dois dias. Estes valores aproximam-se dos observados em vinhos tintos obtidos com tempos de curtimenta similares cujos teores variam entre 800 a 2000 mg/l, segundo estudos por nós efectuados, entre outras, nas Castas Tinta Miúda, Tinta Roriz, Touriga Franca e Trincadeira.

É de sublinhar que valores de 100 a 500 mg de proantocianidinas por dia são normalmente recomendados em terapia cardiovascular preventiva ou até como efeito anti-radicaís livres de oxigénio segundo trabalhos da Faculdade de Farmácia de Bordéus. Face a estes valores, e só para este tipo de prevenção, o consumo regular e quotidiano deste tipo de vinhos brancos, chamemos-lhe enriquecidos em taninos, cumpre largamente as necessidades. Assim tanto os vinhos tintos como os brancos poderão, eventualmente possuir efeitos benéficos para a saúde.

No entanto, a questão da persistência das propriedades benéficas dos compostos fenólicos continuará ainda a ser levantada, muito embora certos estudos, como vimos, demonstrem já a biodisponibilidade e acção *in vivo* desses compostos, em paralelo com a acção benéfica *in vitro* já amplamente estudada ao longo dos últimos anos.



Apesar de tudo, os resultados animadores até agora demonstrados necessitam de um maior aprofundamento, sobretudo recorrendo a um maior número de ensaios *in vivo* envolvendo outras situações patológicas e até outros tipos de compostos fenólicos.

## Referências bibliográficas

- Al-Awwadi, N, Azay, J, Poucheret, P., Cassanas, G., Krosniak, M., Auger, C., Gasc, G., Rouanet, J.M., Cros, G., Teissedre, P.L. (2004) – Antidiabetic activity of red wine polyphenolic extract, ethanol, or both in streptozocin-treated rats. *J. Agric. Food Chem.* 52:1008-1016
- Ariga, T.; Hamano, M. (1990) - Radical scavenging action and its mode in procyanidins B-1 and B-3 from azuki beans to peroxy radicals. *Agric. Biol. Chem.*, 54:2499-2504.
- Atanasosa, V.; Fulcrand, H.; Cheynier, V.; Moutounet, M. (2002) – Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of winemaking. *Anal. Chim. Acta.* 458:15-27
- Bakker, J.; Timberlake, C. F. (1985) – The distribution of anthocyanins in grape skin extracts of Port Wine cultivars as determined by high performance liquid chromatography. *J.Sci.Food Agric.*, 36:1315-1324
- Bakker, J.; Timberlake, C. F. (1997) – Isolation, identification and characterization of new color-stable anthocyanins occurring in some red wines. *J.Agric.Food Chem.*, 45:35-43
- Bakker, J.; Bridle, P.; Honda, T.; Kuwano, H.; Saito, N.; Trahara, N. e Timberlake, C. (1997) – Identification of an anthocyanin occurring in some red wines. *Phytochemistry.* 44:1375-1382
- Barbier, A; Mafrano, J.P.; Savi, P.; Unkovic, J.; Allain, P. (1989) – Activite angioprotectrice des oligomeres procyanidoliques chez l'animal C.R. Symposium Satellite "Endotelon et Unite Circulatoire, Toulouse, 31-40.
- Benabdeljalil, C.; Cheynier, V.; Fulcrand, H.; Haikiki, A.; Mosaddak, M. ; Moutounet, M. (2000) – Mise en évidence de nouveaux pigments formés par réaction des anthocyanes avec des metabolites de levure. *Sci. Alim.* 20:203-220
- Beretz, A.; Cazenave, J.P. (1988) - The effect of flavanoides on blood-vessel wall interactions. *Prog. Clin.Bid.Res.*, 280:157-171.
- Bidaubaiyle; G.; Rizzon, L.; Salagoity-Auguste, M.H.; Bertrand, A. (1983) Influence du temps de maceration sur les teneurs en composés phenoliques de faible poids moleculaire de certains vins rouges issus de cepages bordelais. Rapport d'activites de recherches 1982-1983. Institut d' Oenologie de Bordeaux, 113-120.
- Boukharta, M.; Girardin, M.; Metche, M. (1988) – Procyanidines galloylées du sarment de vigne (*Vitis Vinifera*). Séparation et identification par chromatographie liquide à haute performance et chromatographie en phase gazeuse. *J. Chromatogr.*, 455:406-409
- Bourzeix, M.; Weyland, D. ; Heredia, N. (1986) - Etude des catechines et des procyanidols de la grappe de raisin, du vin et d'autres derives de la vigne. *Bull. OIV*, 59:1171-1254.

- Braquet, P.; Momboisse, J.C.; Salvayre, R.; Douste-Blazy, L.; Borel, J.P. (1982) Protective effect of flavanoids against the non-enzymatic degradation of collagen by oxy-free radicals. *Proceedings of the International Conference of the Groupe Polyphenals*, 11:496-507.
- Butler, L.G. (1989) - Effect of condensed tannin on animal nutrition. *Chemistry and significance of condensed tannins* (ed. R.W. Hemingway e J.J. Karchesy). Plenum Press, Nova Iorque e Londres, 391-402.
- Cameira dos Santos, P.J.; Brillouet, J.M.; Cheynier, V.; Moutounet, M. (1996) – Detection and partial characterisation of new anthocyanins derived pigments in wine. *J. Sci. Food Agric.* 70:204-208
- Casalini, C.; Lodovici, M.; Briani, C.; Paganelli, G.; Remy, S.; Cheynier, V.; Dolara, P. (1999) – Effect of complex polyphenols and tannins from red wine (WCPT) on chemically induced oxidative DNA damage in the rat. *Eur. J. Nutr.* 38: 190-195.
- Castagnino, C.; Vercauteren, J. (1996) – Castavinol, a new series of polyphenols from Bordeaux red wines. *Tetrah. Letters.* 37:7739-7742
- Catterall, F.; Souquet, J.M.; Cheynier, V.; de Pascual-Teresa, S. ; Santos-Buelga, C. ; Clifford, M.N. ; Ioanides, C.(2000) – Differential Modulation of the Genotoxicity of food carcinogens by naturally occurring monomeric and dimeric polyphenols. *Environmental Molecular Mutagenesis.* 35: 86-98
- Cheynier, V.; J. Rigaud; J.M. Souquet; J.M. Barillere; M. Moutounet (1989) - Effect of pomace contact and hyperoxidation on the phenolic composition and quality of Grenache and Chardonnay wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 40:36-42.
- Czochanska, Z.; Foo L.Y.; Porter L.J. (1979a) – Compositional changes in lower molecular weight flavans during grape maturation. *Phytochemistry*, 18:1819-1822
- Czochanska, Z.; Foo, L.Y.; Newman, R.H.; Porter, L.J.; Thomas, W.A.; Jones W.T. (1979b) - Direct proof of an homogeneous polyflavan-3-ol structure for polymeric proanthocyanidins. *J. Chem. Soc. Chem. Comm.* 375-377.
- Czochanska, Z.; Foo L.Y.; Newman, R.H.; Porter L.J. (1980) – Polymeric proanthocyanidins. Stereochemistry, structural units and molecular weight. *J. Chem. Soc. Perkin Trans I*, 2278-2286
- Dallas, C.; Laureano, O. (1994) - Effects of pH, sulfur dioxide, alcohol content, temperature and storage time on the colour composition in a young Portuguese red wines. *J. Sci. Food Agric.* 65: 477-485
- Das, N. P. (1971) - Studies on flavonoid metabolism. *Biochem. Pharmacol.*, 20: 2435-2445
- De Whalley, c.; Rankin, S.M.; Hault, R.B.; Jessup, W.; Leake, D.S (1990) – Flavonoids inhibit the oxidative modification of low-density lipoproteins by macrophages. *Biochem.Pharmacol.* 39:1743-1750.
- Dumon, M.C. (1990) - Recherches analytiques sur les pycnogénols. Tese de Doutorado, Universidade de Bordeaux II, UFR des Sciences Pharmaceutiques.
- Escribano-Bailón, M.T. Gutiérrez-Fernández; Rivas-gonzalo, J.C.; Santos Buelga, C. (1992) – Characterization of procyanidins of *Vitis Vinifera* variety Tinta del País grape seeds. *J. Agric. Food Chem.*, 40:1794-1799

- Fong, R.A.; Kepner, R.E.; Webb, A.D. (1971) – Acetic acid acylated anthocyanin pigments in the grape skins of a number of varieties of *Vitis Vinifera*. *Am. J. Enol. Vitic.*, 22:150-155
- Frankel, E.N.; Waterhouse, A.L.; Kinsella, J.E. (1993a) – Inhibition of human LDL oxidation by resveratrol. *Lancet* 341:1103-1104
- Frankel, E.N.; Kanner, J.; German, J.N.; Parks, E.; Kinsella, J.E. (1993b) - Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*, 341: 454-457.
- Fulcrand, H.; Benabdeljalil, C.; Rigaud, J.; Cheynier, V. e Moutounet, M. (1998) – A new class of wine pigments generated by reaction between pyruvic acid and grape anthocyanins. *Phytochem.* 47:1401-1407
- Gendre, P.M.J. ; Laparra, J.; Barroud, E. (1985) - Effet protecteur des oligomeres procyanidoliques sur le lathyrisme experimental chez le rat. *Am.Pharm.Fran.* 43:61-71.
- Guerzoni, M.; Zironi, R.; Intrieri, C.; Magnanini, E. (1981) - Stabilisation of white wine by early hyperoxidation of must. *Food Technol. in Australia*, 39:442-446.
- Hackett, A.M.; Griffiths, L.A; Broillet, A.; Wermeille, M (1983) – The metabolism and excretion of dextro carbon-14 labeled cyanidanol-3 in man following oral administration *Xenobiotica*. 13:279-283.
- Haslam, E. (1977) – Review. Symmetry and promiscuity in procyanidin biochemistry. *Phytochemistry*, 16:1625-1640
- Haslam, E. (1980) – In vino veritas: Oligomeric procyanidins and the aging of red wines. *Phytochemistry*, 19:1577-1582
- Hayasaka, Y e Asenstorfer, R.E. (2002) – Screening for potential pigments derived from anthocyanins in red wine using nanoelectrospray tandem mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 50:756-761
- Hu, J.P;Calomme, M.; Lasure, A.; De Bruyne ; T. Pieters, L.; Vlietinck, A.; Vanden Berghe, D. A (1995) – Structure-activity relationship of flavonoids with superoxide scavenging activity. *Biol. Trace. Elem. Res.* 47:327-331
- Jimenez- Ramsey, L.M.; Rogler, J.C., Housley,T.L.; Butler, L. G.; Elkin, R.G. (1994) - Absorption and distribution of C-labeled condensed tannins and related sorghum phenolics in chickens..*J..Agric. Food. Chem.* 42: 963-967
- Jouve, C.; Cabanis, J.C.; Bourzeix, M.; Heredia, N.; Rosec, J.P.; Vialatte, C. (1989) – Teneurs en catéquinaes et procyanidols de vins blancs et rosé ; effets du collage par la caséine. *Rev. Franç. Oenol. (Cahier Scientifique)* 29:14-20
- Takegawa, H; Matsumoto, H.; Endo, K.; Satoh, T.; Nonaka, G.J.; Nishioka, J. (1985) - Inhibitory effects of tannins on hyaluronidase activation and on the degranulation from rat mesentery mast cells. *Chem. Pharm. Bull.*, 33:5076-5082.
- Konowalchuk, J.; Speirs,J.J. (1976) - Virus inactivation by grapes and wines. *Appl.Environ.Microbiol.*, 32: 757-763.
- Kovac, V.; Bourzeix, M.; Heredia, N. ; Ramos, T. (1990) - Etude des catechines et proanthocyanidols de raisin et vins blancs. *Rev. Fran. Oenol. (Cahier Scientifique)*, 30:7-14

- Landrault, N., Poucheret, P., Azay, J., Krosniak, M., Gasc, F., Jenin, C., Cros, G, Teissedre, P.L. (2003) – Effect of a polyphenols-enriched Chardonnay white wine in diabetic rats. *J. Agric. Food Chem.* 51:311-318
- Laparra, J.; Michaud, J. Masquelier, J. (1977) – Pharmacokinetic study of flavanolic oligomers. *Plant. Med. Phytother.* 11:133-142
- Laparra, J.; Michaud, J.; Lesca, M.F; Masquelier, J. (1978) - A pharmacokinetic study of total oligomeric procyanidins of grape. *Acta Therap.* 4:233-246.
- Laparra, J.; Michaud, J. Masquelier, J.(1979) – Action of procyanidins on vitamin C deficient guinea pig. *Bull Soc. Pharm. Bordeaux* 118: 7-13
- Laureano, O.; Ricardo da Silva, J.M.; Sousa, I. (1998) – Fermentação e conservação de vinhos brancos varietais em madeira. *Enologia*, 31/32: 27- 30.
- Laureano, O.; Ricardo da Silva, J.M.; Sousa, I. (2003) – A hora dos brancos está a chegar! Os vinhos brancos têm ou não uma quantidade de compostos fenólicos adequada a promover efeitos benéficos para a saúde humana? *Revista de Vinhos*, 163:118-122
- Lea, A.G.H.; Bridle, P.; Timberlake, C.F. e Singleton V.L. (1979) – The procyanidins of white grapes and wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 30:289-300
- Lea, A.G.H. (1980) – Reversed-phase gradient high-performance liquid chromatography of procianidins and their oxidation products in ciders and wine optimised by Snyder's procedures. *J. Chromatogr.*, 194:62-68
- Liu, L.; Castonguay, A. (1991) – Inhibition of the methabolism and genotoxicity of 4-(methylnitrosamino)-1-(3'pyridyl)-l-butanone (NNK) in rat hepatocytes by (+)-catechin. *Carcinogenesis*. 12:1203-1208
- Liviero, L; Puglisi, P.P.; Morazzononi, P.; Bombardelli, E. (1994) - Antimutagenic activity of procyanidin from *Vitis vinifera*. *Fitoterapia* 65203-209
- Maffei Facino, R.; Carini M.; Aldini, G.; Bombardelli, E.; Morazzoni, P.; Morelli, R. (1994) - Free radicals scavenging action and anti-enzyme activities of procyanidines from *Vitis vinifera*. *Arzneim. Forsch. / Drug Res.* 44: 592-601.
- Mangiapane, H.; Thomson, J.; Salter, A.; Brown, S.; Bell, G.D.; White, D.A. (1992) – The inhibition of the oxidation of low density lipoprotein by (+)-catechin, a naturally occurring flavonoid. *Biochem. Pharmacol.* -43;445-450
- Masquelier, J. (1988) - Physiological effects of wine. Its share in alcoholism. *Bull. OIV*, 61:554578.
- Mateus, N.; Silva, A.; De Freitas, V.; Vercauteren, J. ; De Freitas, V. (2001) – Occurrence of anthocyanins-derived pigments in red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 49:4836-4840
- Mateus, N.; Silva, A.; Santos-Buelga, C.; Rivas-Gonzalo, J. e De Freitas, V. (2002) – Identification of anthocyanin-flavanol pigments in red wines by NMR and mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 50:2110-2116
- Mateus, N.; Silva, A.M.S.; Rivas-Gonzalo, J.; Santos-Buelga, C.; De Freitas, V. (2003) –A new class of blue anthocyanin-derived pigments isolated from red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 51:1919-1923

- Meirelles, G.; Sarni F.; Ricardo da Silva J.M. e Moutounet M. (1992) – Evaluation des procyanidines galloylées dans les vins rouges issues de différentes modes de vinification. Proceedings of the XVI International Congress of the Groupe Polyphenols (JIEP 92), vol. 16, Tome II: 175-178, Lisboa
- Meunier, M.T.; Villie, F.; Jonadet, M.; Bastine, J.; Bastide, P. (1987) - Inhibition of angiotensin I converting enzyme by flavanolic compounds: invitro and in vino studies. *Planta Med.* 53:12-15
- Michaud, J. ; Masquelier, J. (1973) - Quelques aspects nouveaux de la connaissance des tannins catechiques, leurs relations avec la vitamine C2 (P). *Prod.Prob.Pharm.* 28:499-520.
- Midorikawa, T.; Miura, S.; Hamada, T.; Satomi, O.; Awata, N. (1983) – Metabolic fate of cianidanol (KB-53). (2) Metabolic fate and effects of cianidanol of hepatic drug metabolizing enzyme system in rats following repeated oral administration. *Pharmacometrics.* 25:1007-1014
- Monagas, M.; Gomez-Cordevez, C.; Bartolomé, B.; Laureano, O.; Ricardo da Silva, J.M. (2003) – Monomeric oligomeric and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from Vitis Vinifera L. cv. Graciano, Tempranillo and Cabernet Sauvignon. *J. Agric. Food Chem.*, 51:6475- 6481
- Monboisse, J.C. ; Braquet, P. ; Randoux, A. ; Borel, J.P. (1983) - Non-enzymatic degradation of acid-soluble calf skin collagen by superoxide ion: protective effect of flavanoids. *Biochem.Pharmacol.*, 32: 53-58.
- Monboisse, J.C. ; Braquet, P.; Borel, J.P. (1984) - Oxygen-free radicals as mediators of collagen breakage. *Agents Action*, 15: 49-50.
- Muller-Spath, A. (1977) - Connaissances nouvelles sur L'influence de l'oxygène en vinification vue sous l'angle de la pratique. *Die Weinmirtschaft*, 6:1-12.
- Nagel, C.W.; Graber W.R. (1988) - Effect of must oxidation on quality of white wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 39:1-4.
- Oh, H.I.; Hoff, J.E. (1986) - Effect of condensed grape tannins on the In Vitro activity of digestive proteases and activation of their zymogens. *J. Food Sci.*, 51:577-580.
- Oszmianski, J.; Romeyer, F.M.; Sapis, J.C.; Macheix, J.J. (1986) - Grape seed phenolics: extraction as affected by some conditions occurring during wine processing. *Am. J. Enol. Vitic.*, 37:7-12.
- Piergiovani, L.; Voloterio, G. (1983) – Studio della frazione antocianica delle uva. Nota II. Variazione di composizione durante la maturazione. *Technol. Aliment. Imbottigliamento*, 6:22
- Ramey, D.; Bertrand, A.; Ough; C.S.; Singleton, V.J.; Sanders, E. (1986) - Effects of skin contact temperature on Chardonnay must and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 37:99-106.
- Rankine, B.C.; Kepner, R.E.; Webb, A.D. (1958) – Comparison of anthocyanin pigments of vinifera grapes. *Am. Technol. Agric.*, 9:105
- Remy, S.; Fulcrand, H.; Labarbe, B.; Cheynier, V. e Moutounet, M. (2000) – First confirmations in red wine of products resulting from direct anthocyanin-tannin reactions. *J. Sci. Food Agric*, 80:745-751

- Renaud, S.; Lorgèril, M. (1992) - Wine, alcohol, platelets and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 339:1523-1526.
- Ricardo da Silva, J.M.; Rigaud, J.; Cheynier, V.; Cheminat, A. e Moutounet, M. (1991a) – Procyanidin dimers and trimers from grape seeds. *Phytochemistry*, 30: 1259-1264
- Ricardo-da-Silva; J.M.; Darmon, N.; Fernandez, Y.; Mitjavila, S. (1991b) – Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. *J.Agric Food Chem.* 39:1549-1552
- Ricardo-da-Silva, J.M.; Cheynier, V.; Souquet, J.M.; Moutounet, M.; Cabanis, J.C.; Bourzeix, M. (1991c) - Interaction of grape seed procyanidins with various proteins in relation to wine fining. *J. Sci. FoodAgric.*, 57:111-125.
- Ricardo-da-Silva, J.M.; Rosec, J.P.; Bourzeix, M.; Mourgues, J.; Moutounet, M. (1992a) - Dimer and trimer procyanidins in Carignan and Mourvedre grapes and red wines. *Vitis*, 31:55-63.
- Ricardo-da-Silva, J.M.; Belchior, A.P.; Spranger, M.J.; Bourzeix, M. (1992b) - Oligomeric procyanidins of three grapevine varieties and wines from Portugal. *Sci. Aliments*, 12:223-237.
- Ricardo-da-Silva, J.M.; Cheynier, V.; Samson, A.; Bourzeix, M. (1993) - Effect on pomace contact, carbonic maceration and hyperoxidation on the procyanidin composition of Grenache blanc wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44: 168-172.
- Ricardo da Silva, J.M.; Filipe, N.; Laureano, O. (2001) – Oligomeric and polymeric proanthocyanidin quantification in white wines. Abstracts book of the 2nd Symposium “In Vino Analytica Scientia”, 152-154, Bordeaux.
- Rigaud, J.; Perez-Illarbe, J.; Ricardo da Silva, J.M. e Cheynier, V. (1991) – Micro method for the identification of proanthocyanidin using thiolysis monitored by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 540: 401-405.
- Roggero, J.P.; Ragonnet, B; Coen, S. (1984) – Analyse fine des anthocyanines des vins et des pellicules de raisin par la technique HPLC. *Vigne & Vins*, 327:28-42
- Salvayre, R.; Braquet, P.; Perruchot, P.; Douste-Blazy, L. (1981) - Comparation of , the scavenger effect of bilberry anthocyanosides with various flavanoides. In: *Flavanoides and Bioflavanoides* (ed:LFARKAS; M.GABOR; F.KALLA Y e H.W AGNER), 437-442.
- Schwartz, M.; Wabnitz, T.C. e Winterhalter, P. (2003) – Pathways leading to the formation of anthocyanin-vinylphenol adducts and related pigments in red wines, *J. Agric. Food Chem.* 51:386-387
- Scott, B.C.; Butler, J.; Halliwell, B.; Aruoma, O. I. (1993) – Evaluation of the antioxidant actions of ferulic acid and catechins..*Free Radical: Res. Commun.* 19:241-253
- Singleton, V.J.; Zaya, J.; Trousdale, E. (1980) - White table wine quality and polyphenol composition as affected by must SO<sub>2</sub> content and pomace contact time. *Am J. Enol. Vitic.*, 31:14-20.
- Souquet, T.C.; Cheynier, V.; Brossaud, F. e Moutounet, M. (1996) – Polymeric proanthocyanidins from grape skins. *Phytochemistry*. 43:509-512

- Souquet, T.C.; Labarbe, B.; Le Guernevé, C.; Cheynier, V.; Moutounet, M. (2000) – Phenolic composition of grape stems. *J.Agric.Food Chem.*, 48:1076-1080
- St-Leger, A.S.; Cochrane, A.J.; Moore, F. (1979) - Factors associated with cardiac mortality in developed countries with particular reference to the consumption of wine. *Lancet*: 1017-1020.
- Su, C.T.; Singleton, V.L. (1969) – Identification of three flavan-3-ols from grapes. *Phytochemistry*, 8:1553-1558
- Sun, B.; Spranger, M.I. e Ricardo da Silva, J.M. (1996) – Extraction of grape seed procyanidins using different organic solvents. *Proceedings of the XVIII International Congress of the Groupe Polyphénols (JIEP 96)*, vol.1:169-170, Bordeaux.
- Sun, B.S.; Leandro, C.; Ricardo da Silva, J.M. e Spranger, I. (1998) – Separation of grape and wine proanthocyanidins according to their degree of polymerization. *J.Agric.Food Chem.*, 46:1390-1396
- Sun, B.S.; Pinto, T.; Leandro, M.C.; Ricardo da Silva, J.M. e Spranger, M.I. (1999) – Transfer of catechins and proanthocyanidins from solid parts of grape cluster into wines. *Am.J.Enol.Vitic.*, 50: 179-184.
- Sun, B.S.; Ricardo da Silva, J.M. e Spranger, M.I. (2001a) – Quantification of catechins proanthocyanidins in several portuguese grapevine varieties and red wines. *Ciência Téc. Vitiv.*, 16:65-79
- Sun, B.H.; Spranger, M.I.; Rouque-do-Vale, F.; Leandro, C.; Belchior, P (2001b) – Effect of different winemaking technologies on phenolic composition in Tinta Miúda red wines. *J. Agric. Food. Chem.* 49:5809-5816
- Tanahashi, H.; Suwa, Y.; Zenibayashi, Y.; Toyoda, Y.; Kitamura, K.; Hosoda, K.; Amachi, T.; Kondo, K.; Matsumoto, A.; Itakura, H. Clinical and component studies on antioxidant ability of red wine (Abstract). *Am. J. Enol. Vitic.* 46: 405-406.
- Takechi, M.; Tanaka, T.; Takbhara, M.; Nonaka, G.J.; Nishioka, I. (1985) - Structure and antileherpetic activity among the tannins, *Phytochemistry*, 24: 2245-2250.
- Takechi, M.; Tanaka, Y.; Nonaka, G.I.; Nishioka, I. (1985) – Structure and antiherpetic activity among the tannins. *Phytochemistry*. 24:2245-2250
- Terencio, M.C.; Sanz, M.J.; Paya, M. (1991) – Antihypertensive action of a procyanidin glycoside from *Rhamnus lycioides*. *J. Ethnopharmacol.* 31: 109-114
- Teissedre, P.L.; Frankel, E.N; Waterhouse, A.L.; Peleg H.; German, J. B. (1996) – Inhibition of in vitro human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines. *J.Sci.Food.Agric.* 70:55-61
- Uchida, S.; Edamatsu, R.; Hiramatsu, M.; Mori, A.; Nonaka, G.Y.; Nishioka, I.; Niwa, N.; Ozaki, M. (1987) - Condensed tannins scavenge active oxygen free radicals. *Med. Sci. Res.*, 15:831-832
- Vinson, J. A.; Dabbagh, Y. A.; Serry, M.M.; Jang, J. (1995) – Plant flavanoids, especially tea flavonols, are powerful antioxidants using an in vitro oxidation model for heart disease. *J. Agric. Food. Chem.* 43:2800-2802

- Vivar-Quintana, A.M.; Santos-Buelga, C.; Francia-Aricha, E. e Rivas-Gonzalo, J.C. (2002) – Anthocyanin derived pigments and colour of red wines. *Anal. Chim.Acta.* 458:147-155
- Weinges, K e Piretti, M.V. (1971) – Isolierung des procyanidins B1 aus weintrauben. *Leibigs Ann. Chem. Dtsch.* 748:218-220
- Wulf, L-W; Nagel, C.W. (1978) – High-pressure liquid chromatographic separation of anthocyanins in *Vitis vinifera*. *Am.J.Enol.Vitic.*, 29:42-49