

ESTUDIO ANALÍTICO Y ESTADÍSTICO DEL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO DE VINOS TINTOS DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN TACORONTE-ACENTEJO

Pomar García M.; González Mendoza L.A.; *Díaz Díaz M. E.; **Savoie Gutiérrez J.L.; García Fernández M.J.

Departamento de Ingeniería Química y T.F. Universidad de La Laguna.
*Instituto Canario de Investigaciones Agrarias.
**Cabildo Insular de Tenerife.

RESUMEN

Se realizó un amplio estudio analítico y estadístico de las muestras de vino tinto de las cosechas 93, 94 y 95 de la Denominación de Origen Tacoronte-Acentejo y procedentes de diferentes envejecimientos en roble francés y americano, y posteriormente en botella, con el fin de obtener la evolución temporal de algunos parámetros analíticos y sensoriales, así como una interpretación global del proceso de crianza en roble. Se encontró que la fase visual y los parámetros relacionados con el color determinan en mayor medida que el resto la duración adecuada de envejecimiento, mientras que los volátiles y el aspecto olfativo de cata determinan la preferencia del roble francés frente al americano.

INTRODUCCIÓN

La madera y, concretamente, el roble ha sido el material más utilizado para el envejecimiento de vinos de crianza, puesto que concurren en él una serie de características particulares que mejoran las cualidades organolépticas del vino.

Dentro de la geografía mundial existen dos zonas destacadas por la calidad única de la madera de roble, una es América del Norte y la otra Francia. Entre las cualidades que presenta la madera de roble americano está la de ceder pocos taninos y aportar un característico olor a coco, dando así vinos muy suaves. Sin embargo, la madera de roble francés es más porosa facilitando, en mayor medida, la extracción de taninos y los intercambios con el exterior.

Las transformaciones que se producen durante el añejamiento del vino, debidas fundamentalmente a los procesos de oxidación, cesión de sustancias de la madera y evaporación de volátiles, variarán según el tipo de vino, el grado de aireación, la relación superficie/volumen de la bodega y su edad, entre otros. Dichas características quedan definidas, a su vez, por el origen de la madera de roble, por su secado y por el método de fabricación de la bodega.

Debido a esta gran cantidad de variables influenciadas en el envejecimiento de vinos, el presente trabajo se ha realizado mediante el estudio analítico y estadístico de una cantidad considerable de parámetros físico-químicos de interés enológico, que ayuden a la interpretación global del proceso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material

Las muestras de vino tinto utilizadas para la realización de este estudio fueron vinificadas, envejecidas y proporcionadas por Bodegas Insulares S.A. (enmarcada en la denominación de origen Tacoronte-Acentejo) a lo largo de tres cosechas consecutivas. El proceso de vinificación y envejecimiento de las diferentes experiencias llevadas a cabo se detallan en la anterior publicación (Pomar y cols., 1998).

Métodos

Los métodos utilizados para el análisis de los parámetros físico-químicos se enumeran brevemente a continuación:

Acidez total, pH, Densidad y Grado alcohólico (Métodos oficiales de análisis, 1986). Acidez volátil: método García-Tena. Taninos: método Lowenthal modificado. Sulfuroso total y libre: método de Ripper. Ácido tartárico, catequinas, antocianos monómeros y polímeros, índice de polifenoles totales, índice de polimerización de polifenoles, índice de edad, DO 520 nm, DO 420 nm, DO 620 nm, intensidad colorante y tonalidad: Espectrofotometría de UV-Vis. Fenoles no flavonoides: Cromatografía líquida. Aromas: Cromatografía de gases-espectrometría de masas; FID. Hierro: Absorción atómica. Sodio y potasio: fotometría de llama. Análisis organoléptico: realizado por la Estación de Viticultura y Enología de Navarra con ficha de cata de la OIV.

Tratamiento de datos

Para una mejor interpretación de los resultados analíticos y organolépticos de los vinos, se procedió al tratamiento informático de los mismos mediante el estudio de regresión y de discriminante, por medio de los programas P9R y P7M del paquete estadístico BMDP.

En primer lugar, se procedió al agrupamiento de los resultados derivados de las determinaciones físico-químicas de acuerdo a una de estas cuatro características: parámetros tradicionales relacionados con las características de partida del vino, relativos al color que se pueden asociar a los procesos de oxidación, ácidos y aldehídos fenoles relacionados con la extracción de sustancias de la madera y aromas que se relacionan principalmente con la evaporación de volátiles. Cabe destacar que varios parámetros fueron incluidos tanto entre los tradicionales como en los de color, por tratarse de determinaciones importantes para la interpretación de ambos grupos. Así, las agrupaciones quedaron establecidas de la siguiente manera:

- Parámetros tradicionales: densidad, grado alcohólico, acidez volátil, acidez total, taninos, sulfuroso total, sulfuroso libre, antocianos monómeros, ácido tartárico, hierro, índice de polifenoles totales, pH, sodio y potasio. En total catorce parámetros.
- Parámetros del color: taninos, antocianos monómeros, antocianos polímeros, índice de polifenoles totales, índice de polimerización de polifenoles, densidad óptica a 420 nm, densidad óptica a 520 nm, densidad óptica a 620 nm, índice de edad, intensidad colorante, tonalidad, taninos de Masquelier y catequinas. En total son trece determinaciones relativas al color.

- Ácidos y aldehídos fenoles: ácido gálico, hidroximetilfurfural, ácido protocatéuico, aldehído protocatéuico, ácido p-hidroxibenzoico, aldehído p-hidroxibenzoico, ácido vainíllico, ácido cafeico, vainillina, ácido siringico, siringaldehído, ácido p-cumárico y ácido ferúlico. Un total de trece fenoles no flavonoides.
- Aromas: acetato de etilo, isobutanol, butanol, heptano, alcohol isoamílico, alcohol amílico, 3-hexanol, acetato de n-butilo, 3-metilpentanol, 1-hexanol, acetato de n-amilo, hexanoato de etilo, 2-feniletanol, succinato de dietilo, octanoato de etilo, naftaleno, acetato de 2-etilfenol, ácido decanoico y decanoato de etilo. Un total de diecinueve compuestos volátiles.
- En segundo lugar, a cada uno de estos grupos por separado se les sometió a diferentes estudios estadísticos atendiendo a las siguientes variables:
 - Análisis sensorial: total, color, olor, gusto y gusto-olor (puntuación).
 - Tiempo de envejecimiento: 0, 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 y 24 (meses).
 - Añada o cosecha: 1993, 1994 y 1995.
 - Tipo de depósito: acero inoxidable, roble francés y roble americano.

El análisis de regresión múltiple fue utilizado para relacionar los resultados analíticos con las dos primeras variables (análisis sensorial y tiempo de envejecimiento), mientras que el discriminante se llevó a cabo mediante el uso de las tres últimas variables (tiempo de envejecimiento, añada y depósito).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez establecidas las características de partida de una cosecha, es necesario establecer los parámetros que definen el envejecimiento y cuales lo mejoran o no desde la perspectiva del análisis físico-químico y sensorial. Para ello, se realizó en primer lugar el estudio discriminante de las cuatro agrupaciones analíticas respecto a las tres añadas en estudio, 1993, 1994 y 1995.

Así, para los parámetros tradicionales las variables índice de polifenoles totales, grado alcohólico, antocianos monómeros, densidad y acidez total proporcionan una serie de ecuaciones que clasifican correctamente el 100% de las muestras de vino en su añada correspondiente, dando lugar a una serie de grupos perfectamente delimitados en la representación gráfica de las variables canónicas. Tanto el índice de polifenoles totales como los antocianos libres son variables altamente, ya que varían según la duración de la maceración (Peynaud, 1989), que en este caso fue diferente para las tres cosechas.

También la acidez total y el grado alcohólico fueron distintos para cada año, por lo que son buenos discriminantes, aunque ambos parámetros son preestablecidos de antemano, en el momento de la vendimia.

El análisis discriminante para parámetros del color revela una combinación lineal entre la densidad óptica a 620 nm, catequinas y taninos con un 98,4% de acierto. De nuevo, es la duración de la maceración la causante de la diferenciación entre cosechas (Peynaud, 1989) (Ruiz, 1991). Con el mismo porcentaje de casos correctamente clasificados se obtiene una serie de ecuaciones lineales para los fenoles no flavonoides. Todos ellos varían de concentración según el proceso de vinificación empleado (Rapp y Versini, 1996).

Los aromas son los parámetros analíticos que menor diferenciación presentan respecto a las diferentes añadas, con un 96,4% de acierto. Se ha encontrado, de forma general, alguna dependencia entre concentraciones en ésteres y alcoholes con la duración de los incubados (Gómez y cols., 1994).

De estos resultados se desprende que la diferenciación de añadas a lo largo del envejecimiento se debe principalmente a parámetros afectados por las leyes de la extracción durante la maceración, pero no por la cesión de sustancias del roble. Por tanto, se podría pensar que la optimización del proceso de añejamiento en este trabajo se ha obtenido vía el tiempo de macerado de los hollejos durante la vinificación.

Por otro lado, el añejamiento afectará de diversa forma a la evolución de los parámetros analíticos, de manera que unos más que otros influirán en el establecimiento de la duración óptima de permanencia en barrica y en botella. Para una profundización mayor de estas consideraciones se realizó el análisis de discriminante y de regresión de los cuatro grupos de determinaciones respecto al tiempo de envejecimiento.

Así, el análisis discriminante de los resultados físico-químicos relativos al color respecto al tiempo de envejecimiento del vino dio lugar a una serie de ecuaciones canónicas en las que antocianos polímeros, índice de edad, antocianos monómeros y tonalidad son las variables que mejor discriminan con un 82,3% de casos reclasificados en su grupo de partida. La mayor contribución, con diferencia, la muestran los antocianos polímeros, por lo que cabe pensar que son éstos y no los monómeros los que proporcionan una caracterización más precisa de la edad cronológica del vino añejado.

Este mismo estudio estadístico para los restantes grupos de determinaciones, reveló que los parámetros tradicionales, fenoles y aromas no contribuyen claramente a la diferenciación de vinos respecto a su tiempo de crianza. Todo ello implica que los parámetros relacionados con el color son los que sufren una evolución más acusada, presentando mayores cambios a lo largo del envejecimiento del vino.

Los estudios de regresión múltiple aplicados a estos datos, presentan nuevamente una buena correlación de los análisis de color con el tiempo transcurrido. Así, la curva de regresión obtenida engloba seis parámetros con un coeficiente de correlación de $r^2 = 0,95$, donde el índice de edad muestra una alta relación. A la vista de ello, podría pensarse que este parámetro, como su mismo nombre indica, plasma de forma bastante fiable y con suficiente exactitud la edad del vino. De acuerdo a la suma o la resta de cada parámetro en la ecuación obtenida se podría afirmar que el transcurso del tiempo de envejecimiento está caracterizado por el color total, representado por la intensidad colorante, menos el color amarillo formado a partir de la polimerización de polifenoles.

Para una mejor interpretación de estos resultados se debe observar la evolución de algunos de los parámetros físico-químicos involucrados en este apartado del estudio estadístico:

Como se observa en la gráfica de evolución del índice de polifenoles totales (Gráfico 1) a lo largo del envejecimiento se obtienen ligeras fluctuaciones durante su estancia en barrica, provocadas posiblemente por el balance resultante entre la extracción de fenoles de la madera y la floculación, y posterior precipitación de materia colorante. Para las añadas que parten con un valor más elevado de este índice de fenoles, la caída posterior es mayor, quizás por la dificultad de estabilizar totalmente la materia colorante, que también se presenta en cantidad superior, dando lugar a precipitaciones. Además se obtiene un descenso superior en los meses en que se produce el embotellado, ya que la mayor presencia de oxígeno, que reduce el etanol a etanal, favorece las precipitaciones que se producen por reacción de este último con la materia colorante (Johnston y Morris, 1997; Ruiz, 1994). En botella le sigue una disminución continua, apuntada anteriormente por Ruiz (1994) en sus estudios. La extracción de fenoles no parece muy

elevada, quizás debido a que partimos de roble con tostado ligero, donde la materia extraíble es menor (Artajona, 1991). En todo caso, se observa para la primera añada que al terminar el tiempo en bodega el índice es mayor para los vinos que estuvieron en roble francés (Aiken y Noble, 1984b), lo que indica una mayor extracción de sustancias contenidas en la madera de roble, como ocurre también para los taninos (Henderson, 1983; Schuetz, 1986; Singleton, 1974).

En efecto, estos últimos presentan en el Gráfico 2 un aumento de hasta 0,35 g/l en los primeros meses de contacto con la madera, que indica la extracción de taninos hidrolizables del roble de acuerdo con lo apuntado por otros autores (Moutounet y cols., 1989; Puech, 1987). Por tanto, el fenómeno de la extracción de compuestos procedentes de la madera se lleva a cabo en los primeros meses de la crianza del vino. Además, este incremento casi no se obtiene para la evolución del 95, apoyando la hipótesis de un posible agotamiento del roble después del cuarto o quinto llenado, como ya se ha conseguido en otros estudios (Puech, 1987).

En los siguientes meses de estancia en madera se produce una estabilización pero con fluctuaciones, que podrían ser debidas a equilibrios entre formas más o menos polimerizadas entre ellos, con las catequinas y con los antocianos libres que presentan una pérdida progresiva y acusada (Gráfico 3) en favor de los poliméricos, que van en aumento a medida que transcurre el tiempo de crianza (Dallas y Laureano, 1994) (Gráfico 4). En efecto, estos compuestos, responsables del color rojo intenso del vino joven, van polimerizándose entre ellos y con los taninos, para dar sustancias de color rojo-teja que proporcionan estabilidad al color del vino (Margueri y cols., 1980; Mazza, 1995) y finura gustativa (Singleton y Trousdale, 1992). El descenso de las formas libres es más rápido durante los primeros meses de crianza, puesto que la polimerización se ve favorecida en presencia de oxígeno (Somers, 1983) que es más abundante durante la estancia del vino en bodega. Asimismo, la caída es menor para los vinos del 94 y 95 ya que un mayor macerado protege de oxidaciones y además un uso superior de la bodega producirá la obstrucción interna y externa de los poros de la madera.

Las densidades ópticas a 520 nm y a 420 nm (Gráficos 5 y 6 respectivamente) muestran qué ocurre en el vino debido a esta polimerización. La primera de ellas, indicativa del contenido en matices rojos del vino, presenta un aumento en el periodo inicial de la crianza en bodega, que puede deberse tanto a la extracción como a la disminución observada del pH en ese período por cesión de sustancias ácidas, que desplazaría el equilibrio de los antocianos hacia el ion flavilium de color rojo intenso (Ribéreau-Gayon, 1974). Después va disminuyendo progresivamente a lo largo de los meses de añejamiento, de forma paralela a la pérdida de antocianos monómeros, responsables del color rojo intenso.

Por otro lado, para el color amarillo, expresado en la densidad óptica a 420 nm, se obtiene un aumento considerable en los tres primeros meses de los vinos del 93 y del 94, indicando una posible extracción de sustancias coloreadas en la gama de los marrones-amarillos. Además no se observa un incremento claro en este parámetro a lo largo del posterior envejecimiento para las dos últimas experiencias, al contrario de lo que sucediera para los vinos de la cosecha de 1993, indicando que en esta cosecha los vinos son más susceptibles a la acción del oxígeno, con mayor oxidación de fenoles a quinonas de color amarillo y mayor polimerización de antocianos con taninos que producen un viraje del color rojo intenso a rojo teja. Este hecho sería explicable puesto que una maceración superior extrae mayor cantidad de taninos y por tanto de elagitaninos

encontrados no sólo en el roble sino también en la uva (Lin y Vine, 1989) y que actúan como protectores de la oxidación (Vivas y Glories, 1996).

De acuerdo con estas observaciones, en las cosechas del 93 y 94, tanto la intensidad colorante (Gráfico 7) como la tonalidad (Gráfico 8) aumentan en los primeros meses de envejecimiento en barrica. No ocurre así en los vinos del 95, donde se observa una disminución en los dos parámetros, indicando nuevamente una mínima cesión (o ninguna) de sustancias de la madera que aporten color al vino y, por tanto, un ligero agotamiento de la madera en extraíbles después de varios llenados de la barrica.

Durante la estancia en botella los vinos de crianza del 93, que partían con una intensidad del color baja, presentan un comportamiento estable, mientras que para el 94 y 95, con valores de partida que superan hasta en un 80% a los de la primera experiencia, la evolución es descendente, signo de una mayor pérdida de materia colorante por precipitación ante la imposibilidad de una estabilización total de ésta.

La tonalidad presenta una evolución similar a la intensidad colorante en todo momento, para las tres añadas. Por tanto, a lo largo del envejecimiento el color rojo-intenso experimenta un cambio progresivo hacia el rojo-teja, como indica el descenso en la densidad óptica a 520 nm y el incremento en la absorbancia a 420 nm, que produce, de esta manera, una caída en la tonalidad del color del vino por la pérdida de tonos oscuros. Sin embargo, el vino no presenta un descenso tan acusado en su intensidad colorante, ya que el color rojo-anaranjado que se va formando durante la crianza es más estable que el rojo intenso de los vinos jóvenes y, por consiguiente, menos dependiente de variaciones por presencia de bisulfito u otros compuestos similares.

Esta transformación del color que experimenta el vino a lo largo de su envejecimiento está claramente reflejada en la evolución del índice de edad (Gráfico 9) que representa la riqueza en color amarillo respecto a aquella en tonos rojo-púrpura. Este parámetro aumenta de forma más acentuada mientras el vino se encuentra alojado en barricas de madera, para incrementarse poco a poco en botella. En la cosecha del 1993 y a partir del segundo muestreo, el envejecimiento es superior para los vinos mantenidos en roble francés, indicando la presencia de mayores fenómenos de oxidación en los vinos madurados con este tipo de roble.

Podría decirse, por tanto, que los fenómenos de oxidación con polimerización de fenoles y transformación del color rojo-intenso al rojo-teja gobiernan el transcurso del tiempo en el envejecimiento, estableciendo cuando está pasado o decrepito. Además este proceso depende principalmente de dos factores: el tiempo de uso de la barrica y la maceración aplicada al vino.

Por otro lado, con la intención de profundizar en la diferenciación entre roble americano y francés y establecer las causas de la preferencia de éste último, se llevó a cabo el estudio estadístico discriminante de los datos referidos a los vinos de 1993, ya que únicamente estas muestras permanecieron por separado durante todo el envejecimiento, mientras que el resto de las añadas sufrieron algún tipo de mezcla entre vinos de diferentes barricas, en el momento del embotellado.

Se obtiene así que los parámetros tradicionales concretamente sulfuroso libre y grado alcohólico, y los aromas son los grupos que más contribuyen a la diferenciación entre clases de roble, con un 96,9 y un 91,7 % respectivamente de casos correctamente clasificados en su grupo de partida. Le sigue con un porcentaje del 80,6 % los fenoles no

flavonoides, mientras que el color es el que presenta una menor discriminación. En consecuencia, los parámetros más relacionados con el aspecto olfativo sufren la diferenciación más alta respecto al tipo de madera utilizado en la barrica.

De nuevo, se debe observar la evolución de los parámetros involucrados en este apartado del estudio estadístico para intentar explicar las relaciones que se han establecido:

En la Gráfica 10, correspondiente a la evolución del grado alcohólico durante el envejecimiento en barrica y en botella para los vinos de 1993 se produce una disminución importante en el primer mes, que ya ha sido reportada en estudios anteriores, hasta una pérdida de 0,3% (Laszlavik y cols., 1995). Este hecho supone, por una parte la oxidación del etanol, y por otra una evaporación diferencial de este alcohol respecto al agua, que se ve favorecida por humedades relativas por encima del 65-70% (Venter y Baumgarten, 1987). Estos valores son fácilmente superados en los meses de invierno en la isla de Tenerife y más concretamente en la zona de ubicación de Bodegas Insulares S.A., con una humedad relativa próxima al 80-90% gran parte del año. En botella se observa una estabilización, puesto que no existe el fenómeno de la evaporación. Tanto la pérdida de etanol como de agua ha sido descrita previamente en la bibliografía (Aiken y Noble, 1984b; Venter y Baumgarten, 1987).

Por otro lado, los vinos de las cosechas de 1993 presentan una mayor evaporación de etanol para la conservación en roble americano frente al francés, en similares condiciones de envejecimiento. Este hecho podría estar relacionado con el método de fabricación de las piezas de madera destinadas a la barrica: en el roble americano, obtenidas por aserrado, sin respetar la integridad de la fibra y, por tanto, menor estanqueidad y mayor impregnación del líquido, en comparación al corte hendido, practicado en el roble francés (Ruiz, 1994). Esta mayor impregnación provocaría que el "punto de saturación" (lugar en la madera de la barrica donde cesa la extracción, y la evaporación se vuelve preferente) estuviera más cercano al exterior, facilitando los intercambios con el ambiente.

En el Gráfico 11 de evolución de la vainillina se observa un pequeño incremento durante la estancia en barrica, que podría deberse a la cesión por parte de la madera (Puech, 1987). En botella, se estabiliza en el caso de la añada de 1993 destacando una mayor cantidad en los vinos procedentes de roble francés, que concuerda con las observaciones de cata realizadas para estos vinos en las que se apuntaba un aroma más intenso a vainilla en la maduración con esta clase de roble.

El siringaldehído (Gráfico 12) presenta un incremento el primer mes de crianza que ha sugerido la presencia de fenómenos de cesión de la madera de roble al vino (Laszlavik y cols., 1995; Puech, 1987) y que finaliza con una mayor concentración para los alojados en roble francés.

En todo caso, y para los vinos de la primera cosecha en estudio, se aprecia en la mayoría de los ácidos y aldehídos fenoles una concentración superior en los caldos que permanecieron en roble francés, en concordancia con los mayores aumentos en no flavonoides encontrados por Aiken y Noble (1984b) para este tipo de madera.

En cuanto a la evolución de los ocho aromas involucrados en el análisis discriminante, se observan tres comportamientos diferentes:

- por una parte una mayor concentración en roble francés que en americano, como en el succinato de dietilo (Gráfico 13), que podría deberse a una evaporación diferencial similar a la ocurrida para el grado alcohólico.
- por otra parte se obtiene el comportamiento inverso para butanol (Gráfico 14), naftaleno, decanoato de etilo y acetato de etilo, que podría deberse a un efecto de concentración de estas sustancias en el vino por la evaporación diferencial del etanol.
- También se observa en el caso del alcohol isoamílico, 1-hexanol y acetato de butilo una baja diferenciación de la que poco se puede concluir.

Podría decirse, por tanto, que la evaporación de volátiles del vino a través de la madera y en menor medida la extracción de sustancias cedidas por la madera son los fenómenos que mayor discriminación imprimen a los vinos envejecidos con diferentes tipos de roble, estableciendo la preferencia del roble francés sobre el americano. Atendiendo a ello, la diferenciación estaría provocada por el distinto tamaño de poro de los robles francés y americano y al método de cortado de las duelas para la fabricación de la barrica, como sucede en el caso del grado alcohólico.

Por último, con el objeto de estudiar la influencia de los diferentes aspectos de la cata sobre las variables tiempo de envejecimiento, clase de depósito de almacenamiento y añada, se llevó a cabo el análisis estadístico discriminante de estos parámetros. Aunque en general se obtienen bajas contribuciones para este estudio se pueden afirmar los siguientes resultados:

- del análisis discriminante del tiempo de envejecimiento con los atributos sensoriales por separado se obtiene que la fase visual es la que mayor contribución presenta, mientras que es el aspecto olfativo el que mejor diferenciación establece entre tipos de roble. Cabe recordar que se obtuvieron relaciones similares entre determinaciones analíticas del color y tiempo de envejecimiento y entre volátiles y clase de roble. Asimismo, todos los atributos del sensorial contribuyen a la discriminación entre añadas en paralelo con los resultados que indicaban que todas las agrupaciones analíticas daban lugar a una diferenciación alta de las cosechas.
- Respecto al estudio discriminante del análisis sensorial total, presenta un mayor porcentaje de discriminación el tipo de roble utilizado para el envejecimiento que la duración de éste. Pero lo que verdaderamente ha influido en la puntuación de los vinos añejados ha sido la añada, que ostenta la mayor contribución con un 46,2% de acierto.

Por tanto, la calidad de un vino añejado no sólo depende del envejecimiento “per se”, sino que las características del vino de partida, así como la materia prima empleada en la fabricación de la barrica ejercerán una gran influencia en el bouquet final de ese vino.

CONCLUSIONES

Las conclusiones extraídas de este estudio se detallan en la Ilustración 1 y se pueden resumir en los siguientes puntos:

La edad química o cronológica del vino está caracterizada por la polimerización de polifenoles y la producción de color amarillo, mientras que la edad visual introduce la acidez como importante elemento en los equilibrios entre las formas poliméricas. El índice de edad se revela como un parámetro fiable para el pronóstico de la edad química y visual del vino envejecido.

La diferenciación entre roble francés y americano está marcada por la concentración en compuestos volátiles así como por su impacto olfativo. La mayor contribución a esta discriminación la presentan los fenómenos de evaporación, mientras que la poca extracción de sustancias por tratarse de maderas con un tostado ligero, provoca que el tiempo de uso de las barricas no sea un factor determinante en la diferenciación de vinos madurados en diferentes robles.

La fase visual es el atributo de cata que mejor caracteriza la evolución del vino a lo largo del envejecimiento, por lo que parece que el color, que va tornando de matices rojo-intenso a rojo-teja, es el factor determinante en el establecimiento de la duración más adecuada de envejecimiento de los vinos de la comarca Tacoronte-Acentejo.

La fase olfativa establece la mayor diferencia en la degustación de vinos madurados en diferentes tipos de madera, determinando la preferencia del roble francés sobre el americano para el envejecimiento de éstos.

Todos los aspectos analíticos estudiados contribuyen a la calidad sensorial total del vino tinto añejado, aunque los parámetros relacionados con las características generales del vino establecidas en el proceso de vinificación, así como con los fenómenos de cesión de sustancias de la madera de roble son los que imprimirán, en mayor medida, la diferenciación entre distintos tipos de roble y el "bouquet" del vino añejado, que se percibe al degustar la armonía del conjunto.

AGRADECIMIENTOS

El Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica de la Universidad de La Laguna quiere agradecer al Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, a Bodegas Insulares S.A., a la Estación de Viticultura y Enología de Navarra y a la Vinoteca de la Laguna, la colaboración prestada para la realización de este estudio. Asimismo gracias por la financiación del proyecto al Cabildo Insular de Tenerife y a la Dirección General de Universidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Aiken J.W. y Noble A.C. (1984b) Composition and Sensory Properties of Cabernet Sauvignon Wine Aged in French versus American Oak Barrels. *Vitis*, 23, 27-36.
- Artajona J. (1991) Estudio de la Caracterización de Roble según su Origen y Grado de Tostado mediante Utilización de GC y HPLC. *Jornadas Técnicas Internacionales. FIRAVI 91*.
- Dallas C. y Laureano O. (1994) Effects of pH, sulphur dioxide, alcohol content, temperature and storage time on colour composition of a young Portuguese red table wine. *J. Sci. Food Agric.* 65(4), 477-485.
- García Barceló J. (1976) Metodología de análisis de vinos y derivados. Sepsa, Vilafranca del Penedés.
- Gómez E., Laencina J. y Martínez A. (1994) Vinification effects on changes in volatile compounds of wine. *J. Food Sci.* 59(2), 406-409.
- Henderson C.E. (1983) Jr.Cooperage lignin M.S. Thesis, University of California, Davis.
- Johnston T. y Morris J. (1997) HPLC Analysis of Cabernet Sauvignon and Noble wine pigment Fractions. *J. Food Sci.*, 62 (4), 684-687.
- Laszlavik M., Gal L., Misik S. y Erdei L. (1995) Phenolic Compounds in two Hungarian Red Wines Matured in Q. Robur and Q. Petrea Barrels. HPLC Analysis and Diode Array Detection. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46(1).
- Margueri G., Tonon D. y Trepin P. (1980) Modification of composition of wine polyphenol compounds during rapid ageing. *Vini Ital.*, 22(125), 77-82.
- Mazza G. (1995) Anthocyanins in grapes and grape products. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition* 35(4), 341-371.
- Métodos de análisis comunitarios aplicables en el sector del vino (1991). A. Madrid Vicente, Eds.
- Métodos oficiales de análisis. Tomo II: vinos (1986). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Moutounet M., Rabier P., Puech J-L., Verette E. y Barillene J.M. (1989) Analysis by HPLC of extractable substances in oak wood. *Sci. Aliment.*, 9, 35-51.
- Peynaud E. (1989) *Enología práctica*. Ed. Mundi-Prensa.
- Pomar M. (1993) Caracterización de los vinos tintos de la comarca Tacoronte-Acentejo. Dpto. Ingeniería Química y T.F., Universidad de La Laguna. Trabajo de Licenciatura.

- Pomar M., González L.A. y Díaz F. (1994) Analytic characteristics of red wine from the Canary Islands (SPAIN). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 28(2), 173-179.
- Puech J-L. (1987) Extraction of phenolic compounds from oak wood in model solutions and evolution of aromatic aldehydes in wines aged in oak barrels. *Am. J. Enol. Vitic.*, 38(3), 236-238.
- Rapp A. y Versini G. (1996) Volatile phenolic compounds of wine. *Deutsche-Lebensmittel-Rundschau*, 92(2), 42-48.
- Ribéreau-Gayon P. (1974) The chemistry of wine making. Ed. A.D. Webb, American Chemical Soc., Washington.
- Ribéreau-Gayon P. y Stonestreet E. (1965) Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 9, 2649.
- Ruiz Hernández M. (1991) *Vinificación en tinto*. Ed. Madrid Vicente.
- Ruiz Hernández M. (1994) *Crianza y envejecimiento del vino tinto*. Ed. Madrid Vicente.
- Ruiz Hernández M. (1996) La calidad de los vinos tintos bajo la perspectiva polifenólica. *La Semana Vitivinícola*, 2.582, 339-343.
- Schuetz R.C. (1986) Humidity effects on evaporation and penetration in american and french white oak and its ethanol extract, pp. 54 .M.S. Research Report. University of California, Davis.
- Singleton V.L. (1974) Some aspects of the wooden containers as a factor in wine maturation. *Adv. Chem. Ser. (ACS)*, 137, 254-277.
- Singleton V.L. y Trousdale E.K. (1992) Anthocyanin-Tannin Interactions Explaining Differences in Polymeric Phenols between White and Red Wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 43(1).
- Somers T.C. (1983) Influence of Conservation Time on the Phisico-Chemical and Organoleptic Characteristics of Wines. *Food Technology in Australia*, 35 (1), January 1983.
- Somers T.C. y Evans M.E. (1977) Spectral evaluation of young red wines: anthocyanins equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, "chemical age". *J. Sci. Food Agric.*, 28, 279.
- Venter W.P. y Baumgarten G.F. (1987) Influence of relative humidity and temperature on the chemical composition of brandy during maturation. *Proc. 8th Intern. Enol. Symp.*, Cape Town, 1-13.
- Vivas N. y Glories Y. (1996) Role of oak wood ellagitannins in the oxidation process of red wines during aging. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47(1), 103-107.













