Universidad Católica de Cuyo

Facultad Don Bosco de Enología y Ciencias de la Alimentación

Licenciatura en Enología

Diferencias polifenólicas y sensoriales

observadas

en una vinificación integral y otra vinificación tradicional

Facundo Di Paola

Profesores:

Asesor: **Lic. Daniel Buono**

Revisión Formal: **Mgter. Elena Caliguli**

Tipo de Trabajo: Trabajo Final

Lugar y Fecha: Mendoza, Rodeo del Medio, 21 de diciembre de 2022

Defensa Oral

Libro: Folio N°: Acta N°

Fecha:

Calificación:

Tribunal Examinador:

Agradecimientos

Agradezco al profesor Lic. Daniel Buono por acompañarme en el desarrollo del tema a tratar, a la Mgter. Elena Caliguli por realizar la corrección del mismo.

Reconozco y agradezco al decano de la Facultad, Lic. Raúl Tornello y a todos los profesores que fueron parte de mi carrera universitaria, siempre dispuestos a ayudar y brindar el mejor de sus esfuerzos para transmitir sus conocimientos.

Agradezco a la Empresa Vignobles Peré Vergé por prestarme las instalaciones, la materia prima, los conocimientos y la amabilidad para poder hacer mi trabajo de tesis. A Marcelo Pelleriti por darme esta gran oportunidad, a su mano derecha, Florian Pesquier y al enólogo Mikaël Laizet por brindarme gran cantidad de información requerida.

Agradezco al Laboratorio EnoRolland por acompañarme y por hacer los análisis requeridos a las muestras del ensayo.

Dedicatoria

A mis padres, Alejandro y Viviana, a mis hermanos, Valentina, Francisco y Mercedes, a mi ahijada Aurora, a mi sobrina Olivia, a mis abuelos/as y a mis amigos.

Introducción

El conocimiento de la composición química de la uva y el vino, y particularmente de la composición fenólica, constituye una herramienta clave en el monitoreo y mejoramiento de la calidad de los productos, debido a su impacto directo sobre las características organolépticas y a sus propiedades funcionales. Actualmente, la tendencia del mercado del vino tinto está orientada hacia la elaboración de productos con un alto contenido polifenólico y es por ello que resulta fundamental la comprensión de estos parámetros de calidad y de los múltiples factores, como por ejemplo, las condiciones agrometeorológicas, suelo, clima, agua, y otros elementos. que inciden sobre los mismos.

Este estudio realizado me pareció algo muy interesante a hacer ya que la vinificación integral es un estilo de vinificación que demanda de mucho trabajo físico y por ende un gran costo de producción, pero del cual se obtienen grandes resultados a la hora de producir vinos de alta precisión y alta calidad.

El ensayo que se va a llevar a cabo es el siguiente: utilizando la misma partida de uva, se comprarán dos sistemas de vinificación. Se realizará una vinificación integral y una vinificación tradicional en un tanque de pequeña capacidad, luego se compara la extracción de los compuestos polifenólicos de las dos diferentes vinificaciones.

La vinificación se va a llevar a cabo mediante tres etapas diferentes, es una primera instancia se lleva a cabo la maceración pre-fermentativa en atmósfera de gas carbónico, en frío con los granos enteros dentro de la barrica, sin producir ningún tipo de ruptura a la integridad de la uva (Extracción acuosa en frío de aromas y de los primeros polifenoles sin contenidos de alcohol en el mosto). Luego se realizará la maceración fermentativa a temperatura de fermentación normal de los vinos tintos (gran extracción de polifenoles y aromas), y finalmente se realiza la maceración post-fermentativa a temperatura medianamente elevada para la extracción de taninos, que tiene una influencia importante sobre la estabilidad de la materia colorante.

La hipótesis propone conocer e individualizar de manera cualitativa y cuantitativa los compuestos polifenólicos extraídos por medio de la fermentación integral, haciendo la comparación de datos mediante la fermentación tradicional que se va a llevar a cabo de manera paralela y analizando por medio de la degustación las diferencias sensoriales existentes en los resultados obtenidos.

El método a emplear requiere la evaluación cuali-cuantitativa de los compuestos polifenólicos provenientes de la uva, los cuales fueron

cedidos al vino, el análisis de las polimerizaciones de los antocianos y los taninos, luego también la difusión de taninos y antocianos en diferentes sistemas de vinificación. (Fragmentación de las células) y la diferencia obtenida (a nivel analítico y sensorial) mediante los dos diferentes estilos de vinificación.

El ensayo se llevó a cabo en el país de Francia, en una pequeña DOC llamada Pomerol, en la cual se produce mayoritariamente Merlot y Cabernet Franc. La bodega que me brindó la posibilidad de realizar el estudio se llama Chateau Le Gay, que es una bodega que fue hecha nuevamente la cual fue equipada con la última tecnología para hacer este tipo de vinificación, llamada vinificación integral.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1: aspectos teóricos y generales de la vinificación

1.1 Recepción de uva

Se intenta disminuir al máximo los roces, cuidando de no romper las bayas quedando el grano lo más entero posible. Esto ayuda a no generar elevadas cantidades de borra e impedir también la aparición de aromas y gustos amargos verdes de carácter vegetal.

En elaboraciones donde el hollejo es un elemento fundamental por su intervención en la maceración es importante evitar que la zona activa de intercambio no quede encerrada hacia el interior e impermeabilizada por la cutícula y la pruina, para eso es conveniente no solo respetar su integridad sino también rasgar el hollejo de manera que se consigue aumentar la superficie de maceración y activar el intercambio de sustancias.

Además, en la recepción de la vendimia se agrega una pequeña dosis de anhídrido sulfuroso para retardar la fermentación y también es una manera de seleccionar los microorganismos presentes en el medio al

momento de iniciar la fermentación, esta dosis es entre 3-5 g/hl, y en vendimias atacadas por botrytis o cuyas condiciones sanitarias no son óptimas se puede aumentar a 8-10 g/hl.

1.2 **Correcciones**

1.2.1 Acidez

La corrección de acidez en vendimias, mostos o vinos, por exceso o defecto tiene una gran importancia para lograr vinos de equilibrio adecuado.

En el concepto de acidez tenemos varios tipos de acidez: total, volátil, fija y real.

La acidez del vino, es la acidez de titulación mediante la neutralización de los ácidos del vino por un álcali. Esta acidez expresada en miliequivalentes es igual a los mililitros de álcali normal necesarios para neutralizar las funciones ácidas libres contenidas en un litro de vino.

La acidez total está dada por la suma de los ácidos volátiles y los ácidos fijos presentes en el vino.

Los ácidos volátiles son los ácidos separables del vino mediante la destilación por corriente de vapor, operando en determinadas condiciones.

Los ácidos fijos son los ácidos que en las condiciones anteriores no destilan.

El vino es una bebida ácida debido a la presencia de un conjunto de ácidos orgánicos de carácter débil, muchos de ellos salificados con cationes, estando parcialmente disociados donde una parte presenta su carácter ácido por medio de hidrogeniones (H+) y otra sin disociar que presenta la resistencia a la modificación del pH cuando se alteran las condiciones acido-base del vino, siendo este efecto el responsable de lo que llamamos “efecto tampón”. Esta es la causa por la cual el aumento de acidez total, al agregar la corrección de ácido (en nuestro caso por tener en general vendimias de baja acidez) no se traduce en una bajada proporcional del pH, es decir, si bien el pH disminuye no siempre lo hace en la misma proporción ya que no existe relación directa y exacta entre ellos.

La corrección de acidez por defecto se realiza en general de manera directa, agregando normalmente ácido tartárico L (+) tartárico (natural proveniente de la uva). Teóricamente 1g/l de ácido tartárico eleva la acidez total en 1 g/l expresada en ácido tartárico. Es necesario realizar pruebas con diferentes dosis para poder combinar ese aumento de acidez con el pH deseado, ya que no hay otra manera de comprobar cuánto baja el pH ante el agregado de ácido más que la prueba con el mosto o vino a corregir.

En general se desea una buena acidez (un pH bajo) para limitar la población que pueda desarrollarse en el mismo, y asegurarnos que solo las levaduras realizarán la fermentación en el mosto. Además, en un pH bajo se acentúan los tonos rojos ya que en esta condición los antocianos

permanecen bajo su forma coloreada de *catión flavilium,* tema que se ampliará más adelante.

Es bueno aclarar que en las zonas más altas de Mendoza se tiene en general una buena acidez por lo que la corrección de pH no requiere de tanta cantidad de ácido para realizarlo, además el efecto tampón es un poco menos marcado que en otras zonas de Mendoza que se requiere una gran cantidad de ácido para disminuir solo un poco el pH.

1.2.2 Sustancias nitrogenadas

La adición a los mostos de sustancias nitrogenadas se hace necesaria para evitar paradas de fermentación o formación de compuestos azufrados por parte de las levaduras ya que el nitrógeno constituye el alimento plástico que necesitan para sus funciones metabólicas. Además, una importante consecuencia de los procesos de catabolismo de los aminoácidos es la formación de sustancias de desecho como ésteres y alcoholes superiores que participan positiva y decisivamente en la fracción aromática de los vinos.

Los compuestos nitrogenados que contiene el mosto, no todos son asimilables por las levaduras, sólo los aminoácidos, el catión amonio libre $(NH_4)^+$ péptidos y pequeños polipéptidos, aminoácidos. Estas fracciones pueden ser utilizadas durante la fermentación, y representan el 60-70% del contenido de nitrógeno total. Prácticamente durante las primeras 48hs de iniciarse la fermentación las levaduras consumen la totalidad del

nitrógeno asimilable, por lo cual es necesario controlar los niveles de nitrógeno disponible y realizar las correcciones.

Para estas correcciones se utilizan (entre los compuestos inorgánicos) sales de amonio tales como bifosfato de amonio, también sulfatos de amonio, nombrando algunos compuestos orgánicos, podemos nombrar productos que se obtengan como subproducto de la lisis de la levadura.

Las dosis utilizadas en general son del orden de 150-200 mg/l.

1.2.3 Activadores de fermentación

Son sustancias que se encuentran en pequeñas cantidades en el medio fermentativo, algunas provienen de la uva y otras son producidas por las levaduras y son imprescindibles para su metabolismo por lo que su carencia puede modificar o anular sus funciones vitales.

Hay productos llamados activador de fermentación que se agrega en el mosto al inicio de la fermentación para asegurar la presencia de ciertos compuestos en el medio. En general contienen:

- **Biotina.** Es una vitamina formada por las levaduras cuya carencia puede disminuir la fermentación. Su función es intervenir en reacciones de descarboxilación, desaminación y síntesis nitrogenada.

- **Tiamina.** Su presencia es indispensable. Interviene en fenómenos de descarboxilación del ácido pirúvico a acetaldehído en la fermentación, para llegar finalmente al etanol. Las levaduras consumen una gran cantidad en la fase de multiplicación. Es un potente activador de fermentación. Mejora además, el rendimiento de transformación de azúcar en alcohol reduciendo de manera importante la producción de ácidos cetónicos que se combinan fácilmente con el anhídrido sulfuroso haciéndole perder eficacia.

- **Ácido pantoténico.** Es uno de los factores de crecimiento más potente, siendo un constituyente de la coenzima A, además se ha demostrado que la carencia de esta vitamina produce concentraciones elevadas de ácido acético al final de la fermentación. Algunas cepas de levaduras son incapaces de formar esta vitamina por lo que es importante asegurarse que el mosto tenga un nivel suficiente. Se agrega en forma de sal como pantotenato de calcio. Se suele hacer una mezcla en una dosis de 200mg/l: 100 gramos de sulfato amónico, 250 mg de tiamina, 250 mg de pantotenato de calcio, y 2 mg de biotina.

- **Corteza de levadura.** En dosis máxima de 40 g/hl, permite activar la fermentación fijando sobre sí misma determinadas sustancias tóxicas o impermeabilizantes de las paredes

celulares de las levaduras en actividad, como los ácidos grasos de cadena media y otras sustancias como esteres, fenoles volátiles, fungicidas y micotoxinas, mejorando la calidad de los vinos.

1.3 **Maceración**

1.3.1 Principios de la maceración

La maceración se rige por principios que afectan en especial a la extracción de compuestos fenólicos que forman parte del racimo. Estos son los mencionados a continuación:

- Extracción y disolución de las sustancias contenidas en los tejidos vegetales de los hollejos y pepitas.

Primero aquellos que están almacenados en forma libre dentro de las vacuolas, y luego los que están combinados con otras estructuras celulares como los polisacáridos.

Para que esto ocurra es necesario que los tejidos sean previamente degradados, interviniendo allí operaciones como el estrujado, agregado de enzimas celulásicas, presencia de un agente disolvente como el SO_2, alcohol, etc.

La maceración se rige por la ley de Fick, en donde la velocidad de extracción es directamente proporcional a la fuerza impulsora (por

ejemplo, la diferencia de concentración del sustrato en las partes sólidas y en el mosto obtenido) e inversamente proporcional a su resistencia.

- Difusión en el mosto de las sustancias extraídas

La fase líquida o solvente en contacto con las partes sólidas de la vendimia, especialmente en el sombrero formado casi exclusivamente de hollejos, se satura muy rápido por lo que debe ser renovado periódicamente de manera de activar la difusión (como dijimos, esa diferencia de concentraciones es la fuerza impulsora, si no se mantiene una diferencia no se genera la difusión). Esto se corrige con las turbulencias creadas durante la fermentación alcohólica, o con operaciones como el remontaje y el bazuqueo.

La extracción máxima se consigue cuando se igualan las concentraciones de las dos fases: líquida y sólida, entonces es momento de hacer alguna operación para renovar las fases en contacto y reactivar dicha difusión.

En caso de una elaboración tradicional en tinto se obtiene de un 30-40% de los polifenoles totales contenidos en la vendimia lo que implica que quede en los orujos prensados un 60-70% restante sin aprovechar.

- Re fijación de las sustancias extraídas en diversos sólidos como raspones, hollejos, levaduras, turbios, etc.
- Modificación de los compuestos extraídos

Parte de los antocianos obtenidos pueden desaparecer del medio, en unas ocasiones solo de manera aparente ya que permanecen en

forma reducida, incolora y reversible, pero en otras de forma irreversible por re fijación en partes sólidas o destrucción de la molécula del antociano por hidrólisis, por ejemplo las antocianidinas, etc. Contrario a esto se pueden producir polímeros estables entre antocianos y taninos que frenan e impiden la caída del color.

Por último, parte de los polisacáridos extraídos pueden precipitarse por la presencia de alcohol.

Uno de los problemas de la maceración es el excesivo pH alto por el elevado contenido de potasio el cual es mayor en los hollejos y aumenta a medida que se incrementa la extracción de polifenoles por encontrarse también en los hollejos. Por esto deberemos tomar las precauciones adecuadas para disminuir en la medida de lo posible la presencia de este elemento en el mosto, por ejemplo con la elección del suelo, la fertilización del mismo; edad del viñedo, etc., y además las prácticas en bodega que podrían también disminuir el paso del potasio al mosto, como es el despalillado y estrujado suaves, maceraciones no excesivas, elección del momento justo para descube, utilización de enzimas pectolíticas solo cuando sea necesario, disminución del pH con ácidos autorizados, entre otros.

1.3.2 Factores que influyen en la maceración

1.3.2.1 Variedad de uva

La variedad y su grado de maduración son factores de importancia en la elaboración de vinos tintos, pudiendo determinar a partir de estos su destino hacia vinos de crianza o vinos jóvenes. El control de la maduración fenólica junto con las prácticas durante la fermentación y de maceración son características para decidir cosecha, descube de la vendimia y destino del vino.

La madurez fenólica precoz, es decir alcanzada antes de la maduración de la pulpa indica una mala adaptación del viñedo a su entorno y entonces resultará un vino desequilibrado. Lo mismo ocurre cuando el máximo de polifenoles se logra después del óptimo de madurez de la pulpa pudiendo producir vendimias sobre maduras. Además, en vendimias inmaduras además de ser deficientes de compuestos fenólicos, las paredes celulares presentan un grosor mayor al normal por lo cual la extracción en el transcurso de la fermentación se dificulta más.

Lo ideal, por supuesto, es que la maduración de la pulpa y de los compuestos fenólicos coincida en el tiempo logrando con esto el máximo potencial de la variedad cultivada en un determinado ecosistema.

1.3.2.2 Tiempo

La disolución y difusión de las sustancias extraídas durante la maceración varían en función del tiempo en que permanecen en contacto el mosto con el hollejo, aunque no existe proporcionalidad entre este tiempo y la cantidad de sustancias obtenidas.

Desde el momento en que se estruja la vendimia y se pone en contacto el mosto con partes sólidas se inicia la maceración, dividiéndose en:

Maceración pre-fermentativa: es un periodo muy corto, abarca desde la rotura de las bayas hasta el inicio de la fermentación alcohólica y puede durar desde algunas horas hasta varios días. En esta etapa el mosto se enriquece exponencialmente en sustancias contenidas en partes sólidas, especialmente antocianos contenidos en la piel por ser fácilmente extraíbles en fase acuosa alcanzando su valor máximo entre los 6 y 8 días de maceración pelicular, luego descienden para estabilizarse debido a los siguientes fenómenos: re fijación en partes sólidas, precipitación en forma coloidal y destrucción por hidrólisis de la molécula, coagulación mutua entre antocianos etc.

Los taninos de hollejos y pepitas también se extraen desde el principio, pero de manera más lenta ya que son solubles en fase hidroalcohólica, con caracteres de mayor aspereza y astringencia; y sin exceso necesarios para la crianza del vino. Los primeros días proceden de los hollejos (llamados neotaninos) y son más complejos y polimerizados con sensaciones gustativas de volumen y suavidad.

Maceración fermentativa: la maceración continúa a lo largo de toda la fermentación alcohólica, y dura entre 3 y 10 días donde casi todas las sustancias alcanzan su nivel máximo de extracción.

Maceración post-fermentativa: periodo muy variable; puede ser entre días hasta semanas, siendo propio de vinos elaborados para crianza.

Los polisacáridos pasan al mosto rápido, al inicio de la maceración, pero luego disminuyen por su precipitación en medio alcohólico, aunque su descenso no es muy acusado ya que se sustituyen al final de la fermentación y durante la maceración post-fermentativa por los polisacáridos de las paredes celulares de los microorganismos (levaduras y bacterias lácticas). Estos polisacáridos se pueden polimerizar con los taninos formando complejos más estables y de sensaciones más suaves.

Intensidad de color: evoluciona de una forma parecida a los antocianos, con un máximo entre 6 y 8 días de maceración, para luego descender por la disminución de los antocianos, por los factores previamente mencionados. Pero luego, en la etapa post-fermentativa se eleva el nivel de nuevo por la polimerización de antocianos y taninos que forman compuestos más estables y coloreados.

A medida que aumenta la concentración de alcohol en el medio se aumenta el fenómeno de la maceración ya que esta sustancia no solo destruye (hace más permeable la membrana y ayuda fenómeno de fragmentación de la misma) los tejidos celulares, sino que también es un potente disolvente de los polifenoles contenidos en hollejos y pepitas, estimándose un aumento de estas sustancias en un 5% por grado

alcohólico formado. A pesar de ese efecto positivo, hay que tener en cuenta que la presencia de alcohol destruye los copigmentos formados entre antocianos y otros compuestos fenólicos que incrementan la cantidad de color, también destruye la unión entre antocianos y taninos formados, liberándolos de nuevo al medio.[1]

1.3.2.3 Aditivos de fermentación utilizados

- **El anhídrido sulfuroso**, que entre otras propiedades es capaz también de fragilizar los tejidos vegetales, aumenta de manera importante la extracción de los compuestos que contiene. Las dosis elevadas ayudan a activar la maceración pero pueden comprometer una posible fermentación maloláctica posterior además de superar niveles máximos legales permitidos de anhídrido sulfuroso total en los vinos. En el caso de vendimias atacas por botrytis cinérea se aconseja elevar los niveles para evitar oxidaciones por parte de la enzima lacasa. Por último, hay que tener en cuenta el efecto de disminución de color que genera este compuesto al formar con los antocianos un compuesto incoloro de carácter reversible una vez que se descombinan.
- **Enzimas pectolíticas** añadidas en la vendimia estrujada, mejoran los fenómenos de maceración al degradar las

[1] Tesis Carla Brandolín
Es conveniente verificar este proceso. Es claro que luego de la mitad de la fermentación se produce una caída del color. A la altura de nuestros conocimientos actuales la razón de ser de este proceso aún no está bien clara.

paredes celulares vegetales liberando más fácilmente los antocianos y taninos almacenados dentro de las vacuolas en forma libre o los taninos combinados con los polisacáridos. Determinadas levaduras seleccionadas agregadas también presentan este poder de hidrólisis. Hay que tener en cuenta también al agregar enzimas que estas no contengan actividad beta-glucosidasa (actúa cortando la unión del antociano con la molécula de glucosa, dejándolo cargado, inestable y en condiciones óptimas para ser precipitado) ya que podrían hidrolizar y disminuir importantes cantidades de antocianos.

- **Los taninos** son otro aditivo que mejora la estabilización de color al combinarse con los antocianos por lo que mejora la intensidad de color durante la maceración.

1.4 Control de la temperatura

En la recepción de la uva y durante los primeros momentos se intenta bajar la temperatura para retardar la fermentación así se puede comenzar con los fenómenos de maceración ya descritos. Luego, al comenzar la fermentación la temperatura del mosto empieza a aumentar.

El calor es un factor muy importante que contribuye a degradar los tejidos del hollejo y de las pepitas, por lo tanto es capaz de incrementar los fenómenos de maceración. La conducción de la fermentación alcohólica a temperaturas altas es conveniente cuando se desea una

mayor extracción pero ésta no debe ser excesivamente alta para evitar posibles paradas de fermentación por lo que se aconseja temperaturas de entre 28 y 29°C (Fernando Zamora) en vinos tintos para crianza, y de 20 y 25°C en vinos jóvenes para los cuales no es necesaria una gran maceración logrando conservar y potenciar aromas primarios y varietales.

1.5 **Sangrado**

Esta operación se realiza generalmente en la elaboración de vinos tintos de calidad. El objetivo es disminuir la relación mosto-hollejo para lograr una mayor maceración y como consecuencia una mayor riqueza polifenólica. El único inconveniente es que disminuye el volumen de vino elaborado aunque el mosto sangrado se utiliza para elaborar vinos de menor calidad. Generalmente se hacen sangrados de 10-15%, esto implica que en el encubado inicial (y antes de avanzar con la maceración) se saque el equivalente en litros al 10-15% del total del depósito.

1.6 **Operaciones mecánicas**

1.6.1 Remontajes

Las operaciones de procesado de la vendimia influyen en las condiciones de la maceración ya que todas las manipulaciones que producen una degradación en los tejidos vegetales de la uva aumentan la extracción de las sustancias que contiene.

El remontaje es una de las operaciones encaminadas principalmente a activar la maceración.

Consiste en extraer el mosto-vino en fermentación por una válvula inferior del depósito para ser impulsado mediante una bomba hacia la parte superior del mismo nuevamente. Los fines determinan también la manera de hacerlo:

- Homogeneización del mosto o vendimia encubada y también remojado del sombrero una vez que finalizó la fermentación para mantener húmedo el sombrero y evitar su acetificación hasta el descubado,
- Mezcla de aditivos con el mosto en fermentación o en el vino elaborado.
- Aireación del mosto en fermentación: Especialmente durante los primeros días para conseguir una buena multiplicación de la población y además un adecuado funcionamiento de las células ya que, el oxígeno es fundamental para inducir la formación y síntesis de esteroles (como el ergosterol), permitiendo que la membrana de la célula sea permeable y puedan salir los productos de su metabolismo ya que si no se intoxican las células con sus productos por no poder eliminarlos al tener la membrana impermeable y se para la fermentación.
- Activación de maceración: Dejando caer el mosto-vino remontado sobre el sombrero de hollejo en forma de lluvia

para repartirlo sobre la superficie del mismo, renovando así el solvente (mosto-vino) saturado en contacto con los hollejos por otro menos cargado procedente de la parte inferior del depósito.

En general y para que esto tenga efecto se calcula mover el volumen entero o medio volumen en cada remontaje, para esto se calcula el tiempo de duración del mismo en función de la capacidad de caudal de la bomba que estemos utilizando. De todas maneras esto queda a consideración de quien elabora de acuerdo a lo que busca en el producto final.

Figura 1.

Remontaje abierto Malbec

Figura 2.

Remontaje abierto Cabernet Franc

1.6.2 Bazuqueo

Tiene por objetivo romper y desarmar el sombrero y hundirlo en la masa de vendimia en fermentación, así la maceración se activa enormemente y realizado en las debidas condiciones resulta ser una operación de mejor calidad que el remontado ya que no afecta la integridad de los tejidos del hollejo consiguiendo además el volteo del sombrero para evitar que se acetifique. Con el bazuqueo todas las capas de hollejo del sombrero resultan removidas, anulando el efecto de estratificación. Combinando remontaje y bazuqueo se activan al máximo las maceraciones.

Figura 3.

Bazuqueo neumático

1.6.3 Delestage

Consiste en extraer de un depósito en fermentación la totalidad del mosto-vino que contiene, dejando los hollejos prácticamente secos en su interior durante un tiempo, tendiendo cuidado de que no sea excesivo ese tiempo por el aumento de la acidez volátil). Una vez hecho se vuelve a encubar el mosto-vino en el depósito vertiéndose por la boca del mismo. Con esto no solo se logra activar la maceración por el movimiento de los hollejos y su aplastamiento en el fondo, también por el calentamiento que se produce en el sombrero durante la separación y el choque térmico al volver el líquido que mejora la extracción de polifenoles, además se consigue una aireación del mosto-vino que favorecerá la multiplicación celular.

También, el delestage nos permite extraer las pepitas que sedimentan de manera abundante en el fondo del depósito o permitiendo también introducirlas nuevamente en la parte superior, encima del

sombrero para continuar la extracción de taninos que, de acuerdo a la maduración de la misma, será conveniente o no.

1.7 Desvine y prensado

La determinación del momento de realizar esta operación dependerá en primer lugar del tiempo que permanezca el mosto en fermentación, para lo cual se debe hacer un seguimiento diario para asegurarse de su finalización. Luego tendrá que ver con el tiempo de maceración post-fermentativa que se desea hacer en función del vino a elaborar (recordemos que la maceración no es lo único que nos dice el destino del vino ya que si la uva no tiene la riqueza suficiente de compuestos de bondad no tiene sentido una maceración extensa).

Se realiza separando el vino por un sistema de drenaje como el del remontado o delestage, pero enviando el drenado a una pileta en condiciones sanitarias adecuadas para conservarlo. Por último, una vez drenado todo el líquido, se procede a vaciar la pileta de hollejos y pepitas generalmente de manera manual o junto con una bomba se enviarán a la prensa para agotar el resto de vino contenido en ellas.

1.8 Fermentación maloláctica y conservación

Luego de desvinado se procederá a controlar la evolución de la fermentación maloláctica espontánea en el depósito que se haya elegido para esto: barrica, tanque de acero inoxidable o piletas de epoxi, entre otros. Finalmente se realiza un último trasiego para despojar de la borra

que puede generar aromas reducidos (en general la borra gruesa) y se corrige con una dosis de SO_2 que se irá controlando y ajustando a medida que pasa el tiempo. Hay quienes consideran que la guarda con una cierta cantidad de borra protege al vino y además en ella se encuentran compuestos como manoproteínas provenientes de las paredes celulares de microorganismos (levaduras y bacterias lácticas) que le brindan características positivas cuando reaccionan con los taninos. Es bueno de vez en cuando remover esas borras para aumentar el contacto con el líquido y tener en cuenta que son borras finas las que tienen estos efectos.

1.9 **Vinificación integral**

La vinificación integral es el proceso de realizar toda la fermentación del vino tinto en barrica, tanto la fermentación alcohólica como la fermentación maloláctica, aunque no se trata de un proceso nuevo no está muy extendido debido principalmente a que requiere más mano de obra para su elaboración, aunque dependiendo del enólogo las respuestas pueden ser muy dispares y también tiene un gran costo de producción, tanto por la mano de obra requerida como también por los materiales y la energía eléctrica utilizada para la elaboración, ya que al realizar esta llamada maceración prefermentativa en frío, los gastos energéticos son muy grandes.

La vinificación integral en barrica hay que considerarla como lo que es, un estilo más de hacer vino. Hay enólogos que por mucho que tuviesen la posibilidad de hacerlo nunca elaborarán con este método, en cambio para otros

lo consideran el más adecuado, ya se sabe lo que dicen de para gustos los colores. Aunque una cosa sí está clara es que si miramos los ratios este tipo de elaboración estos vinos suelen tener mayores puntuaciones medias en las guías.

Su principal inconveniente viene dado a que exige de mano de obra específica para trabajar con las barricas, además de que las barricas se ensucian más rápido, y necesitan lavados más energéticos posteriormente. Si se utilizan barricas que ya ha sido utilizada anteriormente, hay que evitar las trazas de azufre para no tener problemas en la fermentación. Cuando la fermentación se realiza en barrica existe más riesgo de alteraciones causadas por bacterias acéticas. Y sobre todo, aumenta la dificultad de controlar la temperatura con todo lo que ello acarrea.

Evidentemente este proceso tiene una serie de ventajas, que le hace ser un proceso de elaboración muy exclusivo utilizado para vinos Premium, de estas ventajas cabe destacar:

- La relación sombrero-mosto es mayor, esto produce un mayor contacto con los hollejos, haciendo que el vino adquiera mayores propiedades que con otros procesos.
- El alto contenido en lías confiere sustancias que proporcionan mayor volumen en boca.
- Se incrementa el color y decrece la astringencia.

- Aparecen notas de tostados y de café más complejos e intensos, producidos por la sinergia entre madera y vino, aunque sin llegar a ser agresivos.
- Aunque la mayor ventaja es la parcelación, esto quiere decir que al trabajar con volúmenes pequeños que van entre 225 y 500 litros por barrica, permite diferenciar no solo las parcelas, sino esas líneas de viñedos que dan las mejores uvas.

Algunas bodegas utilizan este método de elaboración para enriquecer vinos de gama media y otras para crear una marca de mayor calidad en la que aprovechaban las mejores parcelas.

Hay que pensar qué localización emplear para vinificar en barrica. La sala debería ser amplia, a ser posible con climatización (tanto en frío como en calor), y que reúna unas condiciones mínimas de humedad y de higiene. Pero no siempre se encuentra alguno de estos elementos, o puede que ninguno. Pero para todo hay soluciones.

1.9.1 Espacio

Desde que entra la barrica con la uva, y hasta que se saca para prensar, van a haber muchas rotaciones de barrica. Muchas. Por ello, la manera más sencilla es tener unos raíles en el suelo, sobre los cuales se pueda empujar la barrica para que gire. Cada giro de barrica representa unos dos metros lineales aproximadamente. Pero si no se tiene el espacio deseado, se pueden utilizar plataformas que permitan girar la barrica.

1.9.2 Rotaciones

Si bien hay que hacer rotaciones, y no se dispone del espacio apropiado, se puede optar por las plataformas que permitan girar la barrica. Las rotaciones se pueden hacer a mano, o si la plataforma lo permite, con motor. En el caso de las plataformas que permiten girar mecánicamente, se trata de un engranaje que está acoplado a una de las ruedas, sobre el cual se acopla el rotor.

Figura 4.

Comienzo de giro de barrica a mano

Figura 5.

Giro de barrica a mano en tránsito

Figura 6.

Giro de barrica a mano finalizado

1.9.3 Ajuste térmico.

La inercia térmica de la barrica va a soplar a nuestro favor. Al ser un volumen pequeño, se vigila de manera más fácil y se puede actuar con más rapidez. Por el contrario, es más costoso tener un intercambiador de calor para cada barrica.

1.9.3.1 Frío

Cuando la barrica se llena de uva, se toma la temperatura. Si se quiere hacer maceración pre-fermentativa, se va a querer llegar a unos valores entre 5°C y 8°C. Tal vez convenga dejar la barrica en el exterior si se sabe que esa noche va a ser fría. Pero eso es una cuestión aplicable a determinadas bodegas y climas. Sea como sea, hay que bajar la temperatura lo antes posible, y de la manera más eficaz. Si no se dispone de una cámara frigorífica para bajar la temperatura rápidamente, lo más efectivo es aplicar hielo seco. El dióxido de carbono en estado sólido, comúnmente llamado hielo seco, baja la temperatura de manera efectiva. Aproximadamente con 600 g de hielo seco se puede llegar a bajar la temperatura un grado centígrado, en un volumen de un hectolitro (0,6 Kg=1°C/1HL). Sabiendo que un kg de hielo seco, cuesta más o menos un dólar, dentro de la barrica tenemos +/- 2HL, y sabiendo que la uva entró con 16°C, podemos calcular el costo que necesitamos para enfriar la vendimia hasta 5°C, que es de +/- U$D 13,2 por barrica, teniendo en cuenta que se obtienen 130 litros de cada barrica esto arroja un costo de unos U$D 0.1/ litro. Se aplica fácilmente si viene en forma de pellets. Para introducir el hielo seco en la barrica se debe de usar algún tipo de embudo. A continuación

se aconseja girar un octavo la barrica para que vaya empapando el hielo seco con el mosto, y que vaya expulsando el primer volumen de gas carbónico que se forma al pasar de sólido a gas. A continuación hay que efectuar un bazuqueo homogeneizador. No es fácil ajustar la temperatura, tardará varios días en bajar al frío deseado.

1.9.3.2 Calor

Una vez se haya hecho la maceración pre-fermentativa, habrá que subir la temperatura del mosto para iniciar la fermentación. Si no está la sala equipada con un climatizador, se puede usar calefactores portátiles. Son baratos y fáciles de mover de lugar. Pero si las barricas están ubicadas en una sala en donde no es posible subir la temperatura, se pueden usar sondas de acuario para cada barrica.

CAPÍTULO 2: Compuestos Fenólicos de la Uva

2.1 Introducción

Las sustancias fenólicas se encuentran entre los constituyentes fundamentales de las uvas tintas. En algunos tintos determinan importantes características organolépticas, relacionadas con el color y el gusto. Dentro de los fenoles, los antocianos son responsables esenciales del color rojo, mientras los taninos se asocian con sensaciones bucales, unas veces agradables (estructura, concentración) y otras desagradables (amargo, aspereza, sequedad, astringencia) pero también son los responsables del color de los vinos añejos.

Las sustancias fenólicas provienen de la uva y son extraídas durante la fase de vinificación conocida como maceración, que involucran los fenómenos de difusión y de disolución. La extracción y manejo de los antocianos y los taninos en los vinos es vital para determinar la calidad y el estilo del vino tinto. Lamentablemente los factores que favorecen la difusión y la disolución, como un mayor

contacto entre la fase líquida y sólida o un aumento del tiempo de maceración, incrementan la sesión de todo tipo de compuestos (agradables y desagradables), durante la maceración sufren una serie de fenómenos colaterales, tales como la saturación y la precipitación, la absorción sobre las paredes sólidas, la condensación molecular, la oxidación, la copigmentación y los fenómenos coloidales. Además, muchos de estos fenómenos continúan durante el período de conservación del vino.

(Gayón R.1982) Investigó el efecto del tiempo de maceración sobre el grado de extracción de sustancias fenólicas en vinos y puso en evidencia que el contenido de antocianos alcanza un máximo, en los primeros 5-6 días de maceración, pero luego cae paulatinamente. Los taninos, en cambio, crecen constantemente, pero la cesión pasa por dos (2) etapas: una de cesión rápida hasta el 5to/6to día, correspondiente a taninos hidrosolubles, y otra más lenta correspondiente a taninos solubles en alcohol. Si bien actualmente se conocen los patrones como el tiempo, la temperatura (a medida que se aumenta la temperatura más rápido se produce el intercambio de sustancias de las partes sólidas de la uva al vino), el gradiente de concentración (en la primera fase de la fermentación, lo que la concentración de polifenoles es baja en el vino, por diferencia de concentraciones, los polifenoles son cedidos de manera más rápida al vino), el alcohol (este componente del vino es un solvente natural que facilita la solubilidad de los compuestos polifenólicos en el mismo), el anhídrido sulfuroso (una de sus

características dentro de las tantas que tiene, es que tiene poder solubilizante de los compuestos polifenólicos, actúa de manera reversible en los antocianos libres, combinándolo con ellos y dejándolos incoloros, pero que luego ese color vuelve), el oxígeno que puede funcionar de manera negativa, produciendo fenómenos de oxidación, o de manera positiva, produciendo la polimerización de los polifenoles gracias a la microoxigenación, etc. Luego de los parámetros anteriormente nombrados, no es posible asegurar cómo afectará al color y a la astringencia del vino, el grado de extracción logrado y los distintos tiempos de maceración. Estos se deben a que muchos fenómenos, la copigmentación de los antocianos y las combinaciones entre los taninos y los polisacáridos, por citar algunos han sido esclarecidos recién en los últimos años.

Muchas de las reacciones a las que están sujetos los fenoles en los vinos dependen de su composición (variedades químicas y concentraciones), y esta está fuertemente determinada por la variedad de uva. Así se sabe que los vinos de Pinot Noir, tienen problemas para expresar altos niveles de color debido a la estructura química de sus antocianos; otras variedades, como el Cabernet Sauvignon y Malbec se comportan de manera opuesta.

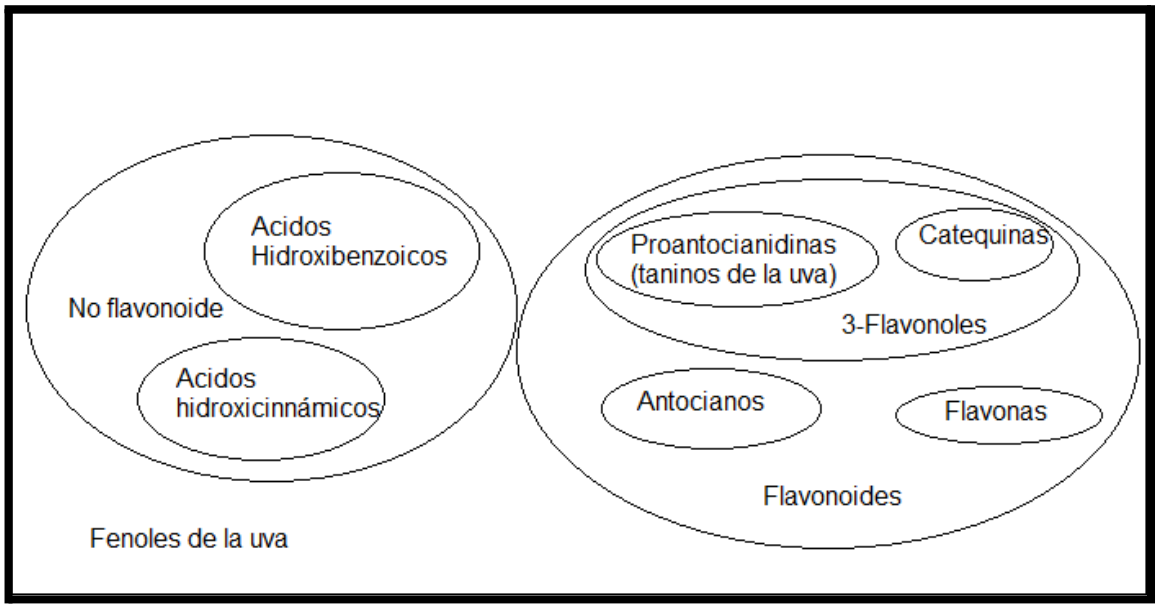
En la uva existen una cantidad de compuestos que contienen fenoles altamente reactivos. Estos compuestos pasan luego al vino, donde participan de sus características organolépticas. El grupo fenol básico es un benceno aromático unido a un radical hidroxilo. La

reactividad de estos compuestos es debida tanto a la presencia de la función fenol que por la movilidad de sus átomos de hidrógeno presenta un carácter ácido, como al núcleo bencénico que puede sufrir sustituciones electrófilas. Los tipos de moléculas fenólicas en las uvas y en los vinos pueden ser categorizados en forma amplia en: fenoles flavonoides con un esqueleto del tipo 2-fenilbenzopirona, y no flavonoides que son básicamente ácidos fenólicos. Los fenoles no flavonoides son importantes en la pulpa de la uva y en la madera de roble, mientras que los fenoles flavonoides no existen en la pulpa pero son importantes en los hollejos, escobajos y semillas.

A continuación se hace una descripción de los principales fenoles de la uva, de acuerdo con las revisiones realizadas por Parley (1997) y Cheynier et al.(1998);.En la figura 7 se muestra esquemáticamente los distintos grupos químicos que componen los principales fenoles de la uva. (Citado por Vila, Paladino, Nazrala, & Lucero, 2009),

Figura 7

Principales fenoles de la uva

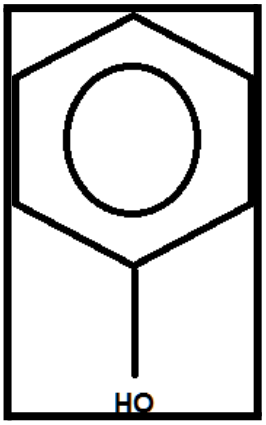


2.2 **Fenoles no Flavonoides**

Son básicamente ácidos fenólicos de dos (2) tipos, los ácidos hidroxibenzoicos, formados por un fenol unido a una función ácida (-COOH), y los ácidos hidroxicinámicos, formados por un fenol que porta una cadena lateral insaturada. Otros derivados no flavonoides son los estilbenos.

Figura 8.

Estructura básica de los compuestos fenólicos



2.2.1 *Ácidos Hidroxicinámicos*

Se encuentran en las vacuolas de las células del hollejo y de la pulpa de la uva bajo la forma de éster 5 tartáricos. Los principales son los ésteres[2] de los ácidos cafeico, cumárico y ferúlico (imagen 9). Las concentraciones encontradas en los vinos no tienen impacto en las características aromáticas.

Figura 9.

Esteres hidroxicinámicos de la uva

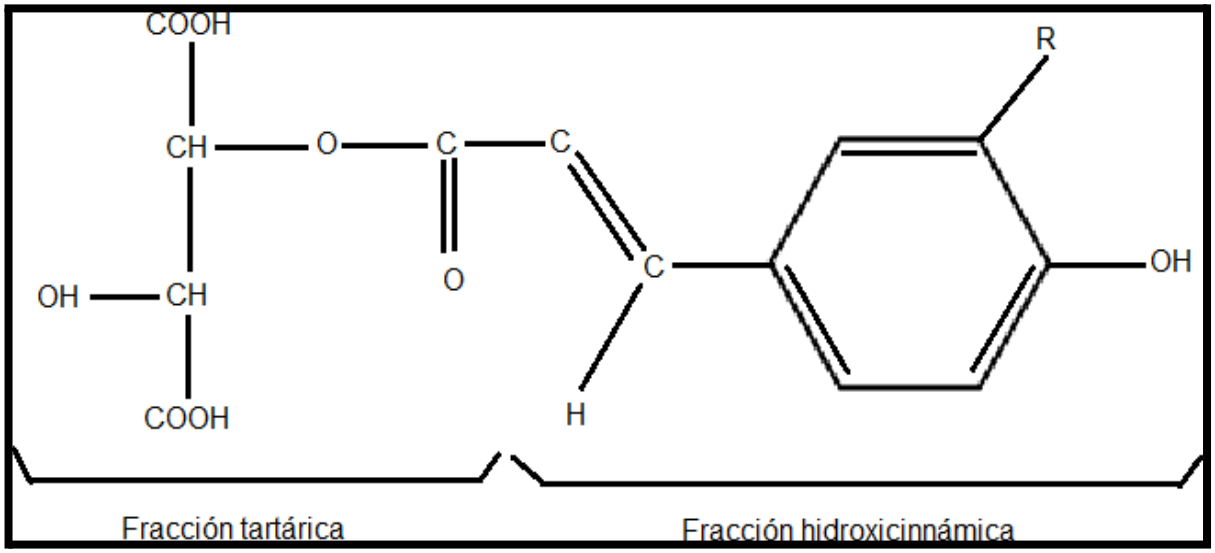


Tabla 1.

Ésteres hidroxicinámicos de la uva

Ésteres	R	Contenido en vino
Ácido t-cafeoil tartárico	OH	15 mg.l-1
Ácido t-p-cumaroil tartárico	H	30 mg.l-1
Ácido t-feruloil tartárico	OCH_3	Sin datos

[2]Un éster se origina cuando reacciona un ácido carboxílico con un alcohol.

Las cantidades de ácidos hidroxicinámicos son altas en mostos escurridos libremente, pues ellos son los principales fenoles de la pulpa. El ácido cafeico y su éster tartárico (caftárico) son los principales sustratos de la oxidación enzimática de los mostos. Sus quinonas tienen una alta reactividad y participan en la oxidación y el pardeamiento de los antocianos y de los taninos. Una quinona (o benzoquinona) se produce por oxidación de un compuesto fenólico adquiriendo la fórmula de $C_6H_4O_2$ (figura 8). Generalmente las quinonas son de color amarillo, pardo o rojo ladrillo, tienen propiedades oxidantes con lo cual las hacen inestables, originando un gran número de productos a partir de ellas.

Los ácidos p-cumárico y caféico se encuentran muchas veces acilandos[3] los sustitutos glucósidos de los antocianos. Esto es importante para la estabilidad del color de estos antocianos, pues favorece la auto copigmentación.

Carecen de color en el espectro visible (Zamora, 2003), pero participan en la acilación de las antocianinas (ácidos *p*-cumárico y cafeico), influyen indirectamente en el color del vino a través de su participación en el fenómeno de copigmentación (Dimitric-Markovic et al., 2000; Darias-Martín et al., 2002), y actúan como precursores en la formación de piranoantocianinas (Rentzsch et al., 2009). Por su parte, los ácidos ferúlico y cumárico pueden generar defectos olfativos debido a su degradación microbiana originando fenoles volátiles (Chatonnet et al., 1992). Por otro lado, el ácido cafeico y su éster tartárico son

[3] La reacción de acilación es aquella donde se sustituye el hidrógeno del anillo aromático por un grupo ácido (R-COOH) confiriéndole estabilidad a la molécula

los principales sustratos de la oxidación enzimática de los mostos, formando quinonas muy reactivas que pueden provocar la oxidación de antocianinas y taninos (Singleton, 1987)

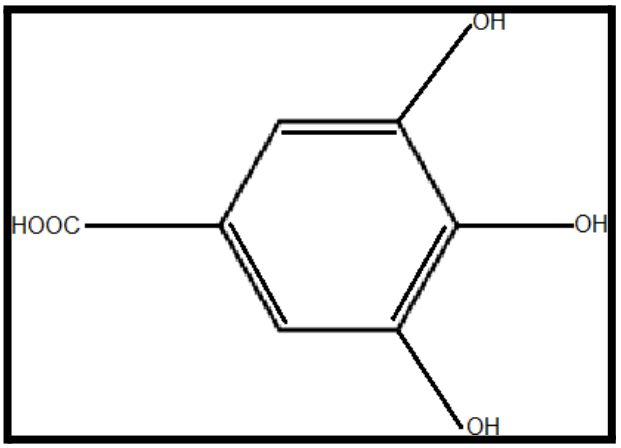
Una de las características de la especie Vitis vinífera es que es la glucosilación en la posición 3 y la presencia mayoritaria del 3-glucósido de malvidol y de sus derivados acilados. Estos dos ácidos, p-cumárico y caféico, e incluyendo también el ácido acético, son los principales en esterificar el azúcar en la posición 6.

2.2.2 Ácido Hidroxibenzoicos

Las semillas de uvas contienen ácido gálico libre (imagen 10) y esterificado con 3-Flavanoles. Su contenido en el vino ronda los 10 mg/L. El ácido gálico se oxida muy rápidamente para dar quinonas y peróxido de hidrógeno.

Figura 10.

Estructura del ácido gálico



Otros ácidos Hidroxibenzóicos, como el siríngico, el vainíllico y el p-hidroxibenzoico se pueden encontrar en vinos que han estado en contacto con

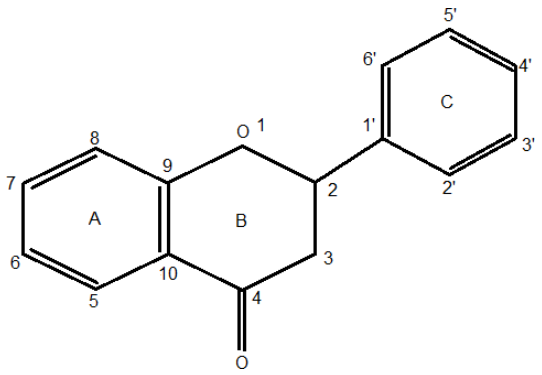
madera de Roble. En este caso provienen de la degradación de la lignina. Las concentraciones de ácidos Hidroxibenzóicos en el vino, son realmente bajas, sobre todo comparadas con los otros fenoles presentes.

2.2.3 Fenoles Flavonoides

En los vinos tintos son muchos más importantes los fenoles flavonoides, por la gran cantidad extraída de las semillas y hollejos durante la maceración. Forman una familia de sustancias en la que todas tienen el mismo esqueleto básico de 15 átomos de carbono de tipo 2-fenilbenzopirona (imagen 11). Son responsables de muchas de las características de los vinos tintos incluidas el color, muchas sensaciones bucales y las características de envejecimiento. No existen en la pulpa de la uva, pero si en las semillas, hollejos y escobajos.

Figura 11

Estructura de la 2-fenil-benzopirona



La familia de los flavonoides está representada en la uva principalmente por flavonoides, antocianos y 3-flavanoles (proantocianidinas o taninos de la uva y catequinas). Se encuentran también otros grupos de menor importancia

como los flavonoles y las flavonas.

2.2.3.1 Flavonoles

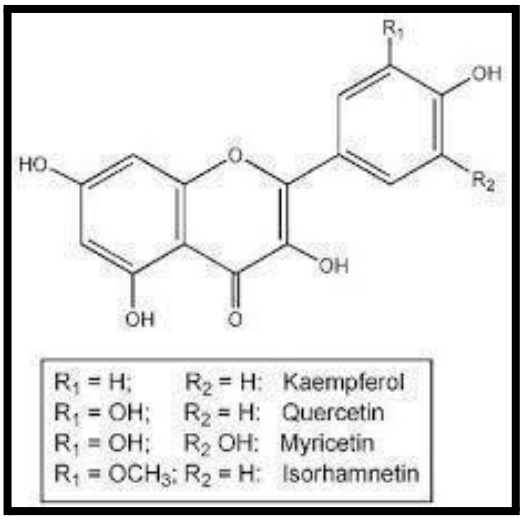
La figura 12 muestra los cuatro principales flavonoles de la uva bajo su forma aglicona (porción no azucarada). Los flavonoides se caracterizan por poseer un enlace insaturado entre el C2 y C3 y otro enlace insaturado unido en el C4. Los flavonoles están presentes en los hollejos de las uvas blancas y tintas, bajo la forma de glicósidos[4] en la posición 3 (Cheynier et al); los más comunes en la uva son los quercetina y el kaempferol. Los glucósidos más frecuentes involucran la presencia de glucosa, galactosa y ácidos glucurónicos.

Los flavonoles aparecen en los hollejos de las uvas, en los escobajos y en las hojas como una respuesta de la planta al estímulo de la radiación UV de la luz solar (Price *et. Al., 1995a)*. Los contenidos en flavonoles varían de 10 a 100 mg kg-1 de bayas. Son fácilmente extractables en la vinificación, aunque no son muy solubles en agua y es preciso que exista cierta cantidad de alcohol como solvente. Son amargos, tienen un poder de copigmentación fuerte y pueden estar involucrados en las reacciones de polimerización de los fenoles (Price *et al., 1995b)*

[4]Un glucósido o glucósido es una molécula compuesta por un glúcido (generalmente monosacáridos) y un compuesto no glucídico. Las plantas almacenan los productos químicos importantes en forma de glucósidos inactivos; si estos productos químicos son necesarios, se hidrolizan en presencia de agua y una enzima, generando azúcares importantes en el metabolismo de la misma.

Figura 12.

Flavonoides de la uva en su forma de aglicona



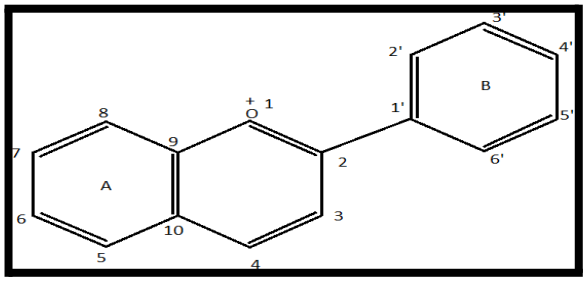
2.2.3.2 Antocianos

Los antocianos son pigmentos flavonoides que se encuentran en varios órganos de las plantas (frutos, flores y hojas), confiriéndoles colores rojo, azul y violeta. En la uva, su función principal es la de atraer pájaros que actúan como diseminadores de las semillas. Por otro lado, en plantas también cumplen funciones como antioxidantes, fitoalexinas y antibacterianos. En el grano de uva se encuentran en las vacuolas celulares del hollejo de las uvas tintas. También se encuentran en la pulpa de las variedades tintoreras (*e.g.* Alicante Bouchet). Durante el proceso de maceración, en la vinificación en tinto, pasan al vino, donde son responsables del color rojo. Durante el estacionamiento del vino están involucrados en reacciones de polimerización con otros fenoles. Químicamente, son glúcidos de núcleo flavilium polihidroxilados y/o metoxílados. El núcleo flavilium comprende un anillo A que es un derivado del floroglucinol encadenado a un anillo pirilo, el cual está unido a un anillo fenólico B (Imagen 13). Las formas agliconas (sin molécula de azúcar) que

corresponden a la fórmula general que aparece en la figura 12, se denomina antocianidinas o antocianidoles (Brouillard, 2003) y no se encuentran en forma libre en uvas y vinos pues son muy inestables. Su acumulación puede ser inducida por bajas temperaturas, radiación ultravioleta y ataque de patógenos (Kong *et. al., 2003*). Debido a esta característica actúan como antioxidantes, detoxificantes (es decir neutralizan los radicales libres responsables de la muerte celular). En la planta, también actúan en la protección contra excesos de luz o estrés lumínico.z9

Figura 13.

Estructura química de las antocianidinas. Forma flavilium

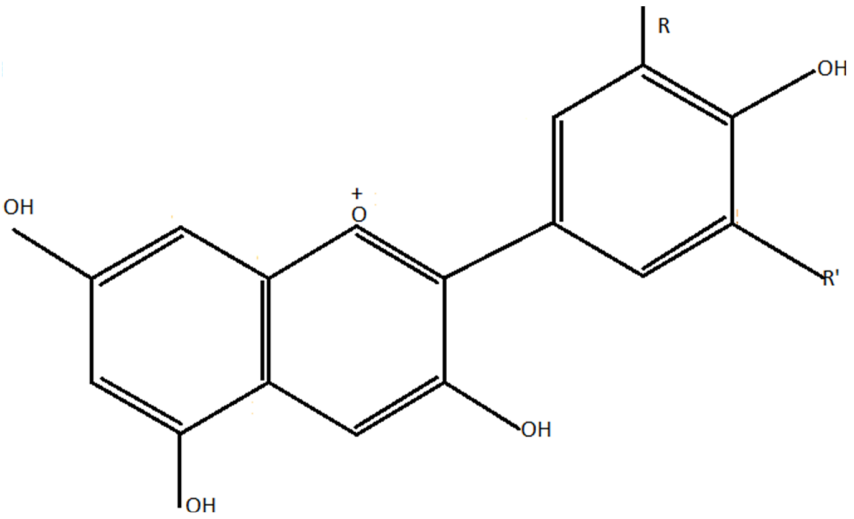


Los antocianos se diferencian por el nivel de hidroxilación y/o de metilación de su anillo B; por su naturaleza, el número y la posición de los azúcares unidos a la molécula; y por el número de los ácidos que esterifican los azúcares (figura 13). Las seis antocianidinas más comunes en la uva son: cianidina, delfinidina, pelargonidina, peonidina, malvidina y petunidina.

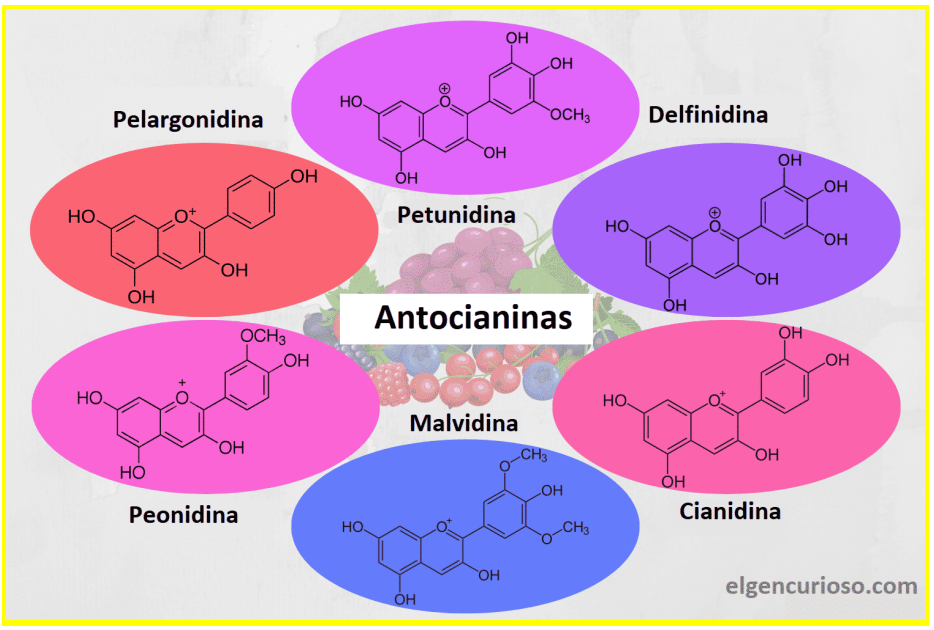
Figura 14.

Estructuras de los diferentes antocianos.

a)



b)



Las antocianidinas tienen al menos un grupo O – glucosa que les otorga estabilidad. Las especies americanas del género *Vitis labrusca, Vitis riparia, Vitis rupestris* y muchas de sus híbridos, contienen 3,5 diglucósidos. En *Vitis*

vinífera, la glicosilación sólo se da en la posición 3. El grupo glucosa puede estar acilado con los ácidos acético, p-cumárico y cafeico en uvas tales como Cabernet Sauvignon, aunque otras variedades como Pinot Noir no contienen antocianos acilados. (Bishop, 1984). También es propia de esta especie la presencia mayoritaria de 3-glucósido de malvidina o sus derivados acilados. En Pinot Noir más del 90% de los antocianos presentes corresponden a este tipo. El contenido de antocianos en la uva y los niveles relativos de las distintas formas, pueden variar de acuerdo con las variedades, las condiciones ecológicas y el manejo del viñedo. En Bordeaux, para Merlot, se citan contenidos de antocianos de 90 a 1500 mg Kg uva (Ribéreau-Gayon, 2006). En los vinos tintos, al final de la vinificación, se han encontrado antocianos en cantidades que van de 10 a 800 mg L -1. (Ribéreau-Gayon, 2006). El color y la estabilidad de los antocianos están ligados a la estructura de las moléculas, referida a la cantidad y disposición de los grupos hidroxi y metoxi en el núcleo B y a la acilación del grupo glucósido. El aumento de la cantidad de hidroxilo en el núcleo B va acompañado de un aumento en la longitud de onda máxima de absorción de luz, eso es conocido como efecto batocromo[5]. El aumento de los grupos metoxi provoca el mismo fenómeno

La cantidad de grupos hidroxi y su vecindad en el anillo fenólico, tiene importantes efectos sobre la propensión de la molécula a oxidarse y pardear. La esterificación de los azúcares de la molécula de antocianidina con ácido

[5] En Física, se denomina efecto batocrómico al fenómeno que se verifica cuando la longitud de onda de absorción de una sustancia se desplaza hacia longitudes de onda más grandes (en vinos el color vira a los rojos) o de menor energía por efecto del solvente o por la presencia de distintos sustituyentes químicos. Un ejemplo de efecto batocrómico, descrito por primera vez por el científico alemán Richard Willstätter (1872-1942) lo ofrecen las antocianinas. Estos pigmentos vegetales cambian de color de acuerdo a la acidez (al pH) de la solución en la que se encuentran.

cafeico p- cumárico aumenta su estabilidad y su capacidad colorante, debido a efectos de auto copigmentación. El color de un vino tinto joven se debe principalmente a los antocianos monoméricos (Somers y Evans, 1977), pero debido a la naturaleza química de los antocianos no existe una relación directa entre la concentración de antocianos y el color (Somers y Evans, 1977). El pH, el contenido de SO_2, la polimerización y la copigmentación son factores que afectan la expresión del color. Dentro de estos, la copigmentación está a su vez influenciada por el pH, por la concentración de etanol, por la temperatura y por la cantidad y tipo de otros compuestos que actúan como copigmentos. Cuando el vino madura y envejece, los pigmentos poliméricos son cada vez más responsables del color rojo del vino. Las reacciones de polimerización que involucran a los antocianos están fuertemente influenciadas por la temperatura (Somers y Evans, 1986) y el contacto con el oxígeno (Ribéreau-Gayon, 2006)

2.2.3.3 Los 3-Flavanoles: catequinas y proantocianidinas (taninos de la uva)

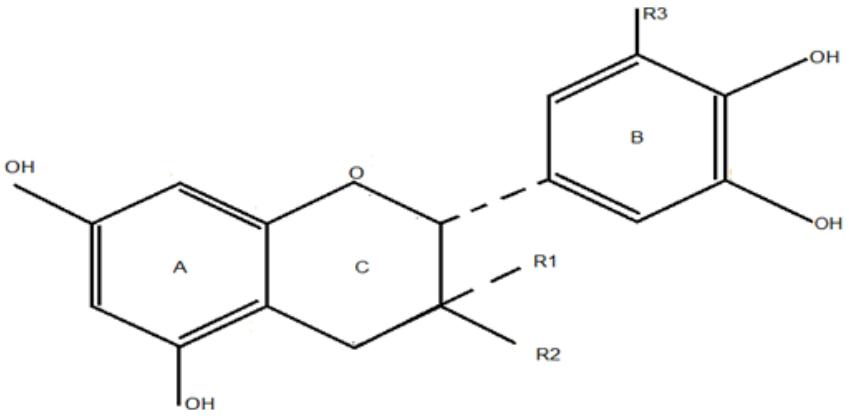
Este grupo está presente en la uva como monómeros y bajo formas más o menos polimerizadas. Los monómeros se conocen genéricamente como catequinas. Los polímeros constituyen los taninos de la uva, también llamados taninos condensados o proantocianidinas. Los principales 3-flavanoles monómeros de la uva son la (+) – catequina y su isómero la (-) – epicatequina[6], pudiendo encontrarse este último bajo la forma de éster gálico (3-galato de epicatequina). Las formas galocatequina, epigalocatequina y epigalocatequina

[6]La epicatequina difiere de la catequina por la disposición de los carbonos asimétricos C2 y C3. En la epicatequina las posiciones de los hidrógenos unidos a C2 y C3 son arriba - arriba con respecto al plano principal de la molécula. En la catequina son arriba - abajo. En los diagramas de las moléculas esto se ilustra mediante doble línea punteada para arriba – arriba y línea punteada y línea gruesa para arriba – abajo

galato también existen, aunque en menor cantidad.

Figura 15.

Estructura de los taninos condensados.



Monómero	R1	R2	R3
Catequina	H	OH	H
Epicatequina	OH	H	H
Galocatequina	H	OH	OH
Epigalocatequina	OH	H	OH

Todos estos compuestos, tienen un esqueleto común formado por dos anillos bencénicos A y B y un anillo heterocíclico C, sin ligaduras, que contiene oxígeno.

Todos los productos de condensación, a partir de n=2 (dímeros), son considerados como proantocianidinas. Las proantocianidinas son comúnmente denominadas taninos de la uva, término que hace referencia a su capacidad para precipitar las proteínas. El nombre de proantocianidinas se debe a que estas moléculas tienen la propiedad de liberar antocianidinas en medio ácido y

caliente, por la ruptura de uniones inter monoméricas. Las proantocianidinas son los flavonoides cuantitativamente más importantes en la uva y el vino, donde inciden sobre los caracteres organolépticos y otorgan propiedades beneficiosas para la salud humana. La astringencia de los vinos tintos se debe principalmente a la presencia de proantocianidinas. Las catequinas son amargas y ligeramente astringentes, pero no se clasifican como taninos pues no precipitan las proteínas (Bate-Smith, 1973; Maury *et.al.*,2001).

El esqueleto de los polímeros puede estar constituido por diversas formas monómeras. Teniendo en cuenta estas formas, dos grupos de proantocianidinas están presentes en la uva: las procianidinas (formadas por catequina, epicatequina y epicatequina 3 – galato) y las Prodelfinidina (formadas por galocatequina y epigalocatequina, las cuales son isómeros ópticos[7]). Por hidrólisis ácida y en caliente las procianidinas y las Prodelfinidina derivan hacia las antocianidinas del tipo cianidina y delfinidina respectivamente.

Las características químicas de las proantocianidinas (oligómeros y poligómeros) están dadas por cuatro factores:

a) Naturaleza de las unidades constitutivas (catequina, epicatequina, galocatequina, epigalocatequina).

b) Presencia de sustituyentes galato (galoilación)

c) Número de unidades monómeras (grado de polimerización)

d) Tipo de unión de las unidades monómeras (4-8 o 4-6). Debido a las

[7]Isómeros ópticos son aquellos compuestos que tienen igual fórmula química pero distinta estructura molecular. Todos sus átomos se unen en la misma posición y manera pero no se pueden superponer, uno es la imagen especular del otro

distintas posibilidades que se presentan dentro de cada factor y a las combinaciones posibles, entre factores, existe una gran diversidad de formas de proantocianidinas que pueden encontrarse. Muchas de estas formas están presentes en la uva y pasan al vino, otras se forman durante la evolución del vino. Las proantocianidinas y catequinas están presentes en la película y en la semilla de la baya de uva. Existen además en los escobajos y otros órganos herbáceos de la vid. Los de la película y semillas se diferencian tanto en lo que respecta a los contenidos presentes como a su estructura. En la tabla siguiente se indican estas características diferenciales.

Tabla 2.

Características de los taninos presentes en la uva.

Taninos	Hollejo	Semilla
Prodelfinidina	Presente	No hay
Galoilación	1 – 14%	22 – 47%
Grado medio de polimerización	12 – 45 unidades	8 – 16 unidades
Contenido de oligómeros < 5 unidades	Débil	Elevado.

En el hollejo, los contenidos de tanino son menores que en la semilla pero éstos están más polimerizados y tiene algo de Prodelfinidina; su grado de Galoilación es muy débil con respecto a las semillas. Aparentemente la proporción de las diferentes estructuras químicas presentes en la uva depende del patrimonio genético del cepaje. Para un mismo cepaje el contenido de los diversos constituyentes fenólicos de la uva está condicionado por factores

agronómicos (tipo de manejo y condiciones climáticas y de suelo). Los taninos son sintetizados durante la primavera (época de crecimiento herbáceo de la baya) y su síntesis finaliza poco después del envero. A partir del fin del envero los contenidos totales de taninos en la uva ya se han logrado y no cambian durante el proceso de maduración de la uva (Ojeda, 1999). La diferencia de astringencia que se observan en vinos, que provienen de uvas con distinto grado de madurez, pueden atribuirse más a cambios en la extractabilidad de los taninos que a diferencias en los contenidos totales.Se citan contenidos de proantocianidinas de 0 a 100 mg L-1 en vinos blancos y de 1500 a 5000 mg L-1 en vinos tintos. (Fulcrand, 1998)

CAPÍTULO 3: Comportamiento de los compuestos Fenólicos

3.1.1 Evolución y síntesis de compuestos fenólicos en la planta

Los compuestos fenólicos aparecen bruscamente en el envero, sustituyendo a la clorofila en los granos, convirtiéndolos en un órgano de acumulación de sustancias.

Según Ribéreau-Gayon, la síntesis de los compuestos fenólicos es una consecuencia paralela a la formación y acumulación de azúcares en el grano. A partir de hexosas se forman polifenoles (flavonas, antocianos, flavonoles, taninos, etc.). Por otra parte, en la glicolisis, a partir de tres moléculas de ácido pirúvico se puede formar una de ciclo bencénico dando lugar luego a los mismos compuestos.[8]

En estas reacciones existe una enzima fenilalanina-amonioliasa (PAL) que al eliminar el amonio de la fenilalanina y tirosina, forma los primeros compuestos fenólicos. Está exclusivamente localizada en las

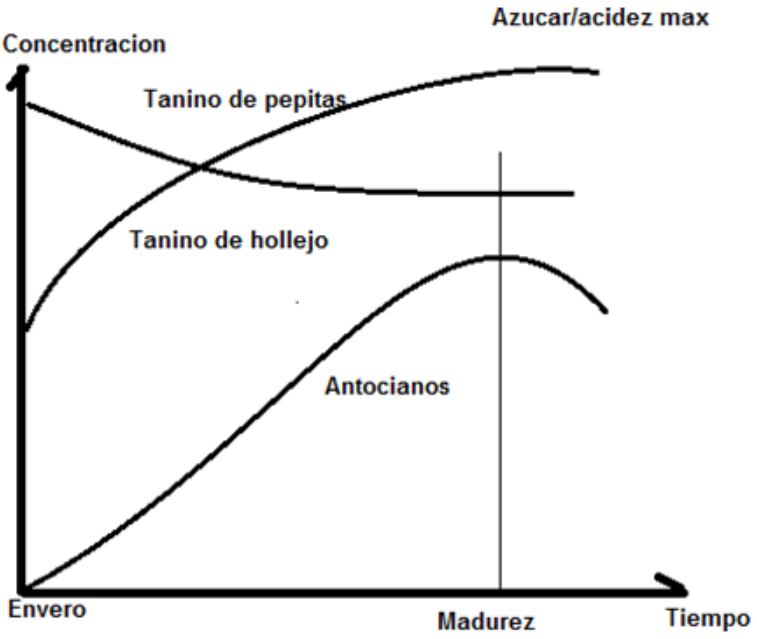
[8] Pascal Ribereau Gayón. Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos/ Pascal Ribereau Gayón, Yves Glories y Alain Maujean.- la. ed.- Buenos Aires 2003

células del hollejo y de algunos tejidos de las pepitas lo cual explica la acumulación de polifenoles en esas partes del grano. En el periodo herbáceo, la concentración de esa enzima es máxima en las pepitas decreciendo durante la maduración, mientras que en el hollejo aparece en el momento del envero existiendo una estrecha relación entre la actividad de la enzima PAL y la síntesis de los compuestos fenólicos. Además, otra enzima (calcona-sinteasa) específica de la otra vía de síntesis de los flavonoides, alcanza su máximo en el envero para luego disminuir con rapidez.

La consecuencia de los mecanismos de síntesis mencionados es que los antocianos aparecen en el envero y se acumulan durante la maduración alcanzando su valor máximo cuando la relación azúcar/acidez en el mosto es máxima, y los taninos de los hollejos se incrementan durante ese periodo pero su acumulación es más lenta y su máximo se alcanza unos días después que los antocianos. Los taninos contenidos en las pepitas sufren un progresivo descenso desde el envero hasta la maduración.

Tabla 3:

Evolución de antocianos y taninos en hollejos y pepitas durante la maduración



La evolución de los compuestos fenólicos está ligada entonces a la síntesis y acumulación de los azúcares en el grano, en especial los que vienen de la función clorofílica realizada por el sistema foliar del viñedo. En general, temperaturas altas provocan mayor acumulación de azúcares y menor acidez. En el periodo de maduración, donde se producen importantes migraciones y un aumento de tamaño de las células, la temperatura ideal es de 25°C (muy alta se favorece acumulación de azúcares en otras partes de la planta, además de tender a eliminar el ácido málico por combustión pudiendo frenar la fotosíntesis, y por debajo de los 10°C el desarrollo del racimo es muy difícil).

Además, las temperaturas excesivas (tanto altas como bajas) inhiben la síntesis de polifenoles pero si existe una buena amplitud

térmica entre el día y la noche la acumulación de antocianos y taninos se favorece. Esto se explica porque la temperatura elevada (sin ser excesiva) junto con la luz estimula las reacciones metabólicas (fotosíntesis y mecanismo de la enzima PAL) mientras que muy bajas frenan la migración de los compuestos formados.

Los compuestos fenólicos y en especial los antocianos, son las sustancias que contiene la uva entre 500-3.000 mg/kg que resultan más afectadas por las condiciones climatológicas de su medio de cultivo y de sus variaciones anuales. Temperaturas diurnas de entre 17-26°C junto con noches frías son ideales para su formación, siendo necesario también disponer de suficiente iluminación y tener en cuenta que la escasez de nitrógeno en el suelo también contribuye a la formación de polifenoles por la enzima PAL que sintetiza los polifenoles y se activa fuertemente en presencia de luz (el exceso de luz y temperatura inhiben su actividad).

Por otra parte, la disponibilidad de agua y la fertilidad del terreno (que condicionan vigor y fertilidad del viñedo) influye en la síntesis de estos compuestos en el hollejo ya que la enzima que participa de su formación también participa de la formación de proteínas a partir de la fenilalanina, en consecuencia cuando la vid dispone fácilmente de nitrógeno parte de la enzima PAL se utiliza en esta vía reduciendo la síntesis de compuestos fenólicos. Cuando se produce un bloqueo de la migración de los azúcares (pero no de su síntesis) se eleva notablemente la formación y acumulación de los polifenoles. Esto último puede ocurrir

con el tratamiento con sustancias inhibidoras del crecimiento, y también cuando la amplitud térmica del viñedo es elevada.

3.1.2 Los compuestos fenólicos en el vino

En la crianza de los vinos tintos vemos principalmente la evolución armoniosa de sus compuestos fenólicos afectando a la modificación del color que pasa desde el rojo cereza vivo de los vinos jóvenes al rojo teja o incluso anaranjado en los más viejos, acompañado de una progresiva decoloración. También, se modifican las características aromáticas desde matices varietales hasta los más complejos y especiados siendo armonizados por su paso por madera; y el gusto presenta cambios aumentando sensaciones de volumen y redondez cuando reduce el amargor y la astringencia de un vino recién elaborado.

Estos fenómenos no se producen en todos los vinos por igual ya que depende primeramente de la riqueza y calidad que presenta en su composición especialmente de antocianos y taninos, y de la presencia de polisacáridos. Por otra parte las condiciones de la crianza como el tiempo, temperatura, barrica, etc.

3.1.2.1 Antocianos

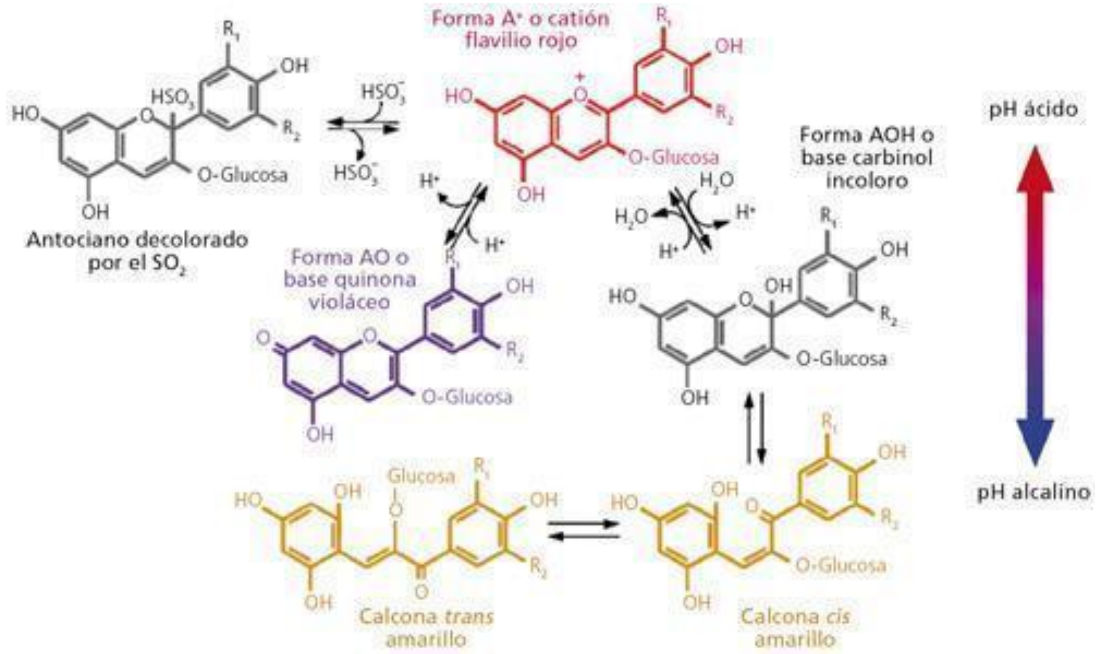
Son los pigmentos tintos de la uva. Localizados en el hollejo, en especial en el interior de las vacuolas de la célula. Como ya dijimos, son extraídos en la maceración.

Los antocianos en los vinos pueden encontrarse de diferentes maneras dependiendo de varios factores externos como la temperatura, pH, potencial redox, SO_2, tiempo, etc.

Cuando el pH del medio es bajo la molécula del antociano presenta en el carbono 1 un oxigeno con carga positiva, llamado *catión flavilium (A+)* de color rojo vivo y con cierta decoloración entre pH 3,2 a 3,5. A medida que el pH aumenta los antocianos pasan a su forma *base quinónica (AO)* de color azulado, variando desde el malva hasta el azul con valores de pH superiores a 4,0 y llegando a tomar un color amarillo a pH 7,0 siendo todas estas reacciones reversibles.

Figura 16.

Variación de la coloración de los antocianos en función del pH



Por otra parte el nivel de oxidación del vino lleva a los antocianos a su forma catión flavilium cuando el potencial redox es alto y se transforma de manera reversible a su forma base carbinol (AOH) incolora produciendo una disminución de color en condiciones reductivas. A partir de esta base carbinol incolora y por una reacción de tautomería se pueden transformar los antocianos en calconas en sus formas cis y trans, de coloración amarilla y reversibles, pero inducidas por la elevada temperatura (razón por la que en la crianza es aconsejable mantener temperaturas bajas y constantes) se induce una oxidación de la calcona trans, pasando irreversiblemente a ácidos fenoles incoloros provocando la destrucción del color. (Ribéreau-Gayon, 2006)

Además, los antocianos al tener dos OH en posición orto pueden formar complejos color azul a verdoso con ciertos metales del medio como el hierro, cobre, aluminio, etc. siendo más característico en reacciones con otros polifenoles como los taninos, llamándose quiebra negra o azul de vinos tintos.

La presencia de anhídrido también significa una reacción entre este y los antocianos, provocando una decoloración reversible. Al pH del vino, la mayor parte del anhídrido sulfuroso presente está bajo la forma de anión bisulfito, que se combina con los antocianos bajo la forma catión flavilium (A+) y forma el complejo incoloro mencionado. Transcurriendo un tiempo se produce una descombinación por reducirse la fracción de SO_2 libre apareciendo nuevamente la intensidad del color. Resulta ser, de esta manera una reserva de color pero se debe tener cuidado en una crianza

en barrica ya que se necesita de los antocianos libres para poder ser estabilizados además de combinarse el SO_2 también con el etanal (principal sustancia para estabilizar antocianos y taninos).

Otro fenómeno conocido es el de copigmentación, en donde los antocianos en forma de catión flavilium se acomplejan con otros compuestos fenólicos de la vendimia produciendo un *efecto hipercromo* (aumento de cantidad de color, explicada porque ese grupo de agrupación tiene un entorno hidrofóbico que impide el ingreso de moléculas de agua lo que evita en medio ácido y acuoso que la carga positiva del catión flavilium sea neutralizada pudiendo inclusive desplazarse bases carbinol hacia estructuras coloreadas) y un cambio de tonalidad hacia el purpura y azul *efecto batocromo*. Esas sustancias que intervienen se llaman cofactores, entre ellos encontramos ácidos cinámicos, flavonoles, flavonas y sus glicósidos, y otros compuestos como los elagitaninos; con todos se forma un complejo en forma de sándwich donde se alternan ambas sustancias en varias pilas y el conjunto presenta una carga positiva. En la formación de copigmentos influye el pH, ausencia de oxigeno (ya que la oxidación los disocia), los alcoholes (que no favorecen el complejo), los coopigmentos no se decoloran con el SO_2, es independiente del nivel de taninos y pueden los antocianos, polimerizarse con los flavonoides.

Podría decirse que esta copigmentación es una forma de almacenaje de los antocianos hasta que ellos puedan polimerizarse con los taninos, y evitar así reducir el color y por lo tanto disminuirlo en el vino.

Hay que tener en cuenta que los antocianos no son estables en el vino y pueden disminuir en el mismo con el paso del tiempo. Todo esto depende de varios factores como la temperatura, oxidación de los vinos, iluminación y alto nivel de alcohol, hidrólisis en la crianza en barrica por contener una molécula de glucosa. Otra causa es la fijación de los antocianos en las paredes celulares de los microorganismos, la precipitación del bitartrato de potasio arrastra una importante cantidad de antocianos.

La formación de etanal por parte de las levaduras durante la fermentación alcohólica de mostos tintos en presencia de hollejos ayudan a la formación de complejos antociano y tanino con puente etilado, muy estable, contribuyendo a disminuir la perdida de color, por esto si no existe en el medio suficiente cantidad de tanino es normal que se agreguen por esta razón, para lograr la estabilidad de la materia colorente y evitar la precipitación de la misma.

3.1.2.2 Taninos

Son una serie de sustancias fenólicas que pueden contener los vinos, se clasifican en: taninos condensados procedentes de la uva y taninos hidrolizables procedentes de la madera de roble (en caso que el vino esté en contacto con ésta).

Los taninos condensados también llamados catequinas, se localizan en el hollejo en forma libre dentro de las vacuolas de las células o de manera combinada ligados a polisacáridos de las paredes celulares, y también se encuentran en las pepitas y escobajo. (Zamora Marín, 2003)

Los taninos de las pepitas se encuentran menos polimerizados que los del hollejos, lo que implica mayor cantidad de grupos OH disponibles razón por la cual son mucho más astringentes. (Zamora Marín, 2003)

Los taninos hidrolizables proceden de la madera de roble, están formados por galotaninos y elagitaninos (más abundantes), y pueden hidrolizarse liberando ácido gálico y elágico, la presencia de este último demuestra que el vino fue criado en barrica de madera de roble o que fue adicionado de taninos comerciales. Además los elagitaninos tienen una gran capacidad de consumir oxígeno.

3.1.2.3 Reacción de taninos con proteínas y polisacáridos

Las proteínas son coloides hidrófilos positivos en el vino pero la presencia de alcohol, calor o taninos les puede quitar una de sus condiciones de estabilidad (hidrófila) por lo que al deshidratarlas se transforman en coloides hidrófobos positivos que luego y en presencia de taninos reactivos poco polimerizados, precipitan (taninos agresivos al paladar, astringentes); o puede unirse a los polisacáridos provenientes de las paredes celulares de los tejidos vegetales o de las células microbianas, polimerizarse y formar un compuesto estable (taninos más polimerizados, poco reactivos al paladar y menos astringentes).

La reacción tanino-proteína no es estequiométrica ya que depende del tipo de tanino, su grado de polimerización y de las características de la proteína. También tiene que ver el pH del vino, la presencia de cationes, temperatura y presencia de coloides protectores.

Una unidad elemental de tanino (ácido gálico y ácido elágico) de la uva presenta sólo cuatro grupos OH oxidables mientras que los provenientes de la madera (galotaninos y elagitaninos) presentan quince grupos OH, esto explica por qué son más oxidables estos últimos. Además, los taninos condensados presentan una forma de espiral lo que explica que sea más fácil su unión con las proteínas. En cambio, los hidrolizables presentan forma de esfera teniendo sobre ella y hacia el exterior los grupos OH y siendo por lo tanto más difícil la captación de proteínas.

Figura 17.

Estructura del ácido Gálico

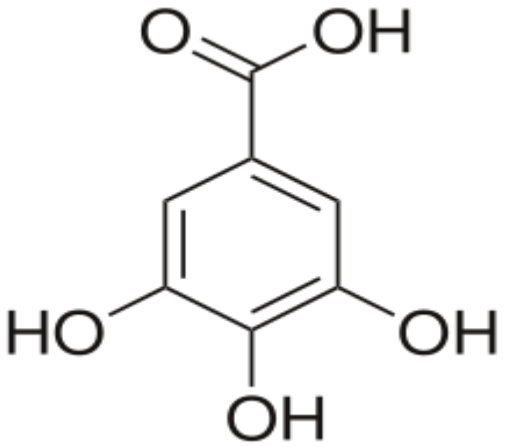


Figura 18.

Estructura del ácido elágico.

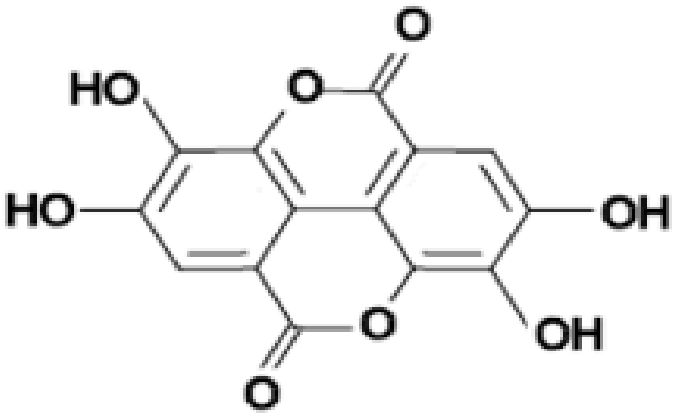


Figura 19.

Estructura del tanino elágico

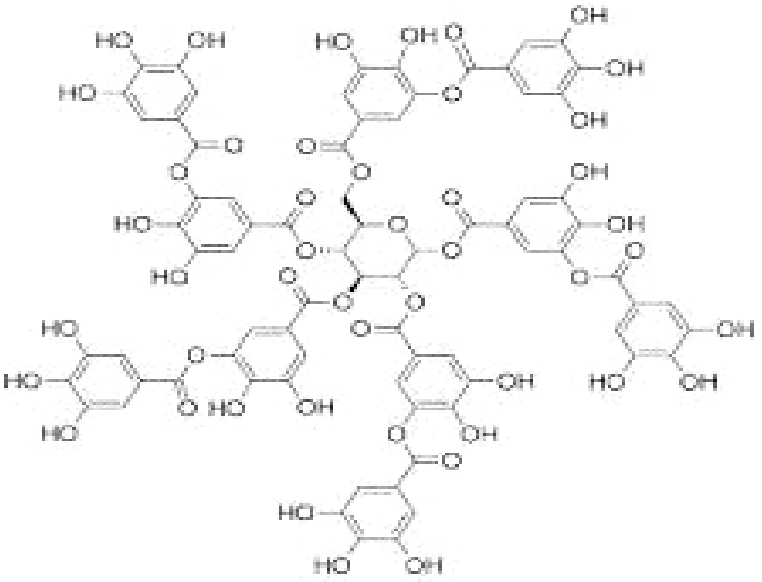
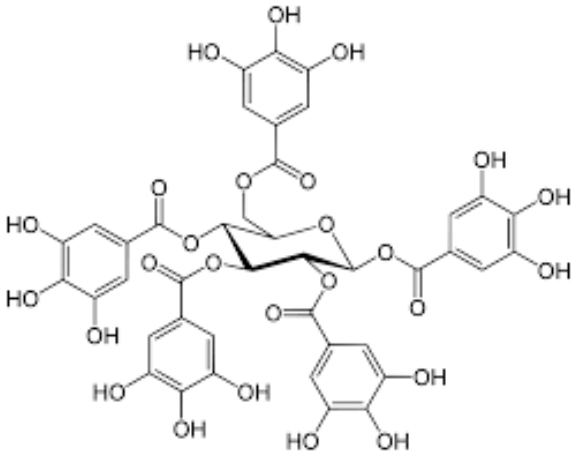


Figura 20.

Estructura del tanino gálico.



Al explicar todo esto, llegamos a que la astringencia del tanino se explica porque coagulan la mucina de la saliva (proteína con poder lubricante de la boca) por lo cual los vinos ricos en taninos malos producen una gran coagulación y por ello un fuerte efecto mecánico o de tacto entre la lengua y las mucosas de la boca, en cambio en vinos ricos en taninos buenos la astringencia no es tan acusada produciendo por el contrario sensaciones de volumen, cuerpo, grasas y dulces de calidad.

La función fenólica tiene una de sus características la de oxidabilidad siendo los compuestos fenólicos capaces de oxidarse con mucha facilidad haciendo de protectores frente a oxidaciones de otros compuestos.

3.1.2.4 Polimerización de taninos

Las soluciones ácidas de las procianidinas no son estables y pueden después de un tiempo envejecer su color a tonos marrones e

incluso precipitar por formar polímeros de elevado peso molecular. Todo esto de acuerdo a las condiciones a las que se somete estos compuestos:

En ausencia de oxígeno y temperatura elevada: se hidrolizan y forman un carbocatión que reacciona con la carga negativa de otra formando un polímero de mayor tamaño, pudiendo precipitar de acuerdo a su complejidad y teniendo la misma astringencia que un tanino menos polimerizado.

En presencia de oxígeno y baja temperatura: la oxidación del alcohol forma etanal y es capaz de unir moléculas de procianidinas formando un polímero de elevado peso molecular mediante polimerización desordenada donde el compuesto formado es amarillo y puede también precipitar. Estos compuestos son menos astringentes y menos reactivos.

3.1.2.5 Polimerización de antocianos y taninos

El antociano bajo su forma A+ o AOH puede unirse a los taninos:

- Condensación antociano-tanino: El A+ reacciona con la carga negativa de los taninos formando un compuesto incoloro que luego, en presencia de oxígeno, se colorea rojo A (+)-T o AO-T
- Condensación tanino-antociano: las procianidinas en medio ácido se puede hidrolizar y formar un carbocatión que reacciona con los antocianos bajo forma carbinol (AOH)

produciendo un complejo incoloro que se colorea de rojo anaranjado luego de su deshidratación. Esto se produce en ausencia de aire y es favorecido por la temperatura (esta es la evolución de un vino en medio reductor como el de la botella).

- Condensación antociano-etanal-tanino: el etanal procede de la oxidación del etanol, reacciona con valencias negativas de los taninos y con los antocianos bajo su forma carbinol (AOH) neutra. Ese polímero es de color rojo malva muy estable y evoluciona a rojo sombra. La cantidad de antocianos que puede reaccionar con taninos es aproximadamente en proporción 1:4 y puede llegar a 1:10 de acuerdo con su naturaleza. Además, el oxígeno que debe penetrar debe ser exacto y constante (2-4 mg/l/mes) condición que se cumple en barricas, y que permite solo la oxidación de etanol a etanal, permaneciendo los antocianos bajo su forma carbinol (de ambiente reducido). (Zamora Marin, 2003)

El pH del vino también influye no solo por el equilibrio de las diferentes formas en que se encuentran los antocianos, también en la forma libre y combinada de estos: en pH bajo hay más antocianos como catión flavilium el cual es más reactivo y aumenta la estabilidad del color de los vinos.

La polimerización antociano-tanino nos da la estabilidad del color en su intensidad y tonalidad, también disminuye la astringencia y amargor aumentando sensaciones de complejidad y volumen en boca. (Ribéreau-Gayon, 2006)

Determinando la cantidad de antocianos y taninos tendremos una noción del destino del vino, si será para crianza o no.

El hecho de que tengamos mayor cantidad de antocianos que de taninos lo hace poco apto para la crianza en barrica ya que se obtienen vinos jóvenes muy coloridos pero pobres en contenido de taninos, entonces si se lleva a crianza y no hay tanino suficiente los que puedan se van a polimerizar con los antocianos y el resto de los antocianos que queden sin reaccionar se oxidan por evolución y disminuyen el color del vino. Lo ideal es que haya una cantidad de antocianos en una relación de 1:4, esto no es siempre posible, es bueno conseguir una buena cantidad y esa extracción es natural en variedades aptas para crianza por ser ricas en taninos y forzando su extracción en el procesado. En general, será preferible que haya mayor cantidad de taninos que de antocianos para evitar esa oxidación y disminución de color producida por antocianos sin reaccionar.

3.1.3 Extracción de antocianos y taninos durante la maceración

La maceración es un proceso de extracción fraccionada de la uva que involucra la difusión de sustancia desde la fase sólida (hollejo, semilla, escobajos) y su disolución en el vino (Peynaud, 1984). En el caso

de los fenoles, el grado de extracción define la magnitud y la estabilidad del color, la astringencia, la estructura tánica del vino y el potencial del vino para envejecer (Zoecklein, 1991). En las vinificaciones clásicas solo cerca de la tercera parte del total de los fenoles existentes en la uva pasan al vino. El grado de extracción de las sustancias fenólicas depende de varios factores, que inciden en diversa medida, según el tipo de sustancia de que se trate. Entre los factores de extracción pueden citarse la fuerza con la que está retenida la sustancia, la afinidad entre soluto y solvente, el tiempo de extracción, la temperatura, la presencia de coadyuvantes como el anhídrido sulfuroso o enzimas pectolíticas y celulósicas, la manipulación de las partes sólidas. Una forma clásica de expresar la extracción de una sustancia ha sido mostrar cómo varía su concentración en el mosto – vino durante la maceración y tratar de establecer un patrón. Debe tenerse en cuenta que, la variación de la concentración no solo depende del grado de extracción o ganancia, sino también del ritmo de pérdida. Esta pérdida puede producirse por destrucción oxidativa, por precipitación por hidrólisis de la materia colorante o por absorción, y ser más o menos intensa.

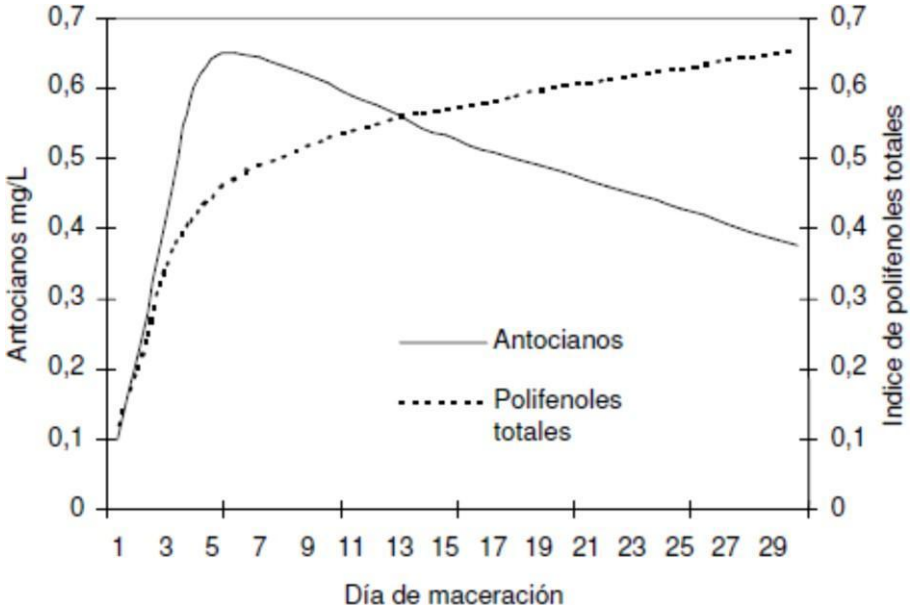
Se ha observado que la extracción de los fenoles totales a lo largo del tiempo, sigue un modelo de curva logarítmica **(Gayón R., 1982)**. Esto significa que al principio la extracción es muy intensa, pero con el tiempo disminuye su velocidad, o sea que se puede distinguir un período de extracción rápida y otro mucho más lento. La extracción de taninos se ajusta a un modelo similar **(Boulton, 2002)**. Esto es razonable si se

piensa que los taninos constituyen la parte mayoritaria de los fenoles del vino. Los taninos están sujetos a destrucción por oxidación – condensación – precipitación, pero el fenómeno es bastante lento en situaciones normales, y el patrón de cambio de concentración durante la maceración explica sobre todo la extracción.

Con respecto a los antocianos, muchos autores han determinado que las concentraciones de antocianos durante los primeros días de maceración sigue un modelo de crecimiento a los de los taninos, pero luego de alcanzar un valor máximo, disminuyen paulatinamente (Amrani – Joutie y Gloríes, 1994; Ribéreau – Gayón 1982; Sommers y Evans, 1979). Los antocianos son muy reactivos y el patrón de la evolución de la concentración durante la maceración es una combinación de los fenómenos de ganancia y de pérdida. La pérdida se debe a la absorción sobre las levaduras y sobre las partes sólidas de la uva, a una pequeña degradación y a su inclusión en los cristales de bitartrato de potasio, que se forman a medida que aumenta el tenor alcohólico (Parley, 1997). Los antocianos, toman parte en reacciones de polimerización con las proantocianidinas de la uva y con el acetaldehído formado por las levaduras. Durante la fermentación estos polímeros pueden combinarse con las proteínas y volverse insolubles, o con los polisacáridos que en parte precipitan debido al contenido creciente de alcohol. El aumento en el contenido de alcohol, también provocan una pequeña disminución de los efectos de copigmentación y auto copigmentación; y esto aporta a la disminución del color (Sommers y Evans, 1979).

Figura *21.*

Evolución del contenido de antocianos y polifenoles en relación a los días de maceración. R. Gayón (1982)



La rapidez con que los antocianos son extraídos se debe a su alta disponibilidad, pues están disueltos en el jugo vacuolar. Su difusión requiere la desorganización de las estructuras celulares de la pared celular. La difusión se favorece mediante la homogeneización y el regado del sombrero (presencia de enzimas). La falta de alcohol, al principio de la vinificación, no es un obstáculo para la extracción, pues los antocianos son muy hidrosolubles.

En cuanto a los taninos, la primera etapa, de difusión rápida, corresponde sobre todo a los taninos de los hollejos, que están más disponibles. Los taninos de las semillas se difunden más lentamente y requieren un mayor contenido de alcohol para asegurar su disolución. Una importante extracción de catequinas y taninos de las semillas es un rasgo propio de las vinificaciones con una maceración extendida. Las curvas de extracción de semillas solas, en soluciones modelos, se ajustan muy bien con las curvas de extracción de proantocianidinas en el vino, indicando que las semillas son la fuente más importante de taninos (Amrani Joutei y Gloríes, 1994; Boulton, 1995). La extractabilidad de los taninos depende de su estado y localización; los taninos ligados en el tonoplasto (membrana vacuolar) y en la pared celular son difícilmente extractables sin la intervención de enzimas apropiadas (de la uva o agregadas). La utilización de enzimas pectolíticas durante la maceración favorece la destrucción de las paredes celulares y permitiría la liberación de taninos ligados a los polisacáridos y a las membranas vacuolares, así como de las grandes moléculas de taninos libres intravacuolares, menos agresivos hacia las proteínas y por lo tantos menos astringentes. La extracción de taninos se ve favorecida por maceración prolongadas, alto contenido de etanol, que solubiliza a estos compuestos, altos niveles de SO_2, que permeabiliza las membranas celulares, y alta temperatura. Durante las primeras fases de la maceración, son preferentemente extraídos los taninos de la película, ricos en Prodelfinidina y pobremente

galoilados. Si la maceración se prolonga, aumenta la extracción de taninos de las semillas fuertemente galoilados.

Amrani-Joutei y Gloríes (1994) macerando hollejos en soluciones similares al vino, encontraron que la extracción, tanto de antocianos como de taninos, seguía un patrón muy parecido al de la extracción de antocianos durante la vinificación clásica. Esto significa que se alcanzaba un máximo a las pocas horas de iniciada la maceración y luego los contenidos disminuían paulatinamente, por adsorción sobre las partes sólidas. Las curvas de extracción difieren en que, la difusión inicial de antocianos era más rápida que la de taninos y la caída del contenido de taninos era menor que la de antocianos, cuando en la solución extractante existía una cantidad apreciable de alcohol. Las cantidades extraídas en el pico máximo fueron cercanas al 80% para taninos y antocianos respecto de sus reservas tecnológicas, valores que indican una muy alta difusibilidad. Estos mismos autores, macerando semillas en similares condiciones, observaron que la tasa de extracción de los taninos (semillas) fue mucho más lenta que la de los taninos de los hollejos, pero su concentración nunca disminuyó. Las cantidades extraídas en soluciones acuosas no superaron el 50% de la reserva tecnológica, aunque debe tenerse en cuenta que esta reserva era aproximadamente diez veces más grande que la de los hollejos. Las menores tasas de extracción de los taninos de las semillas demuestran su menor disponibilidad debido a la barrera contra la difusión que establece la cutina. El alcohol, en este caso, es indispensable como solvente y

extractante. Estos autores también encontraron diferencias de extractabilidad en los taninos del hollejo, debidas al grado de madurez de la uva; la cual crecía a medida que avanzaba la maduración debido a la actividad pectolítica que se desencadena en el nivel de las paredes celulares.

Tabla.

Variables de extracción de compuestos de la uva.

		COMPUESTOS		
VARIABLES		TANINO	ANTOCIANO	AROMAS
	ALCOHOL	+	+	-
	PH*	=	+/-	=
	ACIDEZ	=	+/-	=
	GRADO DE MADUREZ DE LA UVA	+	-	+/-
	TEMPERATURA**	+	+	-
	TIEMPO DE MACERACIÓN***	+	-	-
	OXÍGENO****	=	=	-
	SO2*****	+	+	-
	ENZIMAS	=	+	+
	FERMENTACIÓN CORTA	-	+	+
	FERMENTACIÓN LARGA	+	-	-

Nota. pH: a mayor valor más cantidad de tanino reactivo (carga -).*

*** A más T° más rápido se ceden los compuestos.*

**** Al quinto día está el pico más alto de antocianos y luego descienden. El tanino crece constantemente, primero los obtenemos los hidrosolubles y luego los solubles en alcohol.*

***** El oxígeno utilizado para polimerizar los polifenoles es positivo pero este es negativo si cumple la función de oxidación.*

****** El SO2 cumple la función de solubilización.*

Numerosos autores han determinado que un mayor tiempo de contacto con los orujos, origina más color, más flavonoides, y taninos, menos antocianos monoméricos y más fenoles poliméricos y color polimérico (Scudamore - Smith et.al., 1990; Kantz y Singleton, 1991; Kovac et.al., 1992; Sims y Bates, 1994; Auw et.al., 1996). Los vinos se pueden volver más astringentes, con más intensidad aromática, luego, con un mayor tiempo de contacto aún, el aroma se hace menos frutado. La astringencia generalmente no se hace excesiva a medida que pasa el tiempo, y aun puede decrecer (Schmidt y Noble, 1983; Scudamore – Smith et.al., 1980; Sims y Bates, 1994). La extracción de fenoles monoméricos y poliméricos generalmente se incrementa con el tiempo de contacto y las cantidades extraídas en el vino son proporcionales a los contenidos en las uvas para ambos grupos (Kantz y Singleton, 1991).

La temperatura de maceración es un factor que influencia la extracción. Un incremento de la temperatura tiene el efecto de degradar las paredes celulares, incrementando la difusión y la acción de enzimas,

como las pectolíticas. Se ha observado que la tasa de extracción de fenoles de los orujos se incrementa significativamente con el aumento de la temperatura (Ramey et. al., 1996; Mérida et. al., 1991). Esto también se ha observado en semillas (Singleton y Draper, 1964; Oszmianski, et. al., 1986). Lee et. al. (1977) encontraron un incremento lineal en la extracción de color con el incremento de la temperatura de fermentación de 15 a 33º C. Algunos autores consideran que, con temperaturas menores a 25º C durante la fermentación se produce vinos bajos en fenoles, pero altos en aromas frutados; con temperatura mayores a 28º C se producen vinos más tánicos, con menos aromas frutados, aunque posiblemente con mayor complejidad aromática (Zoecklein, 1991).

CAPÍTULO 4: Vitivinicultura en Burdeos[9]

4.1 Características generales

El viñedo de Burdeos (en francés, *Vignoble de Bordeaux*) es una región vinícola de Francia que se extiende por el oeste de Francia, en la región de Nueva Aquitania. Los vinos de Burdeos (*vins de Bordeaux*) se elaboran en unas 9000 bodegas usualmente llamadas châteaux si están asociadas a un viñedo concreto, con las uvas de alrededor de 14.000 productores de vino, 117.514 hectáreas de viñedos, 400 comerciantes, que son personas que se dedican a las ventas de los vinos bordeleses, de los cuales ellos son los primeros que obtienen los vinos de la apelación que luego salen a venderlos en distintos lugares del mundo**.** Un volumen de negocio de 14.500 millones de euros. Hay 57 denominaciones de origen controladas de vino de Burdeos. (Wikipedia, Wikipedia, 2021)

Más de 700 millones de botellas de vino de burdeos se producen cada año, con una variedad de calidades, desde vinos de mesa corrientes, hasta

[9] **Wikipedia:** *Viñedo de Burdeos.* https://es.wikipedia.org/wiki/Vi%C3%B1edo_de_Burdeos Fecha de bajada 6/1/2022

algunos de los vinos más caros y prestigiosos del mundo. La mayor parte de los vinos de Burdeos son tintos, pero los vinos blancos dulces de podredumbre noble también han contribuido a la reputación de la región, y también se produce vino blanco seco, rosado y espumosos (Crémant de Bordeaux).

4.2 **Clima y geografía**

La región de Burdeos es la segunda región vinícola más grande de Francia, con 284.320 acres de vid. Sólo la región vinícola de Languedoc con 617.750 acres de vid es más grande. Ubicada a medio camino entre el Polo Norte y el ecuador, hay más superficie de vid plantada en Burdeos que en la totalidad de Alemania y diez veces el total plantado en Nueva Zelanda.

La principal razón para el éxito de la viticultura en la región bordelesa es el excelente ecosistema para el crecimiento de la vid. La fundación geológica de la región es caliza, lo que lleva a un suelo rico en calcio. El estuario de la Gironda domina las regiones a lo largo con sus afluentes, los ríos Garona y Dordoña, y juntos irrigan la tierra y proporcionan un clima oceánico para la región.

4.3 **Variedades viníferas permitidas a cultivar**

4.3.1 Tintas

El Burdeos tinto se elabora generalmente a partir de una mezcla de uvas, como *Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Petit Verdot, Malbec* y *Carménère.* Actualmente *Malbec* se usa muy poco, y *Carménère* se usa en pequeñas cantidades.

En una generalización muy amplia, *Cabernet Sauvignon* domina la mezcla en los vinos tintos producidos en el Medoc y en el resto de la orilla izquierda del estuario de la Gironda. *Merlot* y en menor medida *Cabernet Franc* tiende a predominar en Saint Emilion, Pomerol y las otras denominaciones de la orilla derecha.

4.3.2 Blancas

El vino blanco de Burdeos se elabora predominantemente, y exclusivamente en el caso del Sauternes que es un vino dulce de podredumbre noble, a partir de Sauvignon Blanc, Semillón y Muscadelle. Lo mismo que los tintos, los burdeos blancos son usualmente mezclas, más comúnmente de Semillón y una proporción menor de Sauvignon Blanc en los dulces e inversa en los secos. Otras variedades viníferas autorizadas son Ugni Blanc, Colombard, Merlot Blanc, Ondenc y Mauzac.

La producción de blancos ordinarios en la orilla derecha, que se podían vender para destilar en la vecina región productora del Cognac ha caído hoy en día en desuso.

4.4 **Vitivinicultura en Pomerol**

4.4.1 Características generales

Pomerol es una comuna francesa de cultivo y denominación de origen (AOC[10]) en Burdeos. El vino producido aquí es predominantemente de merlot y cabernet Franc jugando un papel secundario. A diferencia de la

---

10 AOC: Appellation d'origine contrôlée: En español es una DOC, denominación de origen controlada.

mayoría de las otras comunas de Burdeos, no hay un pueblo real de Pomerol, aunque hay una iglesia.

La región fue reconocida como una región vinícola distinta de Saint-Emilión y la región de Libournais en 1923 y se le concedió el estatus de AOC en 1936 como parte de la primera oleada de establecimientos AOC por el *Institut national de l'origine et de la qualité* (INAO[11]). Aunque ahora es una de las más prestigiosas de las AOC de Burdeos, esta situación es relativamente reciente, que data de la segunda mitad del siglo XX, que a menudo se da como una de las razones por las que Pomerol no está incluido en ninguna de las clasificaciones de Burdeos.

Pomerol es la más pequeña de las principales regiones vinícolas de Burdeos, cubriendo una zona de aproximadamente tres kilómetros de ancho por 4 kilómetros de largo. Es aproximadamente una séptima parte del tamaño de su vecino mucho más grande de la margen derecha Saint-Emilion AOC y está a la par con la comuna más pequeña de la margen izquierda de Saint-Julien AOC en el Medoc. En 1998, había 784 hectáreas de vides de uva plantadas dentro de los límites de AOC produciendo 36.066 hectolitros de vino. En 2003 hubo 150 productores declarados en Pomerol cosechando 780 ha y produciendo un promedio anual de 32.250 hl de vino. A diferencia de otras regiones vinícolas francesas, como Borgoña y el valle del Ródano, no hay cooperativas que actualmente operan en Pomerol. En 2007, el número de hectáreas plantadas había aumentado ligeramente a 800 ha. En 2009, había 140 productores declarados en Pomerol, tienen una superficie media de seis

[11] **INAO:** *Institut national de l'origine et de la qualité*

hectáreas y el viñedo de la denominación "Pomerol" cubre 800 hectáreas para una producción promedio de 35.000 hectolitros por año.

Mientras que muchos vinos Pomerol ahora obtienen precios muy altos en las subastas de vino y en el mercado privado a la par con los crecimientos clasificados más valorados de Burdeos, no hay una clasificación oficial del vino Pomerol.

4.4.2 Clima y viticultura

Mientras que el clima de Pomerol es ampliamente similar al resto de Burdeos en la influencia marítima, la distancia de la región desde el mar y el estuario de la Gironda hacen que el clima sea claramente más continental que el del Medoc. Esto significa que Pomerol ve más variación de la temperatura diurna durante la temporada de crecimiento, entre los máximos diurnos y los mínimos de la noche. También mientras que la región experimenta más precipitaciones durante la primavera (que puede causar problemas para Merlot durante la floración) hay en general significativamente menos precipitaciones durante los meses de verano después del *envero.*

Sin embargo, la amenaza de las lluvias de la cosecha todavía está presente en Pomerol. Cuando se produce lluvia puede suponer un riesgo significativo de pudrición gris, especialmente para Merlot plantado en suelos arcillosos pesados que tienden a retener el agua. Mientras que algunas bodegas, como Chateau Pétrus, pueden permitirse los costos de mano de obra de cubrir su viñedo con láminas de plástico para evitar que el agua se empape en las raíces y emplear helicópteros para flotar sobre sus viñedos, generando

viento para secar las uvas, no todas las propiedades pueden tomar tales medidas.

Mientras que las añadas muy calientes (como 2003 y 2009) pueden crear problemas de sobre maduración en Merlot, la región de Pomerol (y la margen derecha en su conjunto) tienden a mejorar durante los años más fríos (como 2006 y 2008). Los principales peligros vitivinícolas son las heladas primaverales, que pueden ocurrir con frecuencia en la región de Pomerol y perturbar cosechas enteras.

4.4.3 Geografía

Pomerol se encuentra inmediatamente al este y noreste de Libourne. A diferencia de la mayoría de las comunas más prestigiosas de Burdeos, no tiene acceso directo al río, siendo separada de la Dordoña al sur por la ciudad y por Saint-Emilion, que se encuentra al sureste. Al noreste, a través de un arroyo llamado *la Barbanne Rau* se encuentra Lalande-de-Pomerol. Se encuentra en un banco de grava (una característica que comparte con las prestigiosas denominaciones del Medoc); hacia el sur y el oeste, el suelo es más arenoso, mientras que hacia el norte y el este, tiende a la arcilla. El subsuelo es de arcilla oscura, con un alto contenido de hierro[12]. El terreno es relativamente plano con ligeras pendientes ondulantes que caen desde una altura de 35-40 metros sobre el nivel del mar en un curso de 2 kilómetros a alrededor de 10 metros.

La mayoría de las fincas más valoradas en Pomerol se encuentran en la

[12] El suelo es muy variable, contiene sectores con arcilla, arcilla azúl, arena, gravas, lima.

mitad oriental de la región, hasta la frontera de Saint-Emilion, donde los viñedos de la finca Premier Grand Cru Classé (A) del Château Cheval Blanc a menudo se pueden ver desde las propias fincas de Pomerol. Algunas de las mejores partículas de grava de la región. En el noreste se encuentra la aldea de Maillet que limita con los AOC de Lalande-de-Pomerol, Montagne-Saint-Emilion y Saint-Emilion con la carretera que atraviesa la propia aldea siendo el límite oficial entre Pomerol y Saint-Emilión. Esto ha llevado a algunas cuestiones legales, ya que unos pocos viñedos que están técnicamente dentro de las fronteras de Saint-Emilión, pero que se extienden hasta Pomerol han tenido que ser concedidos "ciudadanía honoraria de Pomerol".

Los suelos de la región de Pomerol son muy diversos con una mezcla de grava, arena y arcilla esparcida por toda la meseta. Hablando aproximadamente los suelos de viñedo al norte y al este, más cerca de la frontera de Saint-Emilión tienden a tener más arcilla, mientras que los suelos al oeste y al sur se vuelven más ligeros y más graves. La meseta en la que se asienta Pomerol está bordeada por tres ríos, el Barbanne al norte, la Isla al oeste y Dordoña y la ciudad de Libourne al sur. A medida que el terreno se mueve por las laderas de la meseta y hacia estos ríos los suelos se vuelven más aluviales y arenosos.

La mayor parte de la meseta de Pomerol se compone de marga de arcilla arenosa que está cubierta de grava que se remonta al período de Génzian (y es la misma grava que se encuentra en el Médoc y Graves AOC),con la grava en las laderas más bajas más cercanas a Libourne

procedentes del período de glaciación más joven de Mindel. Las vides de los suelos más ligeros y arenosos tienden a madurar antes que las de los suelos con mayor contenido de arcilla, pero también tienden a tener menos potentes frutos y potencial de envejecimiento

4.4.4 Vinos de Pomerol

Pomerol produce ahora exclusivamente vino tinto, aunque hace 100 años producía un gran volumen de blanco. Merlot es la uva más importante aquí, representando el 80% de la superficie del viñedo. Aunque se mezcla casi invariablemente, la proporción de Merlot puede alcanzar hasta el 95%, aunque suele estar en el rango de 70-80%. La siguiente uva más importante es Cabernet Franc, que representa alrededor del 15% de la superficie del viñedo y suele representando entre el 5 y el 20% de la mezcla. Malbec, no muy plantado en el resto de Burdeos, también se utiliza. Las uvas permitidas restantes, Cabernet Sauvignon y Petit Verdot, apenas están plantadas y rara vez se utilizan en el *gran vin* aunque, como el Malbec, pueden aparecer en el segundo vino de una finca.

A principios del siglo XX, cuando se completó la transición de Pomerol a un distrito productor de vino tinto, cabernet franc fue la variedad de uva dominante. Sin embargo, una helada de primavera temprana en 1956 mató a una gran parte de las plantaciones de Cabernet Franc y muchas fincas tomaron este evento como una oportunidad para replantar con el Mayor rendimiento y maduración más temprana Merlot. A pesar de la tendencia de Merlot a sufrir de “coulure” si el clima es frío y lluvioso durante la floración, la uva rápidamente

se elevó a la prominencia en Pomerol y se ha convertido en la uva más estrechamente asociada con la región. Sin embargo, muy pocos Pomerol son puros Merlot y Cabernet Franc todavía se valora por la estructura tánica y la acidez que da, que puede añadir longevidad y potencial de envejecimiento a los vinos. De hecho, a medida que la tendencia de finales del siglo XX y principios del XXI hacia la cosecha de Merlot más tarde y a niveles de azúcar cada vez más altos ha continuado, el papel de Cabernet Franc en el equilibrio de la naturaleza opulenta pero potencialmente flácida de Merlot sobre maduro se ha vuelto aún más apreciado por los viticultores de Pomerol.

En general, Merlot tiende a plantarse sobre suelos predominantemente arcillosos, mientras que la cabernet franc es más probable que esté en afloramientos de piedra caliza.

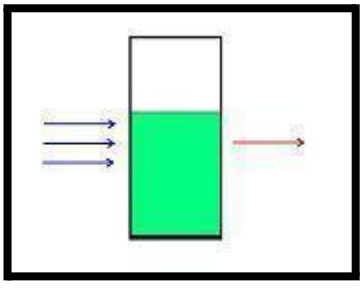
CAPÍTULO 5: Ensayos analíticos

El ensayo que se va a llevar a cabo se basa en la realización de dos estilos diferentes de vinificación en la que se van a hacer estudios y análisis analíticos de polifenoles mediante la ayuda de un laboratorio francés.

Los fundamentos de los ensayos que se van a realizar son los siguientes.

5.1 **Espectrofotómetro**

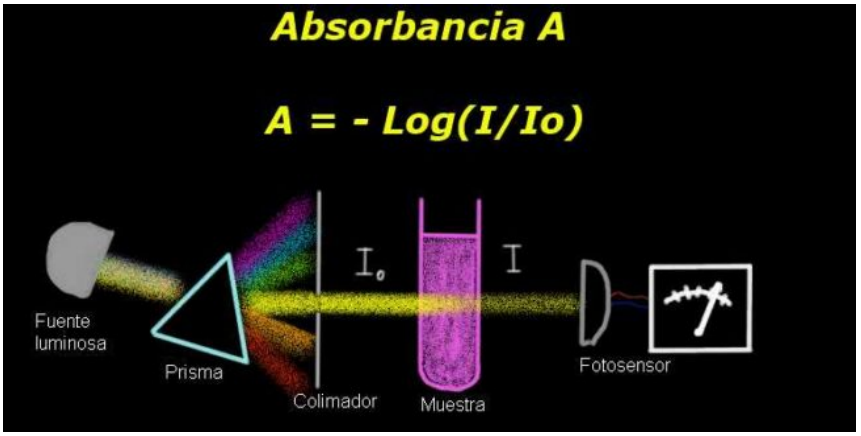
5.1.1 Absorbancias



El concepto de absorbancia se emplea en el terreno de la física. Se trata de la medida que refleja cómo se atenúa la radiación cuando atraviesa un elemento. La absorbancia puede expresarse mediante un logaritmo que surge a partir del vínculo entre la intensidad que sale y la intensidad que ingresa a la sustancia.

Figura 22.

Fórmula de la absorbancia



Los vinos tintos tienen un máximo de absorción a 520 nm, donde se encuentra el color rojo intenso, debido a los antocianos, entre este máximo y otro que se sitúa en la zona del U.V. a 280 nm hay un mínimo alrededor del 420, zona del color amarillo. A medida que el vino envejece van disminuyendo las diferencias entre ambos valores, porque va desapareciendo el color rojo y apareciendo los tonos amarillentos.

- Longitud de onda (420) Amarillo.
- Longitud de onda (520) Rojo.
- Longitud de onda (620) Azul.

5.1.2 Intensidad de color

Es la suma de las absorbancias del vino, en una cubeta de 1cm de espesor, correspondientes a las longitudes de onda de 420 nm, 520 nm y 620

nm.

I.C. = A420 + A520 + A620

5.1.3 IPT

Se determina la absorbancia a 280 nm en una cubeta de cuarzo de 10 mm de camino óptico y al resultado se lo multiplica por el factor de dilución.

IPT = A280nm x d

5.1.4 Características cromáticas

Las características cromáticas de un vino se miden en el espectrofotómetro a una longitud de onda con un mínimo de 420 nm y como máximo 520 nm.

5.2 **Índices de polifenoles**

5.2.1 Gloríes

El concepto en el método de Gloríes es la extractabilidad de los antocianos que es la facilidad con la que los antocianos se extraen en el vino. Viene determinado por la degradación de las células del hollejo.

Para tener un vino con mucho color no sólo tienen que tener color las uvas, sino que lo tienen que difundir.

Se llama Índice de Extractabilidad de la uva, a la concentración de compuestos polifenólicos de la uva, a la difusión mosto/vino y a la estabilidad de la materia colorante. Hay por lo menos tres aspectos a tener en cuenta:

1. Concentración de color en la uva

2. Difusión de color al mosto / vino (fragmentación de las células)

3. Estabilidad de la materia colorante.

También mide la madurez de las pepitas (aporte de taninos) que es lo último en madurar.

El método tiene limitaciones: el muestreo es limitado y hay que hacerlo siempre igual por lo que va encaminado a bodegas con un volumen pequeño de vino.

El método se utiliza para comparar variedades y ver si se adaptan al terreno, para comparar añadas a nivel polifenólico y sobre todo para unificar criterios.

Según Gloríes, una vendimia se considera que tiene uva óptima a nivel polifenólico cuando tiene hollejos ricos en antocianos y taninos que además son fácilmente extraíbles y unas pepitas pobres en antocianos.

Este método aporta:

- Cantidad total de polifenoles.

- Cantidad total de antocianos.

- Cantidad de antocianos extraíbles (EA%): Es el porcentaje de antocianos extraídos. Los valores oscilan entre 20-70%. Mejor a un valor más bajo porque suelta mejor los antocianos, es decir, más extractabilidad.

- Cantidad de taninos que aporta el hollejo.

- Cantidad de taninos que aportan las pepitas.

5.2.2 Índice de PVPP (polivinilpolipirrolidona)

La polivinilpolipirrolidona insoluble es un polímero reticulado de la N-vinil-2-pirrolidona, denominada comúnmente PVPP.

Este índice indica el porcentaje de antocianos que están combinados con los taninos. Al ser combinaciones antociano-tanino más estables que los antocianos libres, este índice indica indirectamente el grado de estabilidad del color de los vinos.

Este índice se incrementa continuamente durante el envejecimiento del vino, siendo favorecido por la oxigenación moderada que tiene lugar durante la crianza del vino en la barrica. (Zamora Marín, 2003).

5.2.3 HCL: Índice de ácido clorhídrico

Da el porcentaje de taninos de un alto grado de polimerización. Este índice en los vinos tintos oscila entre el 5 y el 40%. En los vinos con valores por

encima del 35-40% muy probablemente tendrá lugar una precipitación, ya que contienen algunos taninos de un grado de polimerización tan alto que son insolubles. Se suele considerar que valores del orden de 10-25% son los adecuados para un vino de crianza. (Marín, Primera Edición. Año 2003).

5.2.4 Gelatina

Da el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas, es decir de los taninos astringentes, que son capaces de reaccionar con las proteínas de la saliva y producen este efecto de rugosidad en la boca.

Este índice suele estar comprendido en los vinos jóvenes entre el 25 y el 80%. Los valores por encima del 60% indicarán que se trata de un vino cargado de taninos astringentes. Valores por debajo del 35% indicarán que el vino carece de cuerpo. Finalmente los valores comprendidos entre el 40 y el 60% suelen ser considerados como los valores más convenientes. (Zamora Marín, 2003)

5.3 **Cromatografía líquida o HPLC**

La Cromatografía líquida de alta eficacia o High performance liquid chromatography (HPLC) es un tipo de cromatografía en columna utilizada frecuentemente en bioquímica y química analítica. También se la denomina a veces Cromatografía líquida de alta presión o High pressure liquid chromatography (HPLC). El HPLC es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica. Es

utilizada para medir de manera distintiva y cuantitativa ciertos compuestos que están presentes en una muestra

CAPÍTULO 6: El ensayo

6.1 Datos del viñedo

El viñedo estudiado se encuentra en Pomerol, Francia, donde está afectado por el típico clima que son veranos cálidos, noches frescas e inviernos fríos con gran cantidad de precipitaciones. El tipo de suelo en la superficie es arenoso con piedras gravas y luego en la profundidad posee una mezcla arcillo-arenosa. La proporción dada por un tamiz de 2mm es muy baja en la superficie, 13,1% y luego 0,2% en la profundidad.

Los valores de pH del suelo están cerca de la neutralidad (pH 6,6) en la superficie y en la parte más profunda rondan los valores de pH 7,1.

La altura a la que se encuentra el viñedo es de 30 msnm y tiene un valor de precipitaciones anuales de 800 mm. La amplitud térmica en verano (Julio-Agosto) es entre 10°C.

Todos los años realizan entre 13 tratamientos fitosanitarios, dependiendo del clima, preventivos contra oídio, peronóspora y lobesia botrana; y en el caso de botrytis solo si hace falta, de manera preventiva.

En cuanto a deshojes, se realiza esta práctica sólo cuando la añada lo permite y en los casos que haga falta. Este año se llevó a cabo este proceso, justo antes de la vendimia, cuando nos habíamos asegurado que no corríamos el riesgo de quemadura de los racimos por exceso de sol y por ende de calor.

El sistema de conducción que posee el viñedo es espaldero, el sistema de poda llevado a cabo todos los años es guyot simple y el sistema de riego no está permitido en la región, el agua que la planta consume es en su totalidad proveniente de las precipitaciones.

La parcela n° 11, que fue la parcela a la cual se le realizó el estudio, es una parcela muy joven. A la misma se le plantaron las estacas en el año 2015, de los cuales se necesitan algunos años para que a la planta se le produzca la primera recolección de frutos. Esta vendimia fue la tercera desde que a la parcela se la comenzó a cosechar, entonces se puede afirmar que es una parcela en la que las plantas todavía no están dando su máximo potencial cualitativamente hablando.

6.2 **Análisis de la uva previo a la vendimia**

Antes de realizar la recolección de la uva para llevar a cabo la vinificación, se llevaron a cabo una serie de ensayos analíticos para determinar el momento de cosecha adecuado.

6.2.1 Análisis de seguimiento de la madurez

Se llevaron a cabo análisis de rutina de seguimiento de la madurez de las bayas. Los análisis fueron los siguientes:

- Densidad del mosto.
- Alcohol a producir.
- Azúcares reductores.
- pH
- Acidez total.
- Acidez málica.
- Nitrógeno asimilable.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

ANALISIS DE MOSTO DE LA PILETA		
FECHA: 11/09/2020		
DENSIDAD	g/L	1,103
ALCOHOL A PRODUCIR	%vol	14,24
AZÚCARES REDUCTORES	g/L	247
PH		3,88
ACIDEZ TOTAL	g/L H2S04	2,1
ACIDEZ MALICA	g/L	1,3
NPA	mg/L	246

6.2.2 Método gloríes

En el momento justo previo a la vendimia, se llevó a cabo el análisis llamado “método de Gloríes”, el cuál fue de gran importancia para tener un parámetro general sobre la concentración polifenólica y también la madurez polifenólica que llegamos a obtener a la hora de la cosecha de los racimos.

El método consiste en evaluar la madurez fenólica de la uva. Proporciona información tanto sobre la cantidad (potencial total en antocianos y taninos) como sobre la calidad (extracción de antocianina, madurez de las semillas) de los polifenoles.

- Un pH 1: Potencial total de antocianos.
- Un pH 3.2: Potencial total en antocianos extraíbles en el pH del vino.
- EA: Extractabilidad de los antocianos.
- RPT: Riqueza polifenólica total de la uva

Los resultados obtenidos al momento de la vendimia fueron los siguientes:

ANALISIS DE METODO DE GLORYES	
FECHA: 11/09/2020	
PESO DE BAYA	1,6 GRAMOS
EXTRABILIDAD DE ANTOCIANOS	43
ANTOCIANOS A PH 1	2030 mg/L
ANTOCIANOS A PH 3.2	1150 mg/L
MADUREZ DE LAS SEMILLAS	36
IPT DO 280	36

Una vez obtenidos estos resultados gracias al laboratorio, mi otra parte del trabajo fue buscar datos para poder realizar una comparación de los datos que pude obtener de la parcela en estudio, en relación a otras propiedades dentro de la apelación (Pomerol). Los datos obtenidos fueron los siguientes:

RESULTADOS DE ANÁLISIS POMEROL 2020

ANALISIS DE METODO DE GLORYES	
FECHA: 11/09/2020	
PESO DE BAYA	1,42 GRAMOS
EXTRABILIDAD DE ANTOCIANOS	46
ANTOCIANOS A PH 1	2110 mg/L
ANTOCIANOS A PH 3.2	1115 mg/L
MADUREZ DE LAS SEMILLAS	36
IPT DO 280	37

Estos datos fueron obtenidos por la realización de un número promedio de 36 diferentes parcelas de la apelación, los cuales también realizaron el “método de gloríes” para tener una idea de la madurez polifenólica de sus racimos.

Tabla 5.

Datos estadísticos del índice de gloríes de la región de Burdeos entre los años 1995 al 2006

RESULTADOS DE BORDEAUX 1995-2006	
ANALISIS DE METODO DE GLORYES	
1995-2006	
PESO DE BAYA	
EXTRABILIDAD DE ANTOCIANOS	44
ANTOCIANOS A PH 1	1291 mg/L
ANTOCIANOS A PH 3.2	724mg/L
MADUREZ DE LAS SEMILLAS	42
IPT DO 280	53

6.3 Realización de una muestra representativa de la parcela

Sabiendo que el ensayo se basó en hacer dos estilos diferentes de vinificaciones realizados de manera paralela, buscando las mismas condiciones y cinéticas fermentativas parecidas (T°, maceraciones iguales, adiciones, etc). Algo muy importante de hacer, fue también una muestra representativa del contenido de la parcela, para poder llevar a cabo el estilo de vinificación a pequeña escala, llamada “vinificación integral” y luego la vinificación de mayor magnitud, realizada en el interior de una pileta tronco cónica invertida, de manera tradicional.

Mi objetivo fue realizar, mediante estrategias de estadística, una muestra representativa de la totalidad de la parcela para luego poder llevar a cabo las dos vinificaciones y luego obtener datos certeros al momento de realizar los análisis, y una vez terminado el vino poder hacer la degustación sensorial para ver las diferencias de los estilos de vinificación.

La cantidad de kilos que se cosecharon de la parcela fueron 4510 kg, de los cuales recibimos en la bodega 14 pallets de uva, que fueron en total 350 cajas de 12 kg de uva (de peso aproximado). De cada palet que recibimos que cada uno de ellos contienen 25 cajas, yo hice la extracción de 4 cajas de uva que las fui colocando sobre otros dos palet de 28 cajas cada uno para luego poder procesarlas y colocarlas en las barricas. Coloque en las dos barricas a hacer el análisis un total de 350 kg de uva. Luego, la otra parte de las cajas de uva que no fueron seleccionadas (4160 kg de uva), fueron procesadas y enviadas a la pileta para realizar la vinificación tradicional.

6.4 **Vinificaciones**

A la hora de realizar la vendimia, se buscó recolectar los racimos en las primeras horas de la mañana para obtener temperaturas lo más bajas posibles a la hora de encubar. Mientras las cajas de uvas esperaban a ser procesadas, una parte de ellas fue ingresada en una cámara frigorífica para mantener la temperatura, o para enfriarlas en el caso de que su temperatura no sea la adecuada para procesarlas.

Una vez despalillada la vendimia, la misma es ingresada en un contenedor de acero inoxidable con una válvula guillotina neumática, el cual puede ser tomado con un autoelevador y llevado hacia la boca de la pileta para ingresar la vendimia sin la utilización de bombas, disminuyendo la manipulación de la vendimia y obteniendo la menor ruptura de la misma.

Figura 23.

Proceso de llenado de las piletas mediante la gravedad.

Para el encubado en las barricas, no se utiliza este dispositivo, sino que se pasa directamente de la mesa de selección, a una cinta elevadora y luego a la barrica.

A la vendimia se le hizo una dosificación de 4 gr/hl de S02 ya que la vendimia tenía un óptimo estado sanitario.

Tanto como en la pileta como también en las barricas, siempre se buscó tener un ambiente lo más libre de oxígeno posible. Esto lo pudimos lograr con la ayuda del hielo seco suministrado a cada uno de los recipientes.

6.4.1 Vinificación integral

La empresa, a la hora de comprar las barricas, pide que las mismas lleguen a la bodega sin una de las dos tapas, mejor dicho el “fondo”, para poder ingresar la vendimia de manera menos engorrosa.

Entonces una vez ingresada la vendimia en la barrica, lo que se hizo fue agregar un poco de hielo seco para desplazar al oxígeno presente en la barrica y luego se realizó el proceso de cerrado a mano de cada una de las barricas.

Figura 24.

Proceso de inertización de la barrica con hielo seco y realización de la sangría.

Una vez cerradas las barricas, se les introduce una gran cantidad de hielo seco para ayudar al enfriado de la vendimia, sabiendo que aproximadamente con 600 g de hielo seco se puede llegar a bajar la temperatura un grado centígrado, en un volumen de un hectolitro (0,6 Kg=1°C/1HL). Cuando ya se le agregó el hielo seco, se le produce el

primer pisoneo a la uva para mezclarla con el hielo seco, para abrir los granos que no hayan sido rotos con anterioridad y para comenzar con la maceración sólido-líquido en frío. La uva entró a una temperatura de 16°C y mediante la utilización del hielo seco se la enfrió a 6°C, de este modo se le han agregado en un principio 10kg de hielo seco más la influencia de la baja temperatura de la cámara de frío donde se realizan las vinificaciones la cual está a 6°C.

Figura 25.

Primer enfriado de la vendimia con la ayuda del hielo seco y primer pisoneo.

Las barricas pasaron por una maceración en frío por un periodo de 9 días, en los cuales les fui haciendo un seguimiento de temperatura, para ver que esta no fuera excesiva y se le midió la densidad a cada una de las barricas. Esta fase es una fase de poca manipulación, ya que las salas

donde se realiza la vinificación integral son salas termo reguladas, que poseen gran tecnología facilitando el proceso de vinificación, pudiendo pasar de altas temperaturas, a temperaturas muy bajas en cuestión de minutos.

Durante la fase de maceración post fermentativa en frio, a cada barrica se les realizó una vez al día pisoneo en la mañana y luego en la tarde se les hizo 4 giros, dos giros en cada sentido. Este proceso corresponde a un remontaje de cerrado de 20´ por día en una pileta de 40 hl, que fue el proceso que se llevó a cabo a la pileta de manera paralela.

Una vez cumplido el día 9, se le suministró calor para comenzar a calentar la masa y una vez alcanzada la temperatura adecuada se le produjo el agregado de levaduras al 2%. Las levaduras son elaboradas por un laboratorio Francés, que produjo una extracción de levaduras de una parcela de muy alta calidad de la propiedad, luego aisló una cepa de ellas y las multiplicó para después poder agregarlas al momento de la fermentación.

Una vez que comenzó la fermentación, se le hizo la extracción de 10 lts de mosto-vino a cada barrica, para evitar la pérdida del mismo por derrames al momento de la fermentación tumultuosa, que luego él mismo fue re agregado cuando la fermentación había disminuido su ferocidad, llegando a una densidad de 1,010.

A cada barrica se le corrigió el pH y la acidez mediante el uso de ácido tartárico con una dosis de 0.7 gr/L.

Una vez terminada la fermentación, se llevó a cabo la maceración post-fermentativa, por una duración de 14 días, a una temperatura promedio de 25°C. En este tiempo de maceración, una vez cada dos días se les practicó a las barricas una serie de 4 giros por día, dos giros en cada sentido, para mantener el sombrero mojado y evitar oxidaciones en el mismo.

Mediante la degustación de las barricas, y de manera paralela también la pileta, se tomó la decisión de descubarlas en el día de maceración n° 36. Para llevar a cabo el descube de las barricas, se comienza primero produciendo el desvine de las mismas por gravedad, llenando de manera simultánea una barrica de la misma tonelería y también de la misma gama de calidad. Una vez desvinada la barrica, lo que se hace es girarla sobre el soporte fijo que las mantiene y dejarla escurriendo por unas horas para aprovechar al máximo la fuerza de la gravedad para extraer el vino antes de realizar el prensado. Una vez que la barrica deja de escurrir vino, lo que se hace es sacar la barrica del soporte mediante la ayuda de un auto-elevador, colocarla sobre una alfombra para luego abrirlas y sacar el orujo con una pala, llevando los sólidos a una prensa vertical para luego realizar el prensado. Al vino obtenido por la prensa se lo mezcló con otro vino, sin mezclarlo con el vino gota que nosotros obtuvimos del desvine de las barricas.

La barrica una vez que fue llenada, se la dejó en una sala a 20°C para que llevara a cabo la fermentación maloláctica, para lo cual se le realizó un seguimiento de la cantidad de ácido málico presente en el vino

por el método de cromatografía de papel. Una vez que se determinó que el ácido málico había sido transformado en su totalidad en ácido láctico, se llevó a cabo el análisis de corroboración.

Una vez terminada la fermentación maloláctica, se llevó a cabo el sulfitado del vino, llevando el SO_2 libre a 25 ppm para asegurarnos la protección del mismo y que no se produzca una combinación con el etanal producido mediante la microoxidación producida por la barrica y comenzar así su reposo en barricas de roble para la polimerización y estabilización de la materia colorante, entre otro

En la siguiente imagen se ilustran los días de maceración que se llevaron a cabo en cada una de las etapas, la densidad del mosto y la temperatura.

No se hicieron análisis de ácido málico durante la maceración post fermentativa, se comienza con el seguimiento luego de los descubes.

Tabla 6.

Seguimiento de la maceración de las barricas

FECHA	DIAS DE MACERACIÓN	FASE DE MACERACIÓN	DENSIDAD	T°C
10/9/2020	1	FASE PREFERMENTATIVA	1102	12
11/9/2020	2		1102	8
12/9/2020	3		1102	7,5
13/9/2020	4		1102	7
14/9/2020	5		1102	7,5
15/9/2020	6		1102	7,5
16/9/2020	7		1102	8
17/9/2020	8		1102	8
18/9/2020	9		1102	10
19/9/2020	10	FASE FERMENTATIVA	1100	14
20/9/2020	11		1095	15
21/9/2020	12		1080	20
22/9/2020	13		1068	20
23/9/2020	14		1053	22
24/9/2020	15		1040	26
25/9/2020	16		1026	26
26/9/2020	17		1015	27
27/9/2020	18		1010	25
28/9/2020	19		1005	25
29/9/2020	20		999	25
30/9/2020	21		996	25
1/10/2020	22		993	24
2/10/2020	23	FASE POSTFERMENTATIVA	992	25
3/1/1900	24		992	25
4/10/2020	25		992	24
5/10/2020	26		992	23
6/10/2020	27		992	23
7/10/2020	28		992	24
8/10/2020	29		992	25
9/10/2020	30		992	24
10/10/2020	31		992	24
11/10/2020	32		992	25
12/10/2020	33		992	24
13/10/2020	34		992	24
14/10/2020	35		992	25
15/10/2020	36		992	23

6.4.2 Vinificación tradicional en la pileta de concreto

A la hora de la recepción de la vendimia y del procesamiento de la misma, se realizó de la misma manera que para las barricas, pero con la diferencia que para el llenado de la pileta se llevó a cabo mediante la gravedad, llenando un recipiente llamado “cubón”, que como ya nombré con anterioridad, es elevado por el montacargas y llevado a la tapa de la pileta para realizar el llenado de la misma.

La pileta una vez llenada a una proporción de ¾ de su volumen total, ésta pasó por una maceración en frío por un periodo de 9 días, en los cuales se realizó un seguimiento de temperatura, para ver que esta no fuera excesiva y se le midió la densidad. La pileta cuenta con sistema de refrigeración, facilitando este proceso.

Durante la fase de maceración post fermentativa en frío se le realizó un remontaje cerrado de 20´ con el agregado diario de hielo seco para evitar oxidaciones de la vendimia.

Una vez cumplido el día 9, se le suministró calor para comenzar a calentar la masa y una vez alcanzada la temperatura adecuada se le produjo el agregado de levaduras al 2%, buscando tener un rango de siembra de 2 x 10^6 células/ml.

La pileta antes de la corrección tuvo una acidez total de 2.1gr/L en ácido sulfúrico y un pH de 3,88, entonces se corrigió la acidez mediante el uso de ácido tartárico con una dosis de 0.9 gr/L.

Una vez terminada la fermentación, se llevó a cabo la maceración post-fermentativa, por una duración de 17 días, a una temperatura

promedio de 25°C. En este tiempo de maceración, una vez cada dos días se les practicó un remontaje cerrado de 5 minutos con el agregado de hielo seco para mantener el sombrero mojado y evitar oxidaciones en el mismo.

Mediante la degustación de la pileta, se tomó la decisión de descubarla en el día de maceración n° 36. Para llevar a cabo el descube de la pileta, se comenzó realizando el desvine. Los sólidos fueron extraídos de la pileta de manera manual y llevados mediante la ayuda de una cinta transportadora a una canasta de una prensa vertical, para luego realizar el proceso de prensado. Al vino obtenido por la prensa se lo mezcló con otro vino, sin mezclarlo con el vino gota que nosotros obtuvimos del desvine de las barricas.

El tanque una vez lleno, se lo dejó a 20°C para que llevar a cabo la fermentación maloláctica, para el control de la FML se le realizó un seguimiento de la cantidad de ácido málico presente en el vino por el método de cromatografía de papel. Una vez que se determinó que el ácido málico había sido transformado en su totalidad, se llevó a cabo el análisis cuantitativo del ácido málico mediante el laboratorio para corroborar que la FML estaba terminada y que no quedaban trazas del mismo.

Una vez terminada la fermentación maloláctica, se llevó a cabo el sulfitado del vino, llevando el SO_2 libre a 30 ppm para asegurarnos la

protección del mismo. Una vez sulfitado el vino, se llevó a cabo el primer trasiego colocando al mismo en barricas de roble francés.

En la siguiente imagen se ilustran los días de maceración que se llevaron a cabo en cada una de las etapas, la densidad del mosto y la temperatura

Tabla 7.

Seguimiento de la fermentación de la pileta.

FECHA	DIAS DE MACERACIÓN	FASE DE MACERACIÓN	DENSIDAD	T°C
10/9/2020	1	FASE PREFERMENTATIVA	1103	14
11/9/2020	2		1103	9
12/9/2020	3		1103	9
13/9/2020	4		1103	10
14/9/2020	5		1103	10
15/9/2020	6		1103	9
16/9/2020	7		1103	10
17/9/2020	8		1103	11
18/9/2020	9		1103	14
19/9/2020	10	FASE FERMENTATIVA	1095	19
20/9/2020	11		1080	18
21/9/2020	12		1075	17
22/9/2020	13		1052	22
23/9/2020	14		1028	26
24/9/2020	15		1012	25
25/9/2020	16		1002	24
26/9/2020	17		995	23
27/9/2020	18		993	24
28/9/2020	19		993	24
29/9/2020	20	FASE POSTFERMENTATIVA	992	24
30/9/2020	21		992	25
1/10/2020	22		992	25
2/10/2020	23		992	24
3/10/2020	24		992	25
4/10/2020	25		992	25
5/10/2020	26		992	25
6/10/2020	27		992	25
7/10/2020	28		992	25
8/10/2020	29		992	24
9/10/2020	30		992	25
10/10/2020	31		992	24
11/10/2020	32		992	24
12/10/2020	33		992	24
13/10/2020	34		992	25
14/10/2020	35		992	24
15/10/2020	36		992	23

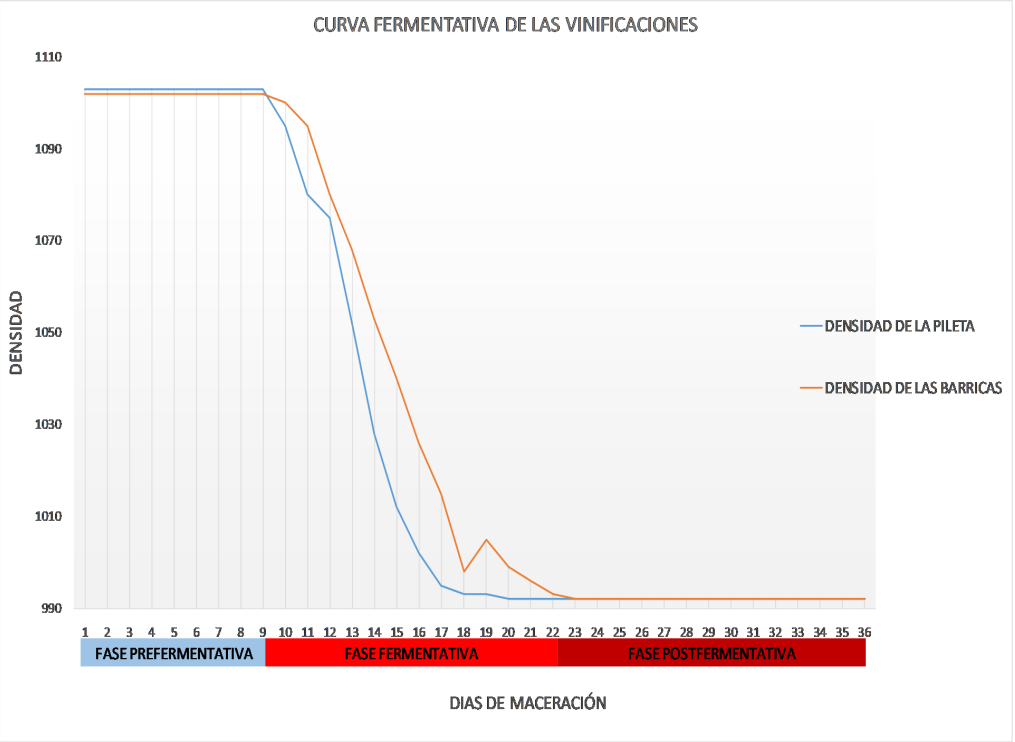
6.4.3 Curvas de seguimiento de la fermentación

En la imagen 19 se pueden observar las variaciones de densidad en función del tiempo que pasaron los dos estilos de vinificación, pudiendo observar que la vinificación en la pileta tuvo una cinética fermentativa un poco más rápida que las barricas, pero que las dos vinificaciones fueron de manera paralela, sin ningún tipo de detenimiento ni de problemas fermentativos.

En las dos imágenes siguientes, los primeros 8 días de maceración corresponden a la maceración pre-fermentativa en frío realizada, luego comprendiendo del día 9 al día 20 corresponden al período de fermentación alcohólica y del día 21 al 36 corresponden al período post-fermentativo.

Figura *26*.

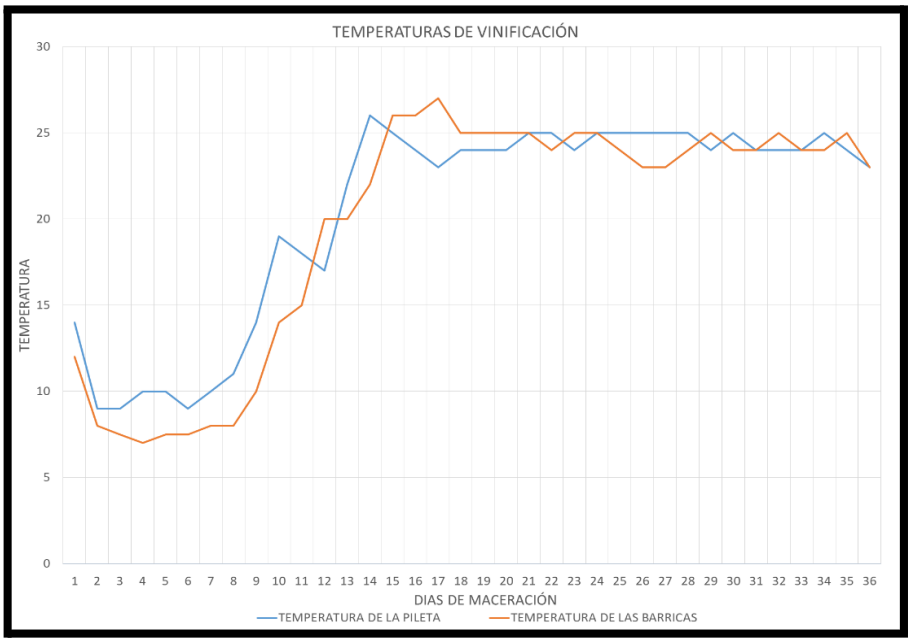
Seguimiento de la densidad de las vinificaciones.



En la siguiente imagen, es la imagen que ilustra las temperaturas de maceración que atravesaron los estilos de fermentación, tanto en su parte pre-fermentativa, fermentativa y luego post-fermentativa. En la gráfica se puede observar que en la “vinificación tradicional” en la fase pre-fermentativa la temperatura fue de algunos grados más alta, pero sin gran diferencia que produjera cambios en los resultados luego obtenidos.

Figura 27.

Seguimiento de la temperatura de las vinificaciones.



6.5 **Análisis realizados a las muestras**

6.5.1 Análisis de seguimiento de la vinificación

A los dos estilos de vinificación se les llevaron a cabo análisis de polifenoles que incluyeron análisis simples (IPT, absorbancias por refractómetro a diferentes longitudes de onda) como también análisis de mayor complejidad que se buscó hacer el seguimiento, evolución y reacciones de los compuestos fenólicos de manera más detallada.

Desde el ingreso de la uva, hasta el descube y prensado de la misma se le fueron realizando los siguientes análisis con las siguientes frecuencias:

CAPÍTULO 7: Resultados

7.1 Análisis de menor complejidad (IPT, Absorbancias, IC)

Los mismos fueron realizados con una frecuencia de más o menos 4 o 5 días, en lo cual se buscó ir viendo y analizando la extracción de los compuestos fenólicos en los diferentes estadios de la maceración a medida que iba transcurriendo el tiempo y así poder ver cómo se comportaron los diferentes estilos de vinificación en relación a la extracción de estos compuestos.

En las dos siguientes imágenes se ilustran los días de maceración, la densidad y de manera paralela los resultados de los análisis que se fueron llevando a cabo.

Tabla 8.

Resultados analíticos de la vinificación en la pileta.

MUESTRAS DE LA VINIFICACIÓN EN LA PILETA								
FECHA	DDM	IPT	A420	A520	A620	IC	TONALIDAD	DENSIDAD
10/9/2020	1	10	0,09	0,09	0,02	2,02	97,83	1,103
11/9/2020	2	18	0,10	0,10	0,03	2,30	99,90	1,103
14/9/2020	5	34	1,65	1,94	0,57	41,61	84,67	1,103
18/9/2020	9	35	2,20	2,81	1,19	62,01	78,33	1,103
21/9/2020	12	36	3,08	5,08	0,98	91,35	60,63	1,075
23/9/2020	14	60	4,79	9,40	1,49	156,72	50,93	1,028
28/9/2020	19	70	5,31	9,94	1,78	170,38	53,45	0,993
2/10/2020	23	72	6,17	11,78	2,17	201,19	52,41	0,992
4/20/2020	25	73	5,98	10,98	2,12	190,85	54,47	0,992
7/10/2020	28	74	5,93	10,69	2,10	187,14	55,43	0,992
10/10/2020	31	76	5,70	9,77	2,02	174,83	58,29	0,992
14/10/2020	35	77	5,80	8,37	2,14	163,10	69,30	0,992

Tabla 9.

Resultados analíticos de la vinificación en las barricas.

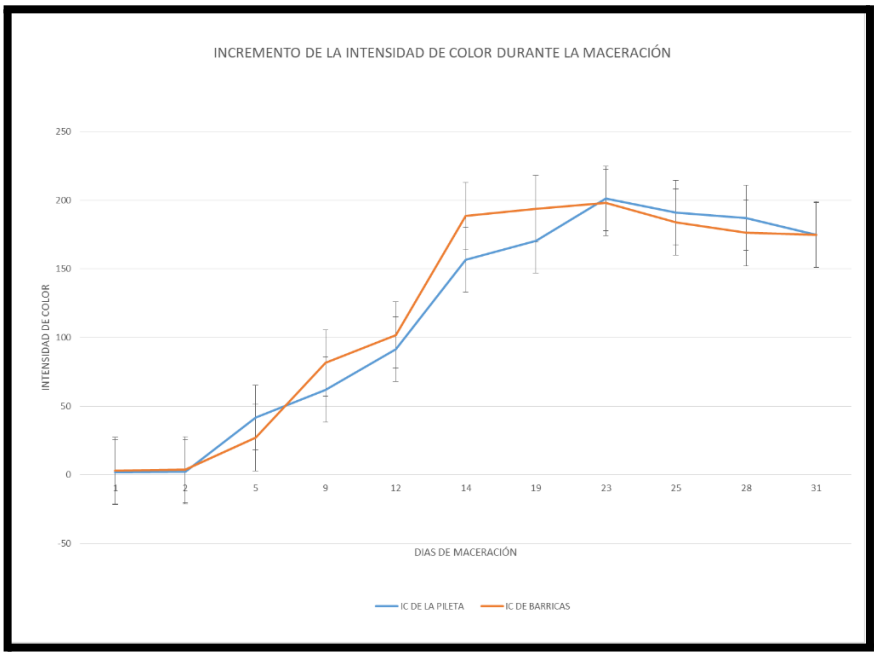
MUESTRAS DE LA VINIFICACIÓN EN LAS BARRICAS								
FECHA	DDM	IPT	A420	A520	A620	IC	TONALIDAD	DENSIDAD
10/9/2020	1	12	0,11	0,16	0,04	3,06	68,75	1,102
11/9/2020	2	23	0,14	0,18	0,05	3,70	77,78	1,102
14/9/2020	5	26	1,19	1,22	0,30	27,05	97,37	1,102
18/9/2020	9	40	3,34	3,81	1,99	91,40	87,66	1,102
21/9/2020	12	45	3,24	5,64	1,30	101,81	57,45	1,080
23/9/2020	14	60	4,52	8,21	1,25	139,76	55,00	1,053
28/9/2020	19	81	5,92	11,37	2,09	193,77	52,06	1,005
2/10/2020	23	81	6,08	11,57	2,16	198,14	52,55	0,992
4/10/2020	25	82	5,66	10,81	1,92	183,93	52,36	0,992
7/10/2020	28	82	5,53	10,22	1,87	176,18	54,06	0,992
10/10/2020	31	83	5,56	10,02	1,91	174,88	55,52	0,992
14/10/2020	35	83	5,48	9,13	2,01	166,20	60,02	0,992

En las dos siguientes gráficas (imagen 21 e imagen 22) se muestran, tanto el incremento de la intensidad de color durante la

maceración de las dos vinificaciones, como también el incremento de valor de IPT de los vinos, como también las variaciones de tonalidad[13].

Figura 28.

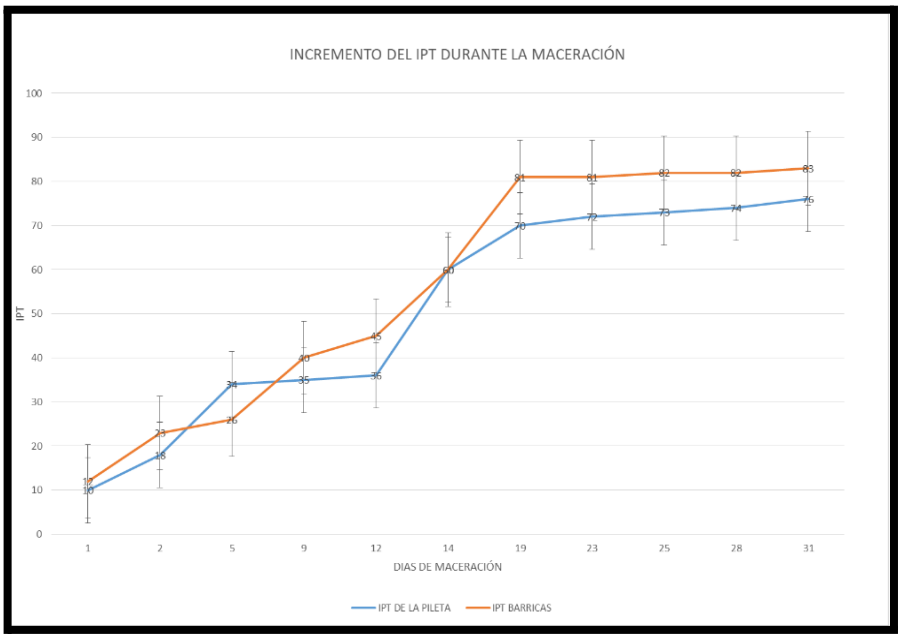
Incremento de la intensidad de color durante las vinificaciones.



[13] La tonalidad nos indica la importancia relativa del amarillo sobre el rojo; será el cociente entre A420 y A520: Entonces la **T=(A420/A520)x100**

Figura 29.

Incremento del IPT durante las vinificaciones.



En las dos siguientes gráficas (imagen 23 e imagen 24) se muestran de manera separada los valores de absorbancia obtenidos a diferentes longitudes (**λ**420, **λ**520, **λ**620).

Figura 30.

Gráfica del incremento de los valores de absorbancia en la vinificación en la pileta.

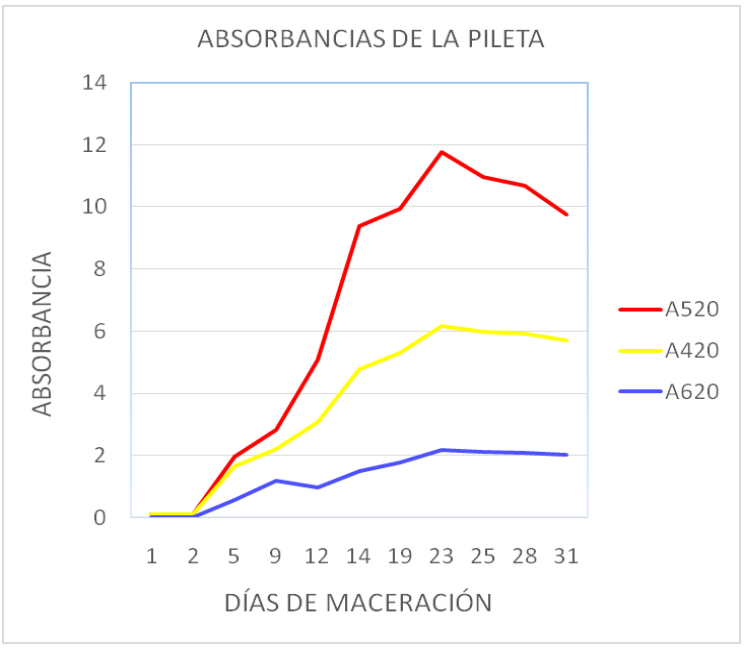


Figura 31.

Gráfica del incremento de los valores de absorbancia en la vinificación en barrica

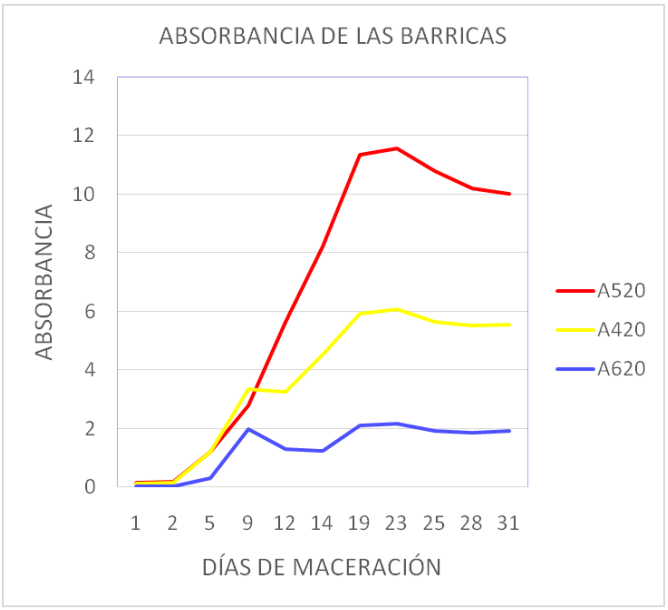
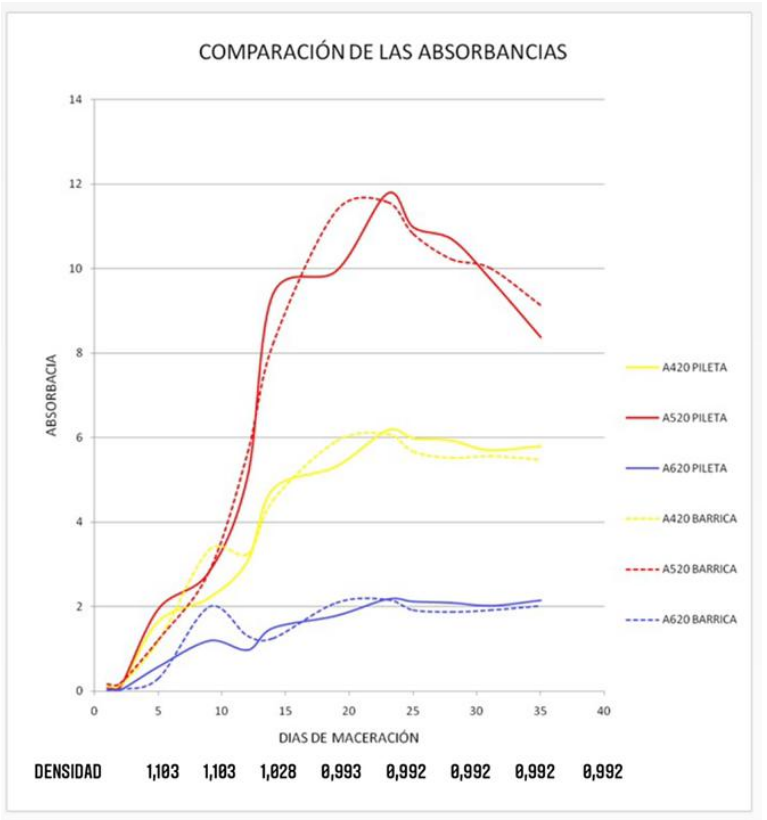


Figura 32

Gráfica de la comparación de las absorbancias en relación con la variación de la densidad de las vinificaciones.



7.2 Análisis de HPLC e índice de PVPP

Fueron análisis que se realizaron para hacer el seguimiento de ciertos compuestos polifenólicos, viendo cómo fueron variando su concentración a medida que la maceración iba transcurriendo y también se buscó observar si ya comenzaban a existir reacciones entre los compuestos analizados, como reacciones de polimerización.

Estos análisis se llevaron a cabo solo 4 veces, que incluyeron las tres fases de maceración que se les llevó a cabo a los estilos de vinificación. Se realizó este análisis cuando apenas entró la uva y fue procesada para ingresarla en los diferentes depósitos, de esta manera se buscó obtener un dato base del cual partir. Luego este análisis se realizó por segunda vez cuando se había terminado la fase de maceración en frío, de esta manera se buscó determinar en qué cantidad fue incrementada la cantidad de cada uno de los componentes analizados cuando apenas se terminó la primera fase de maceración. Con el mismo objetivo anteriormente nombrado se realizó por tercera vez este análisis cuando apenas terminó la fermentación alcohólica. Luego, y por última vez, se realizó el mismo análisis una vez que se había realizado el descube de las vinificaciones.

7.3 Análisis hechos una vez terminada la vinificación

7.3.1 Análisis cualitativos de polifenoles

Los análisis que fueron realizados son los siguientes:

- Índice de gelatina.
- Antocianos totales.
- Índice de PVPP.
- Taninos proantocianidinicos.
- Índice de HCL.
- Índice de astringencia. La astringencia es uno de los parámetros más delicados a tener en cuenta durante la cata. Es sabido que esta sensación es el resultado de una pérdida de lubricación de la cavidad oral, como resultado de la interacción entre los taninos contenidos en el vino y algunas proteínas de la saliva

El fin de estos análisis es obtener un resultado cualitativo de los polifenoles presentes en la muestra. En los índices presentados (índice de astringencia, gelatina y HCL) se analizan los taninos, buscando la reactividad que tienen de manera general, por ejemplo, con las proteínas de la saliva (astringencia/gelatina). El análisis de taninos proantocianidínicos nos da un valor de los taninos condensados de la muestra. El análisis de HCL da un porcentaje de los taninos muy polimerizados. El fin del análisis de PVPP es analizar de manera porcentual los taninos combinados con los antocianos.

Tabla 10.

Resultados de polifenoles hechos por el laboratorio Excel

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE POLIFENOLES HECHOS POR EL LABORATORIO EXCEL			
ANÁLISIS	UNIDAD	FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS
		11/9/2020	
ANTOCIANOS TOTALES	mg/L eq. Malvidina	799	809
TANINOS PROANTOCIANÍDICOS	g/L	3,2	4,2
INDICE DE ASTRINGENCIA		1,5	2,2
INDICE DE GELATINA	%	44	45
INDICE DE HCL	%	19	19
INDICE DE PVPP	%	61	61

7.3.2 Análisis cuantitativo de polifenoles

Para cuantificar los taninos y los antocianos obtenidos una vez terminadas las vinificaciones, se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- Antocianos totales
- Taninos totales
- (-) EPICATEQUINAS
- (+)CATEQUINAS
- (-) GALATO DE EPICATEQUINA
- (-)EPIGALOCATEQUINA
- DELFINIDOL-3-GLUCÓSIDO
- PEONIDOL-3-GLUCÓSIDO
- PEONIDOL-3-ACETILGLUCOSIDO
- CIANIDOL-3-GLUCÓSIDO

- MALVIDOL-3-CUMARILGLUCOSIDO
- PEONIDOL-3-CUMARILGLUCOSIDO
- MALVIDOL-3-ACETILGLUCOSIDO
- MALVIDOL-3-GLUCOSIDO
- PETUNIDOL-3-GLUCÓSIDO

Tabla 11.

Tabla de los resultados de los análisis hechos por el laboratorio Excel

RESULTADOS DE ANALISIS DE POLIFENOLES HECHOS POR LABORATORIO EXCELL									
ANÁLISIS	UNIDAD	FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS
		11/9/2020		18/9/2020		4/10/2020		11/112020	
MOMENTO DE LA VINIFICACIÓN		COMIENZO DE MACERACIÓN EN FRÍO		COMIENZO DE FERMENTACIÓN		FIN DE LA FERMENTACIÓN		DESPUÉS DEL DESCUBE	
CARACTERISTICAS CROMÁTICAS		2,22	3,67	6,2	9,94	12,22	13,14	13,42	14,33
IPT		18	23	33,3	40	71	81	74	76
DO420		0,1	0,14	2,2	3,34	5,42	5,66	4,99	5,21
DO520		0,1	0,18	2,81	4,61	9,35	9,81	6,66	7,24
DO620		0,03	0,05	1,19	1,99	1,87	1,92	6,66	7,24
IC		0,23	0,37	6,2	9,94	16,64	17,39	18,31	19,69
(-) EPICATEQUINAS	mg/L	3,6	5,4	7,74	6,84	28,1	30,4	23,44	25,96
(+)CATEQUINAS	mg/L	1,2	3,6	7	9,12	22,34	23,65	23,76	26,2
(-) GALATO DE EPICATEQUINA	mg/L	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	0,56	0,84
(-)EPIGALOCATEQUINA	mg/L	-	-	4,22	6,88	4,16	5,06	4,46	5,31
DELFINIDOL-3-GLUCÓSIDO	éq malvidina mg/L	3	6	5	9	24	22	11	13
PEONIDOL-3-GLUCÓSIDO	éq malvidina mg/L	2	4	<LQ	2	16	13	5	9
PEONIDOL-3-ACETILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	2	3	3	6	8	9	5	6
CIANIDOL-3-GLUCÓSIDO	éq malvidina mg/L	NO DETECTADO	NO DETECTADO	<LQ	<LQ	3	3	<LQ	<LQ
MALVIDOL-3-CUMARILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	2	4	2	18	40	25	11	20
PEONIDOL-3-CUMARILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	NO DETECTADO	NO DETECTADO	2	3	5	5	2	3
MALVIDOL-3-ACETILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	12	19	29	49	73	85	45	49
MALVIDOL-3-GLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	42	62	108	153	244	259	149	158
PETUNIDOL-3-GLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	5	8	11	18	34	35	20	20
INDICE DE PVPP	%	-	-	53	50	54	55	61	62

De manera general se va a realizar una interpretación de los resultados obtenidos mediantes los análisis realizados por el Laboratorio Excel.

- En relación con la evolución del malvidol-3-glucósido y petunidol-3-glucósido, en ambos dos resultados se puede observar como van aumentando los valores de los mismos hasta fines de la fase de fermentación alcohólica y luego por medio del proceso de reabsorción de los antocianos a las partes sólidas (hollejos, borras, etc), precipitación, etc, se puede observar como disminuyen estos valores hacia el final de la maceración, justo antes del descube.
- En relación con los valores del índice de PVPP obtenidos, se puede observar un crecimiento gradual de los valores, con los cuales se puede corroborar que durante el transcurso de la maceración, se van desarrollando diferentes reacciones de polimerización de los compuestos polifenólicos (taninos-antocianos).No se encontraron diferencias significativas entre vinificación en barricas y vinificación en pileta.
- Características cromáticas: Se puede ver que mientras que va transcurriendo la maceración, la misma va aumentando hasta llegar a un punto máximo en el último análisis hecho luego del descube, obteniendo un número un poco mayor en las barricas con respecto al obtenido al obtenido de la pileta
- Explicar el proceso de reabsorción del color:

“Ahora bien, algunas de las combinaciones A-T no poseen color alguno, esta razón junto con las otras relacionadas con la oxidación, la precipitación y la adsorción de los antocianos (a las paredes de las levaduras y sobre las partes sólidas de la uva y a su inclusión en los cristales de bitartrato de potasio), serán las responsables de que el color puede disminuir al alargar una maceración. pero debemos tener en cuenta que durante la futura crianza en barricas, estas combinaciones al sufrir una oxidación moderada, volverán a contribuir al color del vino. tal es el caso de los vinos procedentes de una maceración larga, que al introducirse en las barricas ganan color” (Zamora, Fernando. Elaboración y crianza del vino tinto).

- IPT: Al igual que las características cromáticas, se puede observar como va aumentando el número hacia el fin de la maceración y obteniendo dos puntos más del valor en las barricas. Resultado que se puede explicar por el mejor contacto sólido-líquido.
- Con respecto a los taninos, (-) EPICATEQUINAS (+)CATEQUINAS, (-) GALATO DE EPICATEQUINA, (-)EPIGALOCATEQUINA), los resultados obtenidos en el último análisis, no son los que realmente esperaba. Se puede deber a la falta de calibración de los equipos del laboratorio o a una falla en esa toma de muestra. Normalmente tendrían que ser altamente mayores al penúltimo análisis, ya que este período de maceración

post-fermentativa es para acrecentar la cantidad de taninos aumentando el valor del IPT, pero no se obtiene un aumento del color por los fenómenos explicados anteriormente. Se puede observar que en las barricas los resultados son más altos que en la vinificación tradicional.

- Con respecto a los antocianos, al igual que con los taninos, se pueden observar resultados algo parecidos. En este caso, con los antocianos puede ser normal que tengamos una merma de los mismos a medida que transcurren los días de maceración: Se produce en fenómeno de reabsorción de los mismos a las partes sólidas de la uva, se pierden por precipitación con las lías del vino, etc.

7.4 Degustación de las muestras

A los dos estilos de vinificación se les llevó a cabo una degustación con un panel de cata de diez degustadores semi-especializados (enólogos trabajadores en la producción y consultores enológicos).

La degustación comenzó primero con una degustación triangular en la cual les hice degustar tres muestras, de las cuales dos de ellas eran iguales, entonces de esta manera el panel de degustación tuvo que descartar la muestra que estaba repetida.

En la degustación triangular realizada, los diez degustadores se dieron cuenta de manera muy rápida cuál era la muestra diferente, pudiendo descartar una de las dos muestras iguales.

Una vez terminada esta parte de la degustación triangular, con las dos muestras que ellos habían elegido, se llevó a cabo una degustación calificativa de las muestras, en la que se las analizó a nivel olfativo, gustativo, visual. En los cuales se hizo gran hincapié en los aspectos de astringencia, complejidad del vino, presencia de notas de madera tanto en boca como en nariz, grasa en boca, amargor, color, limpidez, complejidad del vino, aromas lácticos, etc.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Figura 33.

Resultados de la degustación comparativa entre las dos vinificaciones

Conclusiones generales.

Como conclusión se puede decir que en este caso no hemos obtenido grandes diferencias a nivel de polifenoles. Se pueden observar mínimas diferencias entre los resultados de las barricas y de la pileta, siempre se obtuvieron resultados mayores en las barricas, pero las diferencias no son significativas.

A continuación se va a realizar un análisis detallado de cada uno de los puntos que fueron propuestos en los objetivos:

1. Evaluar cuali-cuantitativamente los compuestos polifenólicos provenientes de la uva, los cuales fueron cedidos al vino:

No se encontraron grandes diferencias a nivel polifenólico, las causas son debidas a los siguientes factores:

- La pileta en la que se llevó a cabo la vinificación es de tamaño chico y de forma tronco-cónica, siendo la parte inferior más chica que la superior, produciendo en los procesos de “delestage!” un efecto de “prensado” por el mismo peso del sombrero, logrando muy buenos resultados a nivel de extracción.
- A ambas vinificaciones se les buscó realizar las mismas

maceraciones, buscando mantener las mismas temperaturas de maceración y a la hora de la fermentación se obtuvieron cinéticas fermentativas muy parecidas.

- Las uvas producidas en esa región tienen una elevada carga polifenólica y también presentan un índice de extractabilidad de antocianos bajo. Este índice de EA% (el cual tuvimos un resultado de 43) me da una idea del porcentaje de los taninos que no serán extraídos. Al haber obtenido un valor bajo, el porcentaje de antocianos que van a quedar retenidos en la piel es bajo, dando buenos resultados finales sin necesidad de realizar largas maceraciones.
- La maceración se rige por la ley de Fick, en donde la velocidad de extracción es directamente proporcional a la fuerza impulsora (por ejemplo, la diferencia de concentración del sustrato en las partes sólidas y en el mosto obtenido) e inversamente proporcional a su resistencia.

De manera general se va a realizar una interpretación de los resultados obtenidos mediantes los análisis realizados por el Laboratorio Excel.

- Características cromáticas: Se puede ver que mientras que va transcurriendo la maceración, la misma va aumentando hasta llegar a un punto máximo en el último análisis hecho luego del descube, obteniendo un número un poco mayor en las barricas con respecto al obtenido al obtenido de la pileta.

ANÁLISIS	UNIDAD	FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS
		11/9/2020		18/9/2020		4/10/2020		11/112020	
CARACTERISTICAS CROMÁTICAS		2,22	3,67	6,2	9,94	12,22	13,14	13,42	14,33

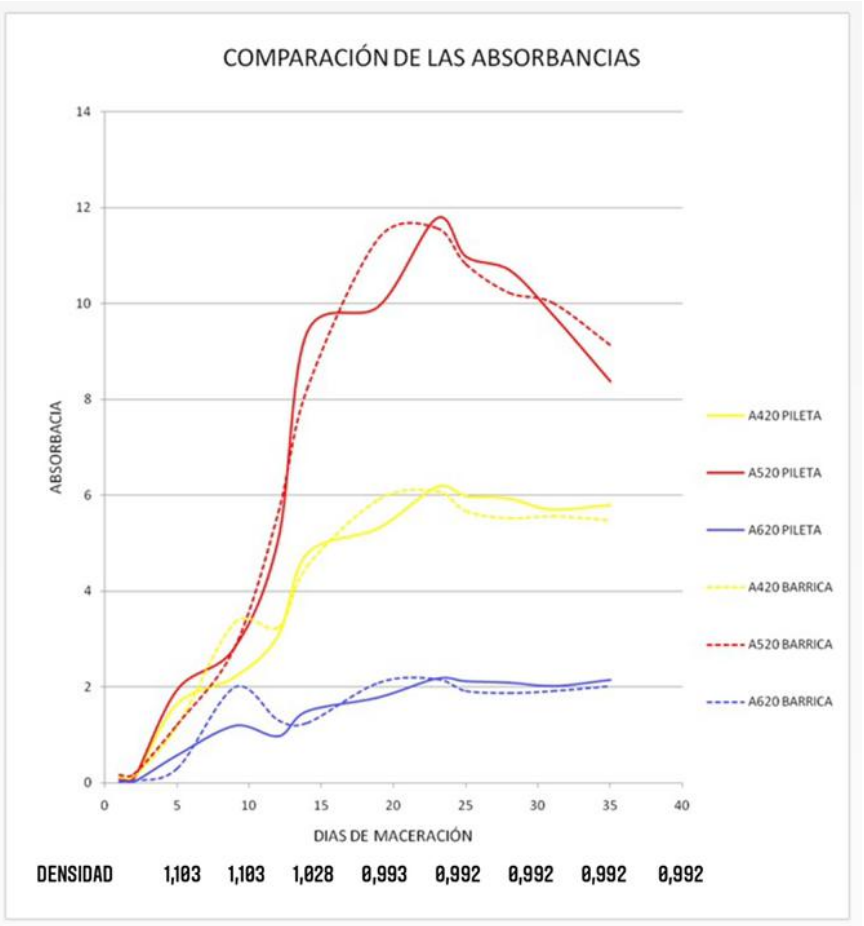
- Con respecto a los antocianos puede ser normal que tengamos una merma de los mismos a medida que transcurren los días de maceración ya que se produce un fenómeno de reabsorción de los mismos a las partes sólidas de la uva, se pierden por precipitación con las lías del vino, etc.

ANÁLISIS	UNIDAD	FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS
		11/9/2020		18/9/2020		4/10/2020		11/112020	
DELFINIDOL-3-GLUCÓSIDO	éq malvidina mg/L	3	6	5	9	24	22	11	13
PEONIDOL-3-GLUCÓSIDO	éq malvidina mg/L	2	4	<LQ	2	16	13	5	9
PEONIDOL-3-ACETILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	2	3	3	6	8	9	5	6
CIANIDOL-3-GLUCÓSIDO	éq malvidina mg/L	NO DETECTADO	NO DETECTADO	<LQ	<LQ	3	3	<LQ	<LQ
MALVIDOL-3-CUMARILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	2	4	2	18	40	25	11	20
PEONIDOL-3-CUMARILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	NO DETECTADO	NO DETECTADO	2	3	5	5	2	3
MALVIDOL-3-ACETILGLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	12	19	29	49	73	85	45	49
MALVIDOL-3-GLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	42	62	108	153	244	259	149	158
PETUNIDOL-3-GLUCOSIDO	éq malvidina mg/L	5	8	11	18	34	35	20	20

Con respecto a la evolución del M3G y al P3G se puede observar que se produce un gran aumento de los dos luego del comienzo de la maceración en frío, aumentando de manera exponencial en el transcurso de la fermentación alcohólica, observando su punto máximo a finales de la misma y luego se observa una disminución de los dos compuestos a luego de haber terminado la

maceración post fermentativa. Esto se debe a los factores de la reabsorción de la materia colorante a los hollejos y por la precipitación (mediante forma de borras) de la materia colorante que no ha sido estabilizada mediante las diferentes formas de estabilización que ya han sido mencionadas con anterioridad.

A medida que va transcurriendo la maceración se produce un aumento de la IC hasta que luego los antocianos descienden para estabilizarse debido a los siguientes fenómenos: re fijación en partes sólidas, (una nueva fijación de las sustancias extraídas sobre algunos elementos del medio como escobajos (explicación a modo general, ya que, en las vinificaciones hechas no hubo presencia de escobajos), orujo, levaduras, borras, precipitación en forma coloidal y destrucción por hidrólisis de la molécula, coagulación mutua entre antocianos, etc. Este fenómeno es conocido desde las observaciones realizadas por Ferré (1958)),



En el dia diez se puede observar que es el momento donde se realiza el aumento exponencial de la materia colorante en el vino, en el cual se observa que en la barrica tiene un número algo mayor, en lo cual se podría decir que en la barrica al estar en un contenedor cerrado en el cual no hay ningún tipo de aireación por lo cual no hay oxidacion de los compuestos colorantes.

Es probable que haya más azules en la pileta debido a que en la pileta el caldo se encuentra a un menor RH

En la crianza de los vinos tintos vemos principalmente la evolución armoniosa de sus compuestos fenólicos afectando a la modificación del color

que pasa desde el rojo cereza vivo de los vinos jóvenes al rojo teja o incluso anaranjado en los más viejos, acompañado de una progresiva decoloración. También, se modifican las características aromáticas desde matices varietales hasta los más complejos y especiados siendo armonizados por su paso por madera; y el gusto presenta cambios aumentando sensaciones de volumen y redondez cuando reduce el amargor y la astringencia de un vino recién elaborado. Estos fenómenos no se producen en todos los vinos por igual ya que depende primeramente de la riqueza que presenta en su composición especialmente de antocianos y taninos[14], y de la presencia de polisacáridos, manoproteínas etc. Por otra parte las condiciones de la crianza como el tiempo, temperatura, barrica, etc

Se admite que el tanino, ácido débil presente en el vino, posee el siguiente equilibrio:

$$\text{Ácido tánico} \leftrightarrow \text{Tanino}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

$$K = \frac{Tanino^- + H_3O^+}{Acido\ Tanico}$$

La fracción de ácido tánico está cargado negativamente en los vinos, con carga opuesta a las proteínas en el vino. Su concentración disminuye con el aumento de la concentración de los protones. Es decir que a pH bajos hay menor cantidad de tanino activo de carga negativa, entonces hay menos sensación de astringencia en los vinos por la acción de este tanino cargado de manera negativa, que es el que luego reacciona con las proteínas de la saliva

[14] Relación pH tanino reactivo

produciendo el fenómeno de astringencia. (Rafael Molina Ubeda, Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas, Mundi Prensa Libros, 2000, España)

Tener en cuenta que la escasez de nitrógeno en el suelo también contribuye a la formación de polifenoles por la enzima PAL que sintetiza los polifenoles y se activa fuertemente en presencia de luz (el exceso de luz y temperatura inhiben su actividad). Por lo contrario en suelos donde hay una gran riqueza de nitrógeno, vamos a encontrar plantas con mayor vigor, más cantidad de producción y por lo tanto menor concentración de polifenoles

- IPT: Al igual que las características cromáticas, se puede observar como va aumentando el número hacia el fin de la maceración y obteniendo dos puntos más del valor en las barricas. Resultado que se puede explicar por el mejor contacto sólido-líquido y también por los polifenoles extraídos de la barrica mediante el contacto con el vino.

El incremento del IPT, en la pileta el incremento pasa de manera más progresiva, en las barricas es de manera más rápida, esto se puede explicar por el trabajo mecánico realizado sobre el sombrero de las barricas, el pisoneo realizado y los giros de la barrica, ayudan a hacer una extracción de los polifenoles de una manera más acelerada que en la pileta, que se realizaron los tradicionales remontados y delestages.

A medida que va transcurriendo la maceración se produce un aumento de la IC hasta que luego los antocianos descienden para estabilizarse debido a

los siguientes fenómenos: re fijación en partes sólidas, (una nueva fijación de las sustancias extraídas sobre algunos elementos del medio como escobajos (explicación a modo general, ya que, en las vinificaciones hechas no hubo presencia de escobajos), orujo, levaduras, borras, precipitación en forma coloidal y destrucción por hidrólisis de la molécula, coagulación mutua entre antocianos, etc.

Se puede observar en la gráfica que el color rojo (A520) de ambas vinificaciones comienza a disminuir su valor hacia fines de la fermentación hasta el descube, pero se observa que el valor de la tonalidad azul y la amarilla se mantienen y hasta tienen un leve incremento en relación de los valores obtenidos en el laboratorio Excel, de esta manera se produjo un incremento de la IC pero no de la A520 que es la que nos interesa a nosotros.

ANÁLISIS	COLOR	FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS
		11/9/2020		18/9/2020		4/10/2020		11/112020	
IPT		18	23	33,3	40	71	74	74	76
IC		0,23	0,37	6,2	9,94	16,64	17,39	18,31	19,69
DO420		0,1	0,14	2,2	3,34	5,42	5,66	4,99	5,21
DO520		0,1	0,18	2,81	4,61	9,35	9,81	6,66	7,24
DO620		0,03	0,05	1,19	1,99	1,87	1,92	6,66	7,24

- Con respecto a los taninos, (-) EPICATEQUINAS (+)CATEQUINAS, (-) GALATO DE EPICATEQUINA, (-)GALATO DE EPIGALOCATEQUINA, (-)EPIGALOCATEQUINA), los resultados obtenidos en el último análisis, no son los que realmente esperaba. Se puede deber a la calibración de los equipos del laboratorio o a una falla en esa toma de muestra. Normalmente tendrían que ser altamente mayores al penúltimo análisis, ya que este período de maceración post-fermentativa es para acrecentar la cantidad de taninos aumentando el valor del

IPT, pero no se obtiene un aumento del color por los fenómenos explicados anteriormente. Se puede observar que en las barricas los resultados son más altos que en la vinificación tradicional.

ANÁLISIS	UNIDAD	FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS
		11/9/2020		18/9/2020		4/10/2020		11/112020	
(-) EPICATEQUINAS	mg/L	3,6	5,4	7,74	6,84	28,1	30,4	23,44	25,96
(+)CATEQUINAS	mg/L	1,2	3,6	7	9,12	22,34	23,65	23,76	26,2
(-) GALATO DE EPICATEQUINA	mg/L	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	NO DETECTADO	0,56	0,84
(-)EPIGALOCATEQUINA	mg/L	-	-	4,22	6,88	4,16	5,06	4,46	5,31

2. Evaluar las polimerizaciones de los antocianos y los taninos (compuestos polifenólicos). En este objetivo solo se analizó el Índice de PVPP que me da un parámetro de las reacciones de polimerización entre los taninos y los antocianos. Podría ser un tema interesante de tesis el de la continuación de este estudio.

Con respecto al índice de PVPP, se puede observar que a medida de pasa el tiempo, este va incrementando su valor, hasta llegar a su punto máximo hacia finales de la maceración post fermentativa. Esto se debe a las diferentes estabilizaciones (por ejemplo la polimerización de los flavonoles por medio de la formación de un carbocatión, la estabilización mediante la formación de semiquinonas o la más conocida y la de mayor estabilidad, la estabilización mediante la polimerización con la participación del etanal (Zamora Fernando, Elaboración y crianza del vino tinto, 2003))de la materia colorante que se van realizando en el transcurso de la maceración, observando que a finales de la

maceración, el valor de este índice presenta un número más elevado, demostrando así que a medida que transcurre la maceración, de manera paralela, se produce una estabilización de la materia colorante.

ANÁLISIS	UNIDAD	FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS		FECHA/RESULTADOS	
		PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS	PILETA	BARRICAS
		11/9/2020		18/9/2020		4/10/2020		11/112020	
INDICE DE PVPP	%	-	-	53	50	54	55	61	62

3. Evaluar la difusión de taninos y antocianos en diferentes sistemas de vinificación. (Fragmentación de las células). Esta difusión fue analizada, pero no se encontraron grandes diferencias en ambas dos vinificaciones, sin llegar a ninguna conclusión concreta, sugiriendo como tema de gran importancia para otra investigación

4. Evaluar las diferencias obtenidas (a nivel analítico y sensorial) mediante los dos diferentes estilos de vinificación. A nivel analítico podemos confirmar que no se han obtenido grandes resultados, pero a nivel sensorial es donde la vinificación integral ha marcado la diferencia.

Las diferencias más grandes se encontraron a nivel sensorial, ya que el roble hizo aportes muy positivos a la hora de la vinificación, aportándole al vino de la vinificación integral las siguientes características:

- A nivel olfativo: Notas a roble, un leve ahumado, mejor complejidad a nivel olfativo.

- En la boca se detectó una persistencia, una astringencia levemente más marcada y una sucrosidad dada por la madera aportando una sensación muy amable en boca.
- En la parte visual, no se encontraron grandes diferencias en el color, pero se observó que el vino obtenido mediante la vinificación en la pileta tenía una mejor limpidez y menos cantidad de borras en suspensión.

Conclusiones

El tema de la tesis fue la determinación de las diferencias polifenólicas y sensoriales observadas en una vinificación integral y otra vinificación tradicional.

La hipótesis propone conocer e individualizar de manera cualitativa y cuantitativa los compuestos polifenólicos extraídos por medio de la fermentación integral, haciendo la comparación de datos mediante la fermentación tradicional que se va a llevar a cabo de manera paralela y analizando por medio de la degustación las diferencias sensoriales existentes en los resultados obtenidos.

El método a emplear requiere la evaluación cuali-cuantitativa de los compuestos polifenólicos provenientes de la uva, los cuales fueron cedidos al vino, el análisis de las polimerizaciones de los antocianos y los taninos, luego también la difusión de taninos y antocianos en diferentes sistemas de vinificación. (Fragmentación de las células) y la diferencia obtenida (a nivel analítico y sensorial) mediante los dos diferentes estilos de vinificación.

El ensayo se llevó a cabo en el país de Francia, en una pequeña DOC llamada Pomerol, en la cual se produce mayoritariamente Merlot y Cabernet Franc. La bodega que me brindó la posibilidad de realizar el estudio se llama Chateau Le Gay, que es una bodega que fue hecha

nuevamente la cual fue equipada con la última tecnología para hacer este tipo de vinificación, llamada vinificación integral.

Como resultado general de todos los objetivos planteados se pueden enumerar cada uno de ellos con una breve conclusión:

➔ No se encontraron grandes diferencias a nivel polifenólico, las causas son debidas a los siguientes factores:

- La pileta en la que se llevó a cabo la vinificación es de tamaño chico y de forma tronco-cónica, siendo la parte inferior más chica que la superior, produciendo en los procesos de “delestage!” un efecto de “prensado” por el mismo peso del sombrero, logrando muy buenos resultados a nivel de extracción.
- A ambas vinificaciones se les buscó realizar las mismas maceraciones, buscando mantener las mismas temperaturas de maceración y a la hora de la fermentación se obtuvieron cinéticas fermentativas muy parecidas.
- Las uvas producidas en esa región tienen una elevada carga polifenólica y también presentan un índice de extractabilidad de antocianos bajo. Este índice de EA% (el cual tuvimos un resultado de 43) me da una idea del porcentaje de los taninos que no serán extraídos. Al haber obtenido un valor bajo, el porcentaje de antocianos que van a quedar retenidos en la piel es bajo, dando buenos resultados finales sin necesidad de realizar largas maceraciones.

- La maceración se rige por la ley de Fick, en donde la velocidad de extracción es directamente proporcional a la fuerza impulsora (por ejemplo, la diferencia de concentración del sustrato en las partes sólidas y en el mosto obtenido) e inversamente proporcional a su resistencia.

  ➔ Otro de los objetivos fue el de evaluar las polimerizaciones de los antocianos y los taninos (compuestos polifenólicos). En este objetivo solo se analizó el Índice de PVPP que me da un parámetro de las reacciones de polimerización entre los taninos y los antocianos. Podría ser un tema interesante de tesis el de la continuación de este estudio.

  ➔ Evaluar la difusión de taninos y antocianos en diferentes sistemas de vinificación. (Fragmentación de las células). Esta difusión fue analizada, pero no se encontraron grandes diferencias en ambas dos vinificaciones, sin llegar a ninguna conclusión concreta, sugiriendo como tema de gran importancia para otra investigación

  ➔ Evaluar las diferencias obtenidas (a nivel analítico y sensorial) mediante los dos diferentes estilos de vinificación. A nivel analítico podemos confirmar que no se han obtenido grandes resultados, pero a nivel sensorial es donde la vinificación integral ha marcado la diferencia.

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

Bishop, P. &. (1984). *Characterization of the condensation product of malvidin-3,5- diglucoside and catechin.*

Blasco, A. (2013). *Vinificación Integral.* En Nuestras Páginas.

Boulton, R. S. (2002). *Viticultura para elaboradores de vino. En Teoría y Práctica de la Elaboración del Vino.*

Brouillard, R. C. (2003). *Phytochemistry, 64, 1179-1186.*

Calvo, D. (2015). *Vinificación Integral.* Las Dos Antiguas.

Dangles, O. S. (1993). *Anthocyanin intramolecular .*

Fulcrand, H. B. (1998). *A new class of wine pigments generated by reaction between pyruvic acid and grape .*

Gayón, R. (1982). *The Microbiology of Wine and vinifications.*

Gayón, R. (1982). *Tratado de enología.* Editorial Hemisferio sur

Marín, F. Z. (Primera Edición. Año 2003). *ELABORACIÓN Y CRIANZA DEL VINO TINTO: Aspectos científicos y prácticos.* Madrid: AMV Ediciones.

Ribéreau-Gayon, P. G. (2006). *The Microbiology of Wine and vinifications.*

Urbina. (21 de diciembre de 2010). *Urbina Vinos*. Obtenido de http://urbinavinos.blogspot.com/2010/12/cromatografia.html

Vinos, U. (21 de diciembre de 2010). Obtenido de http://urbinavinos.blogspot.com/2010/12/cromatografia.html

Wikipedia. (2 de septiembre de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Pomerol

Wikipedia. (Abril de 2021). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Vi%C3%B1edo_de_Burdeos

Zamora Marin, F. (2003). *ELABORACIÓN Y CRIANZA DEL VINO TINTO. Aspectos científicos y prácticos.* Madrid, España: AMV Ediciones.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.*Ésteres hidroxicinámicos de la uva* *41*

Tabla 2*. Características de los taninos presentes en la uva.* *53*

Tabla 3: *Evolución de antocianos y taninos en hollejos y pepitas durante la maduración* *57*

Tabla 4*. Variables de extracción de compuestos de la uva.* *76*

Tabla 5. *Datos estadísticos del índice de gloríes de la región de Burdeos entre los años 1995 al 2006.* *100*

Tabla 6. *Seguimiento de la maceración de las barricas.* *108*

Tabla 7. *Seguimiento de la fermentación de la pileta.* *112*

Tabla 8. *Resultados analíticos de la vinificación en la pileta.* *117*

Tabla 9. *Resultados analíticos de la vinificación en las barricas.* *117*

Tabla 10. *Resultados de polifenoles hechos por el laboratorio Excel.* *123*

Tabla 11. *Tabla de los resultados de los análisis hechos por el laboratorio Excel.* *125*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Remontaje abierto Malbec* *25*

Figura 2. *Remontaje abierto Cabernet Franc* *26*

Figura 3. *Bazuqueo neumático* *27*

Figura 4. *Comienzo de giro de barrica a mano* *32*

Figura 5. *Giro de barrica a mano en tránsito* *32*

Figura 6. *Giro de barrica a mano finalizado* *33*

Figura 7 *Principales fenoles de la uva* *40*

Figura 8. *Estructura básica de los compuestos fenólicos* *40*

Figura 9. *Esteres hidroxicinámicos de la uva* *41*

Figura 10. *Estructura del ácido gálico* *43*

Figura 11 *Estructura de la 2-fenil-benzopirona* *44*

Figura 12. *Flavonoides de la uva en su forma de aglicona* 46

Figura 13. *Estructura química de las antocianidinas. Forma flavilio* 47

Figura 14. *Estructuras de los diferentes antocianos.* 47

Figura 15. *Estructura de los taninos condensados.* 51

Figura 16. *Variación de la coloración de los antocianos en función del pH.* 60

Figura 17. *Estructura del ácido Gálico* 65

Figura 18. *Estructura del ácido elagico.* 65

Figura 19. *Estructura del tanino elágico.* 66

Figura 20. *Estructura del tanino gálico.* 67

Figura *21.* *Evolución del contenido de antocianos y polifenoles en relación a los días de maceración. R. Gayón (1982).* 73

Figura 22. *Fórmula de la absorbancia.* 89

Figura 23. *Proceso de llenado de las piletas mediante la gravedad.* 102

Figura 24. *Proceso de inertización de la barrica con hielo seco* 103

Figura 25. *Primer enfriado de la vendimia con la ayuda del hielo seco y primer pisoneo.* 105

Figura *26*. *Seguimiento de la densidad de las vinificaciones.* 114

Figura 27. *Seguimiento de la temperatura de las vinificaciones.* 115

Figura 28. *Incremento de la intensidad de color durante las vinificaciones* 118

Figura 29. *Incremento del IPT durante las vinificaciones.* *119*

Figura 30. *Gráfica del incremento de los valores de absorbancia en la vinificación en la pileta.* *120*

Figura 31. *Gráfica del incremento de los valores de absorbancia en la vinificación en barrica.* *120*

Figura 32 *Gráfica de la comparación de las absorbancias en relación con la variación de la densidad de las vinificaciones.* *121*

Figura 33. *Resultados de la degustación comparativa entre las dos vinificaciones.* *130*

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos **3**

Dedicatoria **4**

Introducción **5**

MARCO TEÓRICO **8**

Capítulo 1: aspectos teóricos y generales de la vinificación **9**

1.1 Recepción de uva 9

1.2 Correcciones 10

1.2.1 Acidez *10*

1.2.2 Sustancias nitrogenadas *12*

1.2.3 Activadores de fermentación *13*

1.3 Maceración 15

1.3.1 Principios de la maceración *15*

1.3.2 Factores que influyen en la maceración *17*

1.4 Control de la temperatura 22

1.5 Sangrado 23

1.6 Operaciones mecánicas 23

1.6.1 Remontajes *23*

1.6.2 Bazuqueo *26*

1.6.3 Delestage *27*

1.7 Desvine y prensado 28

1.8 Fermentación maloláctica y conservación 28

1.9 Vinificación integral 29

1.9.1 Espacio *31*

1.9.2 Rotaciones *32*

1.9.3 Ajuste térmico. *34*

2 CAPÍTULO 2: Compuestos Fenólicos de la Uva **36**

2.1 Introducción 36

2.2 Fenoles no Flavonoides 40

2.2.1 .-Ácidos Hidroxicinámicos *41*

2.2.2 Ácido Hidroxibenzoicos *43*

2.2.3 Fenoles Flavonoides *44*

3 CAPÍTULO 3: Comportamiento de los compuestos Fenólicos **55**

3.1.1 Evolución y síntesis de compuestos fenólicos en la planta *55*

3.1.2 Los compuestos fenólicos en el vino *59*

4 CAPÍTULO 4: Vitivinicultura en Burdeos **79**

4.1 Características generales 79

4.2 Clima y geografía 80

4.3 Variedades vinícferas permitidas a cultivar 80

4.3.1 Tintas *80*

4.3.2 Blancas *81*

4.4 Vitivinicultura en Pomerol 81

4.4.1 Características generales *81*

4.4.2 Clima y viticultura *83*

4.4.3 Geografía *84*

4.4.4 Vinos de Pomerol *86*

5 CAPÍTULO 5: Ensayos analíticos **88**

5.1 Espectrofotómetro 88

5.1.1 Absorbancias *88*

5.1.2 Intensidad de color *89*

5.1.3 IPT *90*

5.1.4 Características cromáticas *90*

5.2 Índices de polifenoles 90

5.2.1 Gloríes *90*

5.2.2 Índice de PVPP (polivinilpolipirrolidona) *92*
5.2.3 HCL: Índice de ácido clorhídrico *92*
5.2.4 Gelatina *93*
5.3 Cromatografía líquida o HPLC 93
6 CAPÍTULO 6: El ensayo **95**
6.1 Datos del viñedo 95
6.2 Análisis de la uva previo a la vendimia 96
6.2.1 Análisis de seguimiento de la madurez *96*
6.2.2 Método gloríes *98*
6.3 Realización de una muestra representativa de la parcela 100
6.4 Vinificaciones 101
6.4.1 Vinificación integral *102*
6.4.2 Vinificación tradicional en la pileta de concreto *108*
6.4.3 Curvas de seguimiento de la fermentación *113*
6.5 Análisis realizados a las muestras 115
6.5.1 Análisis de seguimiento de la vinificación *115*
CAPÍTULO 7: Resultados **116**
7.1 Análisis de menor complejidad (IPT, Absorbancias, IC) 116
7.2 Análisis de HPLC e índice de PVPP 122
7.3 Análisis hechos una vez terminada la vinificación 122
7.3.1 Análisis cualitativos de polifenoles *123*
7.3.2 Análisis cuantitativo de polifenoles *124*
7.4 Degustación de las muestras 129
Conclusiones generales. **132**
Conclusiones **143**
ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO **146**
ÍNDICE DE TABLAS **148**
ÍNDICE DE FIGURAS **149**
ÍNDICE GENERAL **152**