

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**"RELACIÓN ENTRE INDICE DE VEGETACIÓN (NDVI) OBTENIDO POR
TELEDETECCIÓN CON LA CALIDAD DE LA UVA Y EL VINO"**

**Myriam Elizabeth Ramírez
LICENCIATURA EN BROMATOLOGÍA
Luján de Cuyo, Diciembre de 2012**

**"RELACIÓN ENTRE INDICE DE VEGETACIÓN (NDVI) OBTENIDO POR
TELEDETECCIÓN CON LA CALIDAD DE LA UVA Y EL VINO"**

Myriam Elizabeth Ramírez

myriamramir@yahoo.com.ar

Director: Dr. Ing. Juan Carlos Formento

Comité Evaluador: Ing. Jorge Nazrala

Ing. Hugo Galiotti

RESUMEN

El presente estudio busca explicar de qué modo el vigor de las plantas de vid afecta la calidad polifenólica y sensorial de un vino Malbec, tomando en cuenta las relaciones que hay entre las mediciones de las vides en el viñedo (biomasa foliar y contenido de clorofila de las hojas), el rendimiento, composición polifenólica de la uva y calidad del vino.

El estudio comenzó en el mes de Enero de 2009 con la toma de la fotografía, por la empresa AgriSat SA a través de una cámara aero transportada sobre los viñedos propiedad de la Bodega Nieto Senetiner, en el distrito de Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza.

Se usaron mapas geo-espaciales del vigor de la vid, basados en un índice relativo del contenido de clorofila de las hojas (NDVI), para delinear zonas de vigor alto, medio y bajo dentro de un mismo cuartel. Para cada zona de vigor se midieron diferentes parámetros cualitativos en la uva (^oBrix, acidez total, pH, polifenoles totales, antocianos totales y antocianos fácilmente extraíbles)

Cada una de estas tres zonas se cosechó en forma manual y vinificó de forma individual. Los parámetros cualitativos analizados en el vino fueron: alcohol, azúcar, extracto seco, acidez total, acidez volátil, pH, intensidad de color, antocianos totales y cantidad de taninos. También se analizó la calidad polifenólica del vino obtenido mediante el índice de polifenoles totales, índice de gelatina, índice de ionización e índice de CIH.

La degustación por parte de los jueces entrenados se llevó a cabo al cumplirse el mes de embotellado y se concluyó que el vino obtenido de la zona de vigor débil es el más aceptado.

Para este cuartel, dentro de esta finca, el vino de mayor concentración fenólica proviene de las plantas cultivadas en la zona de bajo vigor, a igualdad de tratamientos agronómicos, de fermentación y de extracción.

Palabras clave: vino; viticultura de precisión; NDVI; polifenoles;

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I

VITICULTURA DE PRECISION

1. Definición	2
2. Los sensores remotos	2
3. Radiación Electromagnética Emitida y reflejada	2
4. Respuesta Espectral de la Vegetación	3
5. Tipos de Sensores y Plataformas	5
6. Datos provenientes de los Sensores Remotos	5
7. Imágenes de NDVI	6
8. La Georreferenciación	6
9. Sistemas de Posicionamiento	6
9.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	6

CAPITULO II

NATURALEZA DE LAS SUSTANCIAS

1. Los Compuestos Fenólicos	8
2. Descripción del Color del Vino Tinto	8
3. Moléculas Responsables del Color	8
3.1 No Flavonoides	9
3.1.1 Acidos Fenoles	10
3.1.2 Estilbenos	11
3.2 Flavonoides	11
3.2.1 Flavonoles	11
3.2.2 Flavonoles y Flavonas	11
3.2.3 Flavanoles	11
3.2.4 Antocianos	12
3.3 Copigmentación	12
4. Producción de Compuestos Fenólicos	13
5. Propiedades organolépticas de los Compuestos Fenólicos	15
6. La Madurez Fenólica	16
6.1 Concepto de Madurez Fenólica	16
6.2 Extracción de los Pigmentos Durante el Encubado	17
7. Relación entre Composición Química y Capacidad de Envejecimiento	17

CAPITULO III

LA VINIFICACION DE UVAS TINTAS

1. Descripción del Proceso de Vinificación de Uvas Tintas	19
1.1 Despalillado y Molienda	20
1.2 Maceración Pre-Fermentativa	20
1.3 Fermentación Alcohólica	21
1.4 Maceración Post-Fermentativa	21
1.5 Descube y prensado	22

2. Análisis Sensorial en Vinos	22
CAPITULO IV	
OBJETIVOS	23
HIPOTESIS	23
MATERIALES Y METODOS	
1. Ubicación y Características del Viñedo	24
2. Unidad Experimental	24
3. Toma de Muestras y Análisis de la Uva	25
4. Cosecha de la Uva	25
5. Vinificación	25
6 . Toma de Muestra y Análisis de los Vinos	25
6.1 Análisis Químicos	25
6.2 Análisis de Compuestos Fenólicos	26
6.3 Análisis Sensorial	26
7. Análisis sobre las vides posteriores a la cosecha	26
RESULTADOS	
1. Distintas zonas de vigor obtenidas por Interpretación de la fotografía multiespectral	27
2. Diferencias de vigor obtenida con ensayos a campo	27
3. Resultados de los Análisis en Uva previo a la Cosecha	29
3.1 Resultados de los Análisis en Uva durante la Cosecha	30
4. Resultados de los Análisis en Vino	31
5. Resultados del análisis Sensorial	33
6. Conclusiones Parciales	35
CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFIA	38
ANEXO I	
1. Análisis del Color y de los Compuestos Fenólicos	39
1.1 Compuestos Fenólicos Totales en Uva - IPT	39
1.2 Antocianos en Uva	39
1.3 Índice de Polifenoles Totales en Vino	39
1.4 Taninos Totales en Vino	39
1.5 Antocianos Totales en Vino	40
1.6 Índice de Acido Clorhídrico	40
1.7 Índice de Gelatina	41
1.8 Índice de Ionización	41
ANEXO II	
Tabla Nº 12 Valores de NDVI Máximos, Mínimos y Promedios	43
Tabla Nº 13 Labores Culturales realizadas sobre el viñedo	44
Tabla Nº 14 Marcha de la fermentación zona de vigor débil	45
Tabla Nº 15 Marcha de la fermentación zona de vigor medio	45
Tabla Nº 16 Marcha de la fermentación zona de vigor fuerte	45
Tabla Nº 17 a Clases y Rangos para la determinación de NDVI	46
Tabla Nº 17 b Resultados de la Clasificación: Unidades menores	47
Tabla Nº 18 Datos Agronómicos Zona de vigor Débil	48
Tabla Nº 19 Datos Agronómicos Zona de Vigor Medio	49

Tabla Nº 20 Datos Agronómicos Zona de Vigor Fuerte	50
Tabla Nº 21 Resultados de los parámetros enológicos de los vinos	51
Planilla utilizada en el análisis sensorial del vino elaborado	52
Tabla Nº 22 Puntaje otorgado por los jueces en el análisis sensorial	53
Tabla Nº 23 Resultados del análisis sensorial del vino elaborado	54

INDICE DE FIGURAS

Nº 1	Espectro electromagnético	3
Nº 2	Firma espectral del suelo, el agua y la vegetación	3
Nº 3	Constelación NAVSTAR para posicionamiento global	7
Nº 4	Espectro de Absorción de un vino tinto	8
Nº 5	Clasificación de los compuestos fenólicos	9
Nº 6	Distribución y propiedades organolépticas mas importantes de los principales compuestos fenólicos	9
Nº 7	Principales compuestos fenólicos de la uva	10
Nº 8	Vías de biosíntesis de los compuestos fenólicos	13
Nº 9	Evolución de los compuestos fenólicos	14
Nº 10	Influencia de la estructura de los compuestos fenólicos sobre los caracteres organolépticos	16
Nº 11	Evolución de los compuestos fenólicos de la uva a lo largo del proceso de maduración	17
Nº 12	Valores habituales y concentraciones aconsejables de taninos y antocianos	18
Nº 13	Influencia del grado de madurez sobre la solubilización de los antocianos	19
Nº 14	Cinética de extracción de los compuestos fenólicos durante la fermentación/maceración	21
Nº 15	Distribución geográfica de los tres principales oasis irrigados, norte-este, centro-sur de la Provincia de Mendoza y el Distrito Agrelo uva Malbec de Finca Agrelo	24
Nº 17	Análisis de los antocianos	28
		41

INTRODUCCIÓN

El mercado actual del vino tinto de alta calidad demanda productos de gran intensidad de color y con concentración tánica adecuada, de modo de no ser excesivamente astringentes.

El color de un vino tinto así como una parte importante de las características que definen su calidad, están en gran medida relacionadas con su composición en compuestos fenólicos (Zamora,2003)

Habitualmente dentro de una misma parcela se observa variabilidad espacial de crecimiento vegetativo, de los rendimientos y de la calidad de la uva. Cualquiera sea el origen de esa heterogeneidad, es necesario conocerla para realizar una gestión óptima de las prácticas culturales y si es posible una vendimia selectiva para asegurar el potencial cualitativo del viñedo.(Ojeda et al., 2006)

La agricultura de precisión es un avance de la producción que está siendo usado para manejar la variación espacial resultante de las diferencias medioambientales en un cultivo agrícola. Este avance usa tecnologías como los sistemas de posicionamiento satelital (GPS), sensores remotos y sistemas de información geográfica (GIS) para relacionar mediciones tradicionales in situ dentro del viñedo, pudiendo hablar así de viticultura de precisión. (Cortell et al., 2006)

Los elaboradores de vino, en general, buscan desarrollar un método para predecir la cantidad y calidad de los polifenoles del vino mediante el análisis desde el viñedo tomando en cuenta el vigor de la planta de vid, en un momento determinado del ciclo vegetativo. Se trata de emplear un método sencillo que pueda ser llevado a cabo en cualquier bodega, con un equipamiento mínimo.

VITICULTURA DE PRECISION

1. Definición

La agricultura de precisión es un avance de la producción que está siendo usado para manejar la variación espacial resultante de las diferencias medioambientales en un cultivo agrícola. Este avance usa tecnologías como los sistemas de posicionamiento satelital (GPS), sensores remotos y sistemas de información geográfica (GIS) para relacionar mediciones tradicionales in situ dentro del viñedo, pudiendo hablar así de viticultura de precisión. (Cortell et al., 2006)

Los viñedos en su extensión suelen presentar una variabilidad interna debido a factores de tipo edáficos, topográficos y medioambientales, que hacen que las características tanto de las plantas que lo constituyen como de su producción no resulten homogéneas. (Cortel et al., 2006)

El conocimiento de la variabilidad interna dentro de un viñedo es una problemática actual de importancia significativa por sus consecuencias sobre la calidad del vino.

Los mapas geo-espaciales del vigor de la vid o de la biomasa fotosintéticamente activa, basados en un índice relativo del contenido de clorofila de las hojas (NDVI; Normalised Difference Vegetation Index), fueron usados para delinear las zonas de vigor alto, medio y bajo en una finca de Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza.

2. Los Sensores Remotos

La percepción remota se lleva a cabo con instrumentos que genéricamente reciben el nombre de "sensores". Este término abarca una variedad de equipos cuya característica común es que captan señales a distancia, en contraste con un termómetro que, por ejemplo, es sensible a la temperatura de aquello con lo que tiene contacto.

Casi la totalidad de los sensores que tienen importancia agronómica captan radiación electromagnética.

Una manera de clasificar a los sensores que captan radiación electromagnética es dividirlos en activos y pasivos. Los sensores activos son aquellos que emiten un haz de radiación y miden el reflejo de lo iluminado con dicho haz. De este tipo hay sensores láser (LIDAR) y radar.

Los sensores pasivos son los que miden la radiación reflejada desde cuerpos iluminados con otra fuente, usualmente el sol. De este tipo son la mayoría de los sensores multiespectrales aerotransportados o satelitales de aplicación agronómica. (Rey 2005)

3. Radiación Electromagnética Emitida y Reflejada

El sol es un emisor de radiación que va desde la luz ultravioleta hasta la infrarroja de onda corta. La vida se ha adaptado a hacer uso de la radiación más abundante, ya sea como fuente de energía (fotosíntesis en las plantas y calor en los poiquilotermos) o para la percepción (vista). (Figura N° 1)

La materia interactúa de manera particular con la luz, absorbiendo ciertas longitudes y reemitiendo la energía absorbida en longitudes de onda distintas. Este fenómeno da origen por ejemplo a los distintos colores de las sustancias, que reemiten o reflejan de maneras distintas la luz del sol. (Curso y foro 2006)

La diferencia entre la energía que llega a un cuerpo y la que éste refleja y emite se denomina "espectro de reflectancia". El espectro de reflectancia suele ser característico de una sustancia, y conforma la llamada "firma espectral" de dicha sustancia, que normalmente es invariable y la caracteriza.

La "firma espectral" ofrece información sobre la superficie que emite o refleja la radiación (Figura N°2)

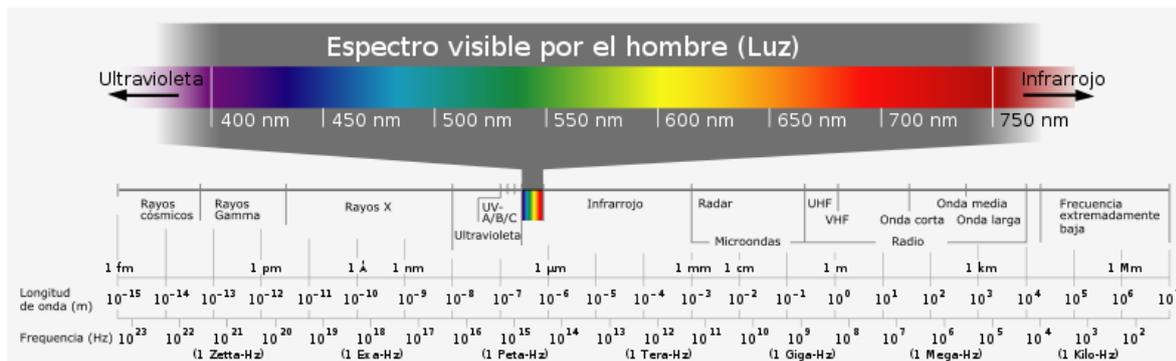


Figura N° 1: Espectro Electromagnético (www.wikipedia.org)

Diferentes tipos de superficies, como el agua, la tierra desnuda o la vegetación, reflejan la radiación de manera distinta. En términos generales el agua sólo refleja la gama de luz visible y casi no refleja en la gama cercana al infrarrojo, por lo cual se distingue muy bien de otras superficies. La vegetación presenta una reflexión considerablemente elevada en el canal infrarrojo cercano a 4 y una baja reflexión en el canal visible rojo 3. De esta manera podemos distinguir las áreas cubiertas de vegetación de la tierra desnuda. (www.eduspace.esa) (Lillesand T., Kiefer R. y Chipman J. – 2004)

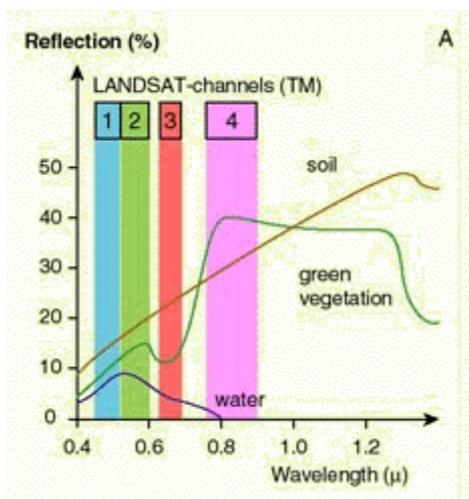


Figura N° 2 Firma espectral del suelo, el agua y la vegetación (www.eduspace.esa)

4. Respuesta Espectral de la Vegetación

La superficie que nos interesa principalmente en este estudio es la vegetación. Una curva de reflectancia típica nos muestra tres zonas donde la luz se ve afectada por factores distintos. En la porción del espectro correspondiente a la luz visible, el factor que domina la respuesta espectral es el contenido de clorofila.

Esta absorbe fuertemente la luz visible, en particular la luz azul y la roja, reflejando una mayor proporción de luz verde, lo que le da el color a la vegetación. Conforme una planta se seca o envejece, la clorofila se degrada y la planta adopta tonalidades amarillas o marrones lo que indica paridad de reflectancia entre el rojo y el verde. Esta afirmación implica que el grado de absorción de la luz roja es un indicador del contenido de clorofila en una superficie vegetada.

Todos los factores que afectan el contenido de clorofila condicionan la cantidad de luz roja que se refleja. (tamaño de la planta, edad, disponibilidad de N ó Mg, etc) (Curso y foro 2006)

La parte del espectro entre los 800 nm y los 8000 nm se conoce como “infrarrojo de onda corta” (Short Wave Infrared – SWIR) o “infrarrojo reflejado”. Por encima de los 8000 nm empieza el infrarrojo de onda larga (LWIR), también conocido como “infrarrojo térmico” o “infrarrojo emitido” (No es reflejado porque el sol no emite en esa longitud de onda).

La parte del espectro infrarrojo aledaña a la luz roja se denomina infrarrojo cercano (NIR – Near Infrared). Abarca desde los 750 nm hasta los 1300 nm aproximadamente. Si bien este tipo de “luz” no es visible para nuestros ojos, resulta fundamental en el monitoreo de la vegetación porque las hojas la reflejan fuertemente. Dicha reflexión se produce por la estructura foliar, y no es una interacción fotoquímica como el caso de la clorofila con la luz visible. Ocurre porque en la estructura foliar los tejidos del mesófilo se disponen con una luz entre capas de células (las hojas son huecas), y éstas tienen su pared celular mojada. La película de mojado refracta la luz incidente, fenómeno que aumenta conforme la película de agua es más fina (la hoja está más seca). (Curso y foro 2006)

La hoja funciona como una colección de prismas. Así el área foliar está relacionada con la cantidad de luz infrarroja reflejada y, de hecho, la intensidad de reflejo en el infrarrojo puede emplearse para determinar el área foliar.

Por lo tanto, se ha mencionado que la absorción de luz roja está relacionada con el tenor de clorofila; y sabemos que el área foliar determina la cantidad de luz infrarroja reflejada.

Siendo que el principal interés del monitoreo está relacionado con conocer la capacidad productiva del cultivo, lo que se hace normalmente es derivar de la información espectral los denominados “índices verdes” o “índices de vegetación”, de los cuales el más común y robusto es el índice verde normalizado o NDVI (Normalised Difference Vegetation Index).

La gran mayoría de los índices verdes combinan la luz infrarroja (IR) con la roja (R) para derivar un valor que pueda asociarse con la biomasa, el área foliar, o la cobertura vegetal. Como al aumentar la biomasa verde de un cultivo aumenta la reflectancia de luz infrarroja y disminuye la de luz roja (o aumenta la absorción por haber más clorofila), si realizamos la resta (IR-R) o el cociente (IR/R) entre intensidad de luz reflejada para una superficie, el valor estará relacionado con el vigor de dicha vegetación.

En realidad el índice verde lo que refleja es una combinación del contenido de pigmentos y la abundancia de área foliar.

A fin de comparar fechas distintas u horarios de adquisición de datos distintos, resulta conveniente normalizar los índices verdes para ponderarlos por la cantidad de luz que ilumina la superficie. El índice verde de uso más común es el NDVI, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{NDVI} = (\text{IR}-\text{R}) / (\text{IR}+\text{R})$$

El numerador determina la diferencia entre la luz infrarroja y la roja, es decir que da indicación de vigor; el denominador señala la abundancia de luz total, de modo que ayuda a ponderar diferencias de iluminación. Al dividir por la cantidad de luz total reflejada, el resultado se normaliza, lo cual significa que el índice se establece en unidades de luz total y por lo tanto sirve para comparar fechas distintas o condiciones de iluminación diferentes.(Curso y foro 2006)

5. Tipos de Sensores y Plataformas

Los sensores que se emplean pueden ser sensibles a una parte amplia del espectro o a una porción angosta, comúnmente conocida como “banda”.

Un instrumento puede captar una o más bandas, usualmente de 4 a 10, en cuyo caso se conoce como sensor multiespectral.

Una cámara de fotos común adquiere en tres bandas, correspondientes a los colores primarios rojo, verde y azul (RGB). El sensor utilizado para los estudios de vigor en la vegetación capta la banda azul, verde, roja y NIR, con lo cual pueden elaborarse índices verdes o imágenes RGB en el mismo vuelo.

Los sensores remotos pueden montarse en diversas plataformas: satélites, aviones, tractores, equipos de riego. La plataforma condiciona el nivel de detalle, el área que se abarca, la oportunidad de adquisición (especialmente por problemas de nubosidad), y la velocidad de adquisición.

Para la vitivinicultura, el avión es una de las mejores herramientas que permite una buena solución de compromiso entre superficie, oportunidad, velocidad y nivel de detalle. (Curso y foro 2006)

6. Datos Provenientes de Sensores Remotos

Los sensores actuales recogen información digital. A diferencia de la fotografía tradicional, los datos no están sobre una base física, sino que consisten en una serie de números que, al ordenarse, conforman una imagen. La visualización de dicha imagen no es indispensable para hacer uso de la información, pues ésta puede derivarse por procesos puramente numéricos o estadísticos.

Los números que un sensor recoge corresponden a dos datos: uno de ubicación y otro de brillo. Vale decir que un sensor que recoge luz reflejada de un objeto debe asignarle al objeto una ubicación y un valor de brillo para cada banda que perciba. La computadora al componer la imagen toma un dato de brillo y determina en qué parte de la imagen ubicarlo.

En una fotografía digital común habrá para cada ubicación tres valores de brillo: uno para la luz roja, uno para la luz verde y un tercero para luz azul.

Así los datos que componen una imagen se ordenan según una grilla de cuadraditos contiguos llamados “píxeles” dispuestos en filas y columnas, dando como resultado la imagen, cuyo formato de información (píxeles dispuestos en filas y columnas), es denominado “raster”. (Rey 2005)

La información obtenida por cada sensor depende de determinadas características del sensor y la plataforma.

- Resolución espacial: referida a la porción del espacio que representa cada píxel, por ejemplo para Land Sat es de 30 mts, para Ikonos 4 mts.
- Resolución espectral: referido a la cantidad, ancho y distribución de bandas a lo largo del Espectrómetro. A mayor cantidad de bandas hay mayor información. Land Sat 7 bandas, Hiperion 220 bandas
- Resolución radiométrica: la cantidad de niveles en que el sensor puede dividir la información recogida para cada banda, es dada en bits, por ejemplo Land Sat tiene una resolución de 8 bits, por lo tanto divide la información en 256 niveles, Modis tiene una resolución de 16 bits por lo tanto divide la información en 16863 niveles.
- Resolución temporal: es el tiempo de relectura dado para un sensor en órbita. Land Sat 14 días, Modis 1 día.

La intensidad de luz reflejada en cada banda puede dividirse en distintos rangos de valores. Esto determina la sensibilidad con la que el sensor separa niveles de brillo. Lo común son 256 valores, desde el 0 (negro o sin luz) a 255 (blanco o brillo máximo). La sensibilidad del sensor en este caso se denomina "resolución radiométrica".

Para los monitoreos aéreos de nuestro uso la resolución espacial depende de la altura de vuelo, pero ronda los 0.5 m. La resolución espectral está dada por cuatro bandas (B,G,R, y NIR). La resolución radiométrica es de 8 bits (256 valores). (Curso y foro 2006) (Rey 2005)

7. Imágenes de NDVI

Un sensor no adquiere directamente el NDVI. El sensor adquiere cuatro imágenes congruentes, dos de las cuales se emplean para la generación del índice verde (una de la reflectancia en rojo y otra en NIR). Para cada píxel se calcula el NDVI con la fórmula:

$$\text{NDVI} = (\text{IR}-\text{R}) / (\text{IR}+\text{R})$$

Con estos datos se elabora una nueva imagen de NDVI, donde cada píxel tiene el valor calculado, según la fórmula.

El NDVI tiene valores continuos desde -1 a 1. En condiciones normales de iluminación, los valores superiores a 0 indican vegetación. Un índice de área foliar superior a 4 generalmente devuelve valores de NDVI máximos, es decir cercanos a 1. Los viñedos muy vigorosos raramente superan valores de 0,4. (Curso y foro 2006)

8. La Georreferenciación

Al disponer de una imagen con índice verde, es necesario georreferenciarla. Esto significa asignar a cada píxel de una imagen una coordenada cartográfica o geográfica. Para este fin se cuenta con puntos de control en el terreno que sean claramente visibles: las esquinas de los cuarteles o los cruces de calles, de modo que al georreferenciar la imagen se emplean las coordenadas del punto que en el terreno se mide con un GPS (Global Position System) de precisión y se les asigna a ese punto en la imagen. El software de procesamiento realiza los procesos necesarios para que al emplear las imágenes con posterioridad cada punto tenga su correspondiente coordenada. (Rey 2005)

9. Sistemas de Posicionamiento

Un sistema de posicionamiento es un método para identificar y grabar, generalmente en forma electrónica, la ubicación de un objeto o persona. Este sistema puede ser usado para registrar el recorrido de un vehículo a través de la superficie terrestre, en el aire o en el espacio. Estos sistemas son de gran utilidad en la agricultura moderna, se lo considera la base de la agricultura de precisión, ya que cada dato tomado, como por ejemplo rendimiento, humedad, altimetría, materia orgánica, va a estar exactamente localizado y de esta forma existe la posibilidad de volver a él, localizarlo, obrar en consecuencia y poder grabar nuevamente el resultado. (Rey 2005)(www.agriculturadeprecisión.org)

9.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de navegación basado en satélites, creado y operado por el departamento de Defensa de los Estados Unidos. Este sistema fue declarado completamente operacional a partir de Abril de 1995. Significa que el sistema puede ser usado para determinar la posición de un receptor las 24 horas del día, en cualquier parte de la tierra.

El servicio está disponible en forma gratuita las 24 horas del día y bajo cualquier condición meteorológica. (Rey 2005)

Para describir el sistema se lo divide en tres partes:

Segmento espacial:

Consiste en una constelación de 24 satélites NAVSTAR (NAVigation by Satellite Timing and Ranging). Con una órbita de 20200 KM de altura sobre la superficie terrestre. Cada satélite orbita la tierra 2 veces por día, o sea una vez cada 12 horas. (Figura N° 3)

Los 24 satélites se dividen en 6 órbitas con 4 satélites cada una. Esta distribución particular garantiza que por lo menos 4 satélites estarán en línea de vista de un receptor de GPS en cualquier parte del mundo durante todo el día. Cada satélite está equipado con receptores y emisores de ondas de radio que transmiten con una frecuencia de entre 1200-1500 MHz. Las ondas de radio viajan a la velocidad de la luz (300.000.000 m/s) en el vacío, y disminuyen su velocidad cuando atraviesan la atmósfera terrestre.

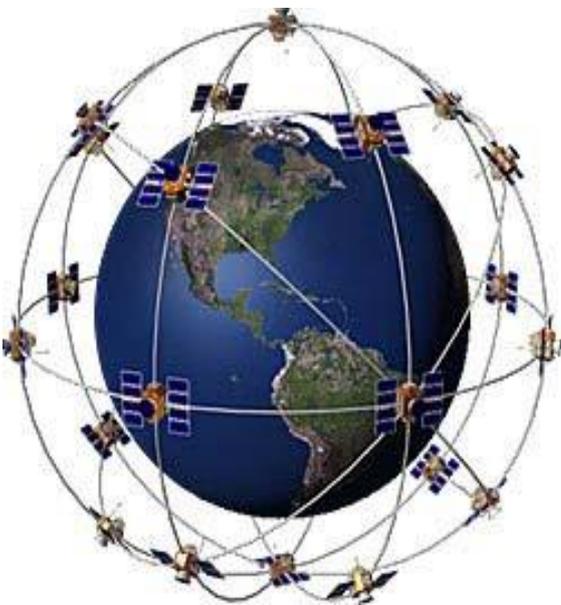
Los satélites también están equipados con relojes atómicos, que mantienen el tiempo en base a vibraciones naturales periódicas dentro de los átomos (Rey 2005) (www.agriculturadeprecisión.org).

Segmento de control

Los satélites son seguidos y monitoreados por varias estaciones ubicadas estratégicamente alrededor del mundo. Esta red de estaciones de monitoreo se denomina generalmente segmento de control del GPS y consta de 4 estaciones de monitoreo y una estación de control principal ubicada en la Base de la Fuerza Aérea Falcon en Colorado Spring, Colorado. (Rey 2005) (www.agriculturadeprecisión.org).

Segmento de usuario

Las unidades o receptores GPS son el segmento de usuario. Computan la posición del usuario por medio de señales recibidas. Los GPS de uso civil no requieren licencia para operar ya que no transmiten señales de radio, solamente las reciben. (Rey 2005) (www.agriculturadeprecisión.org).



Usos del NDVI

Se ha visto que el NDVI de un cultivo está relacionado con la cobertura, con la biomasa, con el índice de área foliar, con la productividad primaria neta.

Sin embargo, todos estos factores también son consecuencia de condiciones de crecimiento previas, de modo que el vigor medido con el NDVI puede servir no solo como una herramienta para predecir el rendimiento o la productividad, sino también para diagnosticar limitantes originadas en condiciones naturales o de manejo. (Curso y Foro, 2006)

Así el uso de mapas de NDVI tiene tres grandes áreas de aplicación:

- para delimitar zonas de cosecha;
- para dirigir tareas de muestreo que permitan diagnosticar causas de la variabilidad en cada zona
- para realizar detección de cambios, es decir para monitorear el efecto de decisiones de Manejo. (Curso y Foro, 2006)

Figura N° 3 Constelación NAVSTAR para posicionamiento global (www.auslasca.es)

CAPITULO II

NATURALEZA DE LAS SUSTANCIAS

1. Los Compuestos Fenólicos

Los compuestos fenólicos juegan un rol importante en enología. Son los responsables de todas las diferencias entre los vinos blancos y los vinos tintos, en particular del color y del sabor de estos últimos. (Ribereau-Gayon et al., 2003b)

Desde el punto de vista químico, los compuestos fenólicos se caracterizan por presentar un núcleo aromático acompañado de uno o varios grupos hidroxilo.

Estas moléculas provienen de las diferentes partes del racimo de uva y son extraídas durante la vinificación.

2. Descripción del color del vino tinto

El primer aspecto que observamos de un vino es su color, lo que condicionará su degustación. Su importancia es por tanto capital en la apreciación de la calidad. En el vino se presenta una evolución inevitable del color. El hecho que esta evolución tenga lugar rápida o lentamente estará determinado por las características particulares de cada vino que estarán relacionadas con su composición química. Evidentemente la capacidad de un vino para la crianza vendrá en gran parte definida por su capacidad para mantener el color a lo largo del tiempo. (Figura N° 4) (Ribereau-Gayon et al., 2003b)(Zamora,2003)

El color de un vino tinto, así como una parte importante de las características que definen su calidad, están en gran medida relacionadas con su composición en compuestos fenólicos.

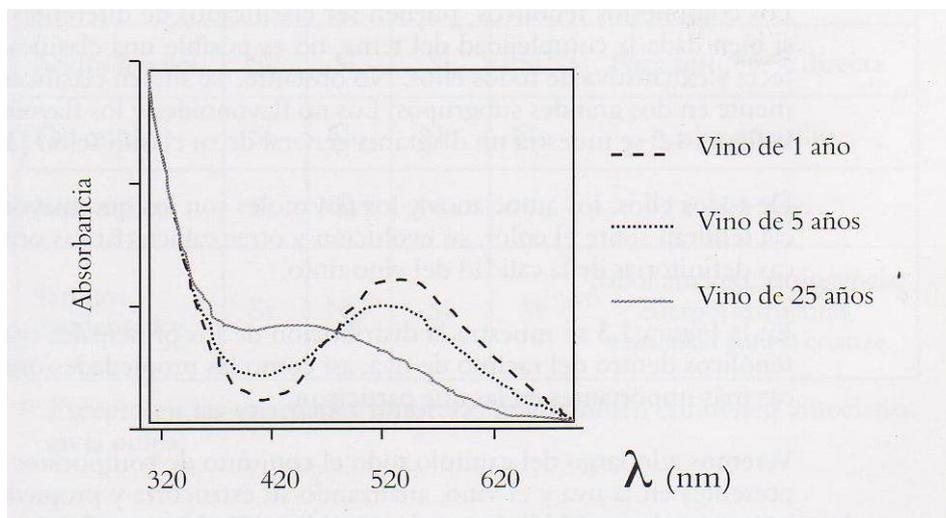


Figura N° 4 Espectro de Absorción de un vino tinto (Zamora,2003)

3. Moléculas responsables del color

Los compuestos fenólicos suelen clasificarse en no flavonoides y flavonoides. (Figura N° 5)

De todos ellos, los antocianos y los flavanoles son los que mayor influencia tendrán sobre el color, su evolución y otras características organolépticas definitorias de la calidad del vino tinto.

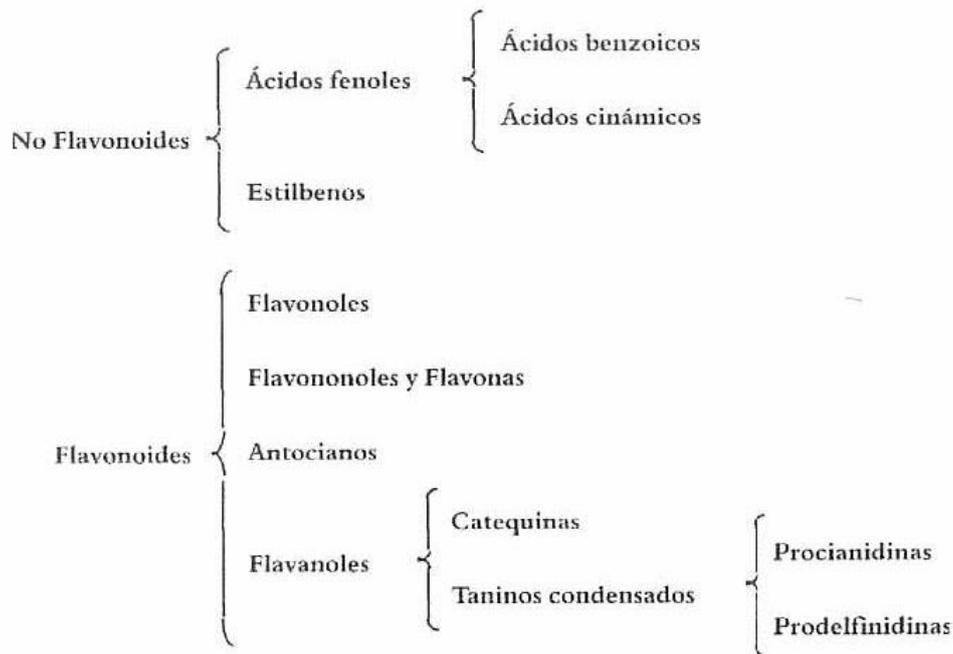


Figura N° 5 Clasificación de los compuestos fenólicos (Zamora,2003)

En la figura N° 6 se muestra la distribución de los principales compuestos fenólicos dentro del racimo de uva, así como las propiedades organolépticas más importantes en las que participan.

	Localización en la baya				Principales propiedades
	Piel	Pulpa	Semillas	Raspón	
Acidos fenoles	Si	Si	Si	Si	Poca Influencia directa
Flavonoles	Si	No	No	No	Color amarillo
Antocianos	Si	No*	No	No	Color rojo
Taninos condensados	Si	Si	Si	Si	Sabor amargo, astringencia, cuerpo, estructura, capacidad para la crianza

*Excepto en las variedades tintoreras que también contienen antocianos en la pulpa

Figura N° 6 Distribución y propiedades organolépticas de los principales compuestos Fenólicos (Zamora,2003)

3.1 No flavonoides

Esta denominación abarca los ácidos fenoles, que se dividen en ácidos benzoicos y ácidos cinámicos, y estilbenos. (Figura N° 7)

3.1.1 Ácidos fenoles

Los ácidos fenoles podemos encontrarlos tanto en forma libre como esterificados con el ácido tartárico u otros componentes del vino. Estos compuestos no afectan directamente el color en el vino tinto, aunque sí pueden participar en el color mediante fenómenos de copigmentación. Desde el punto de vista organoléptico no parecen tener impacto sobre el sabor del vino tinto. Sin embargo la degradación de los ácidos fenoles da lugar a fenoles volátiles que pueden provocar defectos a nivel olfativo. (Zamora, 2003).

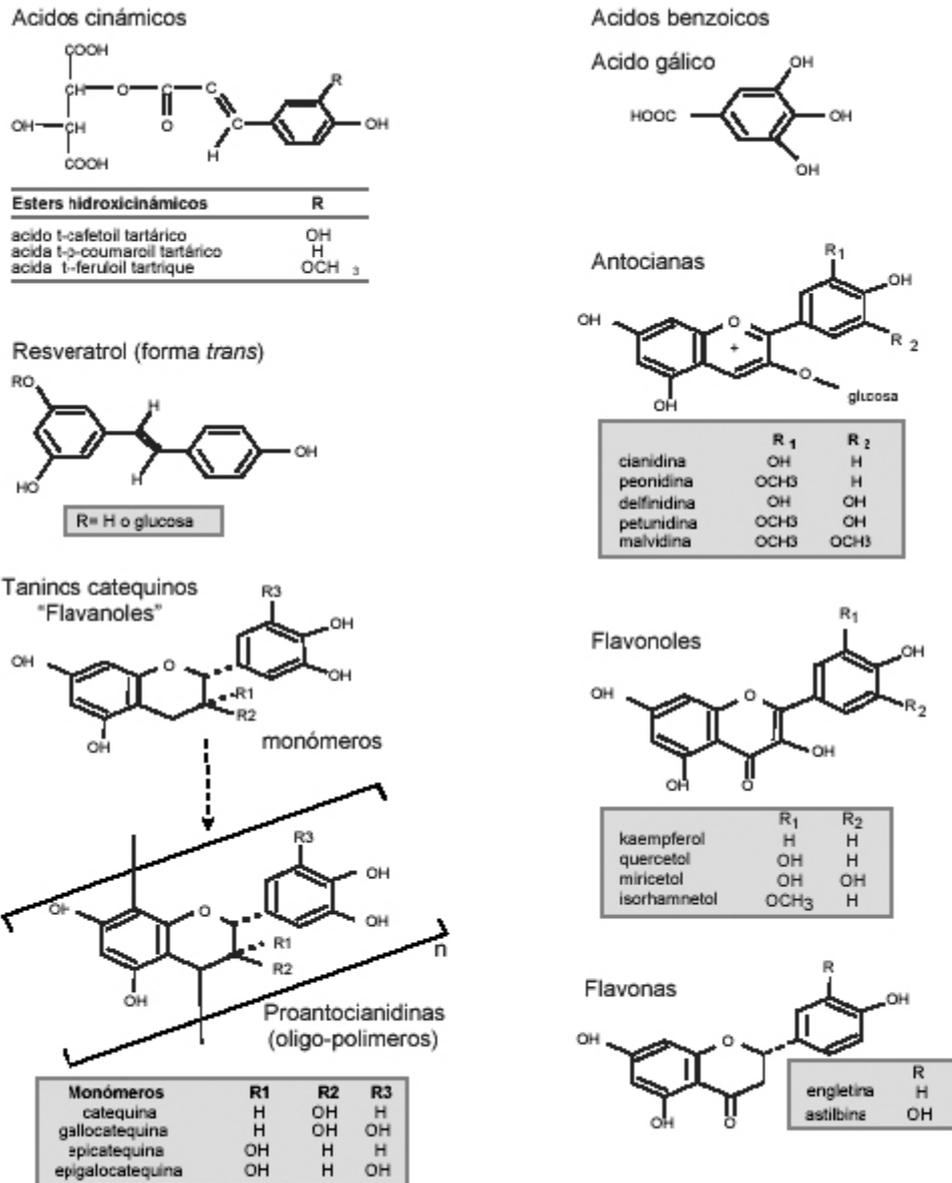


Figura N° 7 Principales compuestos fenólicos de la uva (Flancy 2000)

Los ácidos benzoicos están compuestos por un núcleo bencénico con sustituciones en C6 – C1. En el vino están presentes mayoritariamente en forma de ácido p-hidroxibenzoico (R1=H, R2=H), ácido siríngico ((R1=OCH₃, R2=OCH₃) y ácido gálico((R1=OH, R2=OH). El ácido gálico en su forma dímera, ácido elágico, forma parte de los vinos de crianza y provenientes mayoritariamente de la madera. (Ribereau-Gayon et al., 2003b)

3.1.2 Estilbenos

Los estilbenos se encuentran mayoritariamente en la piel de la uva, no interfieren ni en el color ni en el sabor del vino, sin embargo es muy conocido y estudiado el estilbeno denominado resveratrol, por su importancia en la salud humana (protector del aparato circulatorio, antioxidante, anticancerígeno). Se encuentra en la vid formando numerosos oligómeros que participan en la respuesta a ataques fúngicos.

3.2 Flavonoides

Los flavonoides están caracterizados por un esqueleto con base de 15 átomos de carbono (C6 – C3 – C6) de tipo 2 fenil-benzopirona. Para su estudio se dividen en cuatro familias: Flavonoles; Flavononoles y Flavonas; Flavanoles que incluyen a los taninos condensados o procianidinas; y por último los Antocianos.

3.2.1 Flavonoles

Los Flavonoles son sustancias de color amarillo que se encuentran en la piel de la uva, tanto en forma de heterósidos como de agliconas (Figura N° 7)
No contribuyen de modo importante en el color de los vinos tintos.

3.2.2 Flavononoles y Flavonas

Los Flavononoles y las Flavonas son compuestos similares a los flavonoles, diferenciándose de estos en que no poseen el doble enlace del heterociclo (Ribereau-Gayon et al., 2003b)

3.2.3 Flavanoles

Los flavanoles constituyen una compleja familia dentro de los compuestos fenólicos. Se encuentran en elevadas concentraciones en la uva y juegan un papel muy importante en las propiedades organolépticas del vino como son el color, la sensación de cuerpo y estructura en boca y la astringencia.

Los flavanoles están compuestos por las formas isoméricas de la catequina y sus polímeros, los taninos. En la figura N° 7 se observa la estructura química de los monómeros del flavanol.
En la uva los monómeros del flavanol aparecen únicamente en una pequeña proporción ya que la mayor parte están en forma de polímeros.

Por definición los taninos son sustancias capaces de dar combinaciones estables con las proteínas y con otros polímeros vegetales como los polisacáridos
Son un grupo heterogéneo formado por la condensación de dos ó más unidades de diversos monómeros de flavanoles unidos por enlaces C4- -C6 ó C4 – C8 o con una unión suplementaria de tipo éter entre el C3 y los C5 y C7

En el plano químico, los taninos son moléculas relativamente grandes, resultantes de la polimerización de moléculas elementales de función fenol.(Ribereau-Gayon et al., 2003b)
Su configuración espacial está en relación con su reactividad. Deben ser suficientemente grandes para dar combinaciones estables con las proteínas. Según la naturaleza de las moléculas elementales, se distingue a los taninos hidrolizables o gálicos y a los taninos condensados o catéquicos. Los taninos hidrolizables no son los naturales de la uva y constituyen los principales taninos comerciales cuya adición en los vinos es autorizada por la legislación. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

Los taninos condensados de la uva y del vino son polímeros más o menos complejos de (+) catequina y (-) epicatequina. El calentamiento en medio ácido de esos polímeros en solución libera carbocationes fuertemente inestables que se transforman en productos de condensación pardos y sobre todo en cianidina roja, de allí el nombre de “procianidinas” dado a sus constituyentes.

De forma directa, las procianidinas forman un carbocatión en medio ácido, que reacciona con otra molécula de flavanol o con cualquier otra molécula presente en el medio. Estas reacciones tienen carácter reversible por tanto las moléculas reaccionan siguiendo el mismo mecanismo y llevando a cabo un proceso de ruptura y recombinación que a lo largo del tiempo produce un incremento de la polimerización. (Ribèreau-Gayon et al., 2003a)

La polimerización de las procianidinas dará lugar a vinos con tonalidades más amarillas, más astringentes y menos amargos. No obstante el incremento de la polimerización conduce a moléculas menos solubles que tienden a precipitar.

Las procianidinas también pueden formar complejos con proteínas, péptidos, polisacáridos y antocianos. (Ribèreau-Gayon et al., 2003a)

3.2.4 Antocianos

Los Antocianos (del griego *anthos* flor y *kyanos* azul) son compuestos solubles en agua, responsables del color de las frutas, vegetales y flores. Están presentes en la piel de las uvas tintas y otorgan el color a los vinos tintos y rosados.

Su estructura comprende dos anillos bencénicos unidos por un heterociclo oxigenado, insaturado y catiónico, el catión flavilio. (Figura N° 7) (Ribèreau-Gayon et al., 2003a)

Se distinguen en la uva y el vino, según la sustitución del núcleo lateral cinco moléculas definidas con dos o tres sustituyentes (OH y OCH₃). Estas agliconas son Cianidina, Peonidina, Delfinidina, Petunidina y Malvidina

Los antocianos presentan color y se encuentran solo en la piel de la uva, excepto en las variedades tintoreras donde aparecen también en la pulpa. En *Vitis vinifera* los encontramos en forma de monoglucósidos en la posición C3.

Generalmente la malvidina es el antociano mayoritario en la uva. La glucosa puede encontrarse esterificada en posición C6 con otros ácidos, principalmente acético, p-cumárico y cafeíco.

A pH del vino tinto (3.5 – 3.9) podemos decir que existe un equilibrio entre las formas rojas, (catión flavilio), incoloras (base carbinol) y azules (base quinona), de los antocianos, contribuyendo al color entre un 20 – 30% de los antocianos. No obstante la estabilidad de los antocianos no solo está amenazada por los cambios de pH y temperatura, sino también depende de la estructura y concentración de los mismos y también de la presencia de agentes con los que combinarse (Zamora 2003)

3.3. Copigmentación

Se considera a la copigmentación uno de los principales fenómenos de estabilización del color. Se fundamenta en que las moléculas de antocianos son planas y pueden formar asociaciones, mediante uniones de tipo débil (interacciones hidrofóbicas o de tipo Van der Waals), entre ellas o con otras moléculas denominadas copigmentos.

Estas estructuras generan un entorno hidrofóbico que, si se incrementa el pH, impiden el acceso de las moléculas de agua a los cationes flavilio de los antocianos. De este modo se protegen las moléculas de antocianos de la transformación en carbinol, y por lo tanto la decoloración.

Tanto el copigmento como la estructura y concentración del antociano son esenciales para describir los cambios de color ya sea por cambios en la intensidad colorante o en la tonalidad.

La estabilidad de los copigmentos también dependerá del aumento de la temperatura. Temperaturas elevadas en el vino, rompen las interacciones hidrofóbicas y por tanto los copigmentos. Los antocianos así desprotegidos se hidratarán y pasarán a la forma carbinol con la consiguiente decoloración.

En vinos jóvenes la copigmentación envuelve prácticamente a la mitad de los antocianos, protegiéndolos ante la adición de Anhídrido Sulfuroso y los cambios de pH. En vinos equilibrados llevados a crianza la copigmentación protegerá a los antocianos de la oxidación. Desde el punto de vista organoléptico, la copigmentación permite mayor color lo cual se traduce en mayor calidad de los vinos. (Ribèreau-Gayon et al., 2003a)

4. Producción de los compuestos fenólicos

Una de las características más notables de la maduración es la acumulación de pigmentos fenólicos que confieren a la uva tinta su valor tecnológico. Se trata de productos secundarios del catabolismo de los azúcares en los que las vías de biosíntesis están presentes y activas en parte, ya al inicio del desarrollo de la uva.

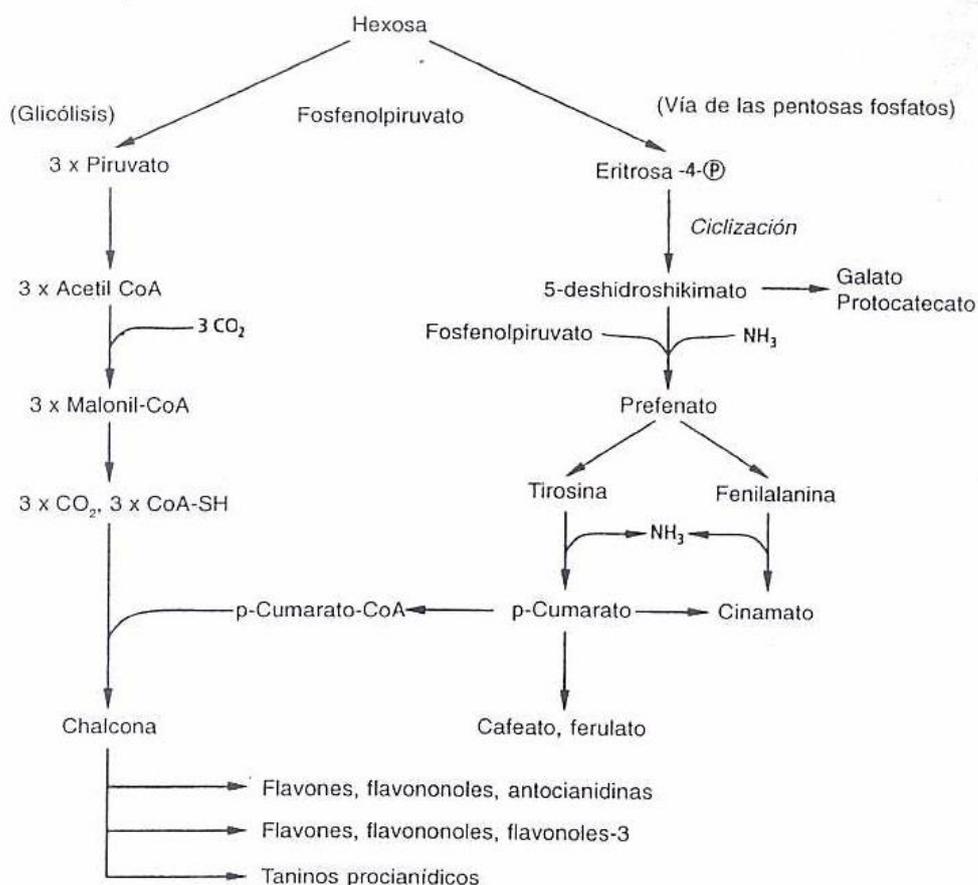


Figura N° 8: Vías de biosíntesis de los compuestos fenólicos (Ribèreau-Gayon et al., 2003)

Los compuestos fenólicos que derivan de una unidad simple de un solo ciclo bencénico, son originados en la condensación de la eritrosa-4-fosfato, intermediaria del ciclo de las pentosas con el ácido fosfoenol-pirúvico. Esta vía de biosíntesis, conocida bajo el nombre de vía del ácido shikímico, conduce a los ácidos benzoicos y cinámicos, así como a los aminoácidos aromáticos (Figura N° 8). Por otro lado, la condensación de tres moléculas de la acetil-coenzima A, que derivan de las reacciones del ciclo de Krebs, conduce también a la formación de un ciclo bencénico. La condensación de este segundo ciclo sobre el ácido cinámico da nacimiento a un conjunto de moléculas, los flavonoides, que poseen ciclos bencénicos unidos por una cadena carbonada de tres átomos de carbono que a menudo se encuentra bajo la forma de un heterociclo oxigenado.

Diferentes transformaciones (hidroxilación, metoxilación, esterificación y glucosidificación), explican la presencia en la uva de numerosas sustancias de esta familia. (Ribèreau-Gayon et al., 2003a) (Hidalgo 2003)

En las mencionadas vías metabólicas, la fenilalanina amonioligasa (PAL) es la enzima que, por eliminación del radical NH₃, desvía a la fenilalanina de la síntesis proteica (metabolismo primario) hacia la producción de ácido trans-cinámico y de otros compuestos fenólicos. La PAL se localiza en las células epidérmicas de la uva así como en las semillas.

Las vías de biosíntesis son activas ya al inicio del desarrollo del uva, en consecuencia, la concentración en compuestos fenólicos totales aumenta continuamente durante dicho período. Pero el aumento más importante de los taninos, al inicio del desarrollo, es seguido por una acumulación más lenta durante la maduración, lo que permite suponer que la biosíntesis es menos activa que el aumento de volumen de las bayas.

Los taninos procianídicos, al provenir de la polimerización de los flavonoles, alcanzan el tenor máximo en las semillas antes del envero. Luego disminuyen hasta un valor menor y relativamente estable cuando las semillas están maduras. En el envero, el tenor de taninos en la película ya es importante y corresponde a veces a más de la mitad del tenor en la madurez. (Figura N° 9) (Ribèreau-Gayon et al., 2003a) (Hidalgo Togores 2006)

En los cepajes coloreados, las antocianinas comienzan a acumularse en la película alrededor de dos semanas antes de que el color sea visible. Su tenor aumenta luego durante la maduración. Pero al igual que para los taninos éstas pasan por un máximo y disminuyen generalmente en el momento de la madurez. (Ribèreau-Gayon et al., 2003)

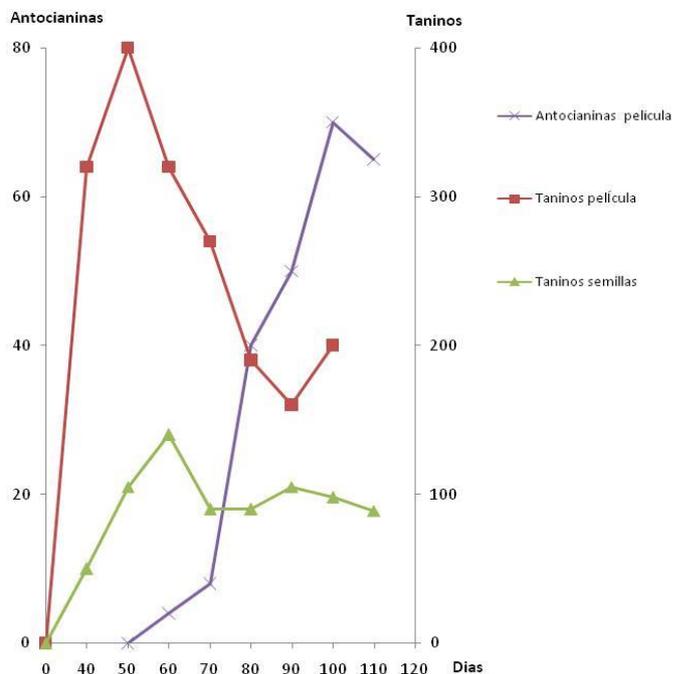


Figura N° 9: Evolución de los compuestos fenólicos (los resultados están expresados en mg.g⁻¹ (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

5. Propiedades organolépticas de los compuestos fenólicos de los vinos tintos

Los compuestos fenólicos juegan un rol esencial en el gusto de los vinos tintos. Son responsables de ciertos caracteres gustativos positivos, pero también de características negativas poco agradables. El cuerpo y la estructura son cualidades organolépticas que caracterizan a los grandes vinos tintos. En cambio el amargor, la aspereza, la dureza, la astringencia representan defectos que deben ser evitados.

La sensación organoléptica global reposa sobre un equilibrio armonioso entre esos dos tipos de sensaciones, directamente ligado a la naturaleza y a la concentración de las diferentes moléculas presentes. Las moléculas involucradas son las antocianinas y sobre todo los taninos; estos últimos poseen la propiedad de reaccionar con las glicoproteínas de la saliva (mucina) y con las proteínas de la pared bucal, modificando su estado y sus propiedades lubricantes. Según la naturaleza y la concentración de los taninos, la consecuencia puede ser una sensación armoniosa o por el contrario una agresividad revelada, ya sea al final de la degustación como amargor o después de haber tomado o rechazado el vino como astringencia. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

La medición objetiva de esas sensaciones elementales es particularmente compleja.

En cambio, una estimación de la reactividad con respecto de las proteínas es obtenido gracias al índice de gelatina. La intensidad de la reacción polifenoles-gelatina depende de las condiciones del medio; la acidez es un factor favorable, contrariamente a la graduación alcohólica que disminuye la reacción y da un gusto azucarado; en cambio es independiente de la concentración de taninos para valores a 50 mg.L-1. De tal manera es posible clasificar, para condiciones reaccionales dadas, a los diferentes polifenoles en función de su aptitud para la combinación. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

La reacción de los taninos con las proteínas es función del grado de polimerización de las procianidinas; la astringencia aumenta hasta el heptámero, luego disminuye, pues las moléculas son demasiado voluminosas; en cambio el amargor es máximo para las procianidinas tetrámeras.

Las catequinas y las procianidinas poco polimerizadas son las menos reactivas con las proteínas. las procianidinas oligómeras y polimerizadas tienen un comportamiento parecido; dan volumen, con un amargor y una astringencia marcadas (Figura N° 10)

Su polimerización heterogénea produce modificaciones de estructura que disminuyen la reactividad (índice de gelatina). Las soluciones de taninos condensados del vino, constituidos por procianidinas, tienen astringencia que disminuye con la polimerización. Las combinaciones de taninos y de polisacáridos dan a la degustación sensaciones de cuerpo.

Las antocianinas y sus combinaciones con los taninos son poco astringentes, pero presentan un amargor marcado, sobre todo cuando el vino es joven.(Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

Los taninos extraídos de las películas reaccionan menos con las proteínas de la gelatina que los provenientes de las pepitas y del escobajo. Estos últimos son exclusivamente procianidinas más o menos polimerizadas, según el estado de madurez de la uva; no contienen antocianinas libres ni complejos de taninos con polisacáridos o con proteínas que flexibilizan a los taninos de las películas. El equilibrio tánico del vino joven proviene de una buena armonización de esos dos orígenes.

Las pepitas proveen la estructura y el cuerpo del vino, las películas aportan la carnosidad y el color. Los riesgos de astringencia excesiva son grandes si dominan las pepitas. El amargor y el carácter vegetal provienen de la falta de madurez de la película.

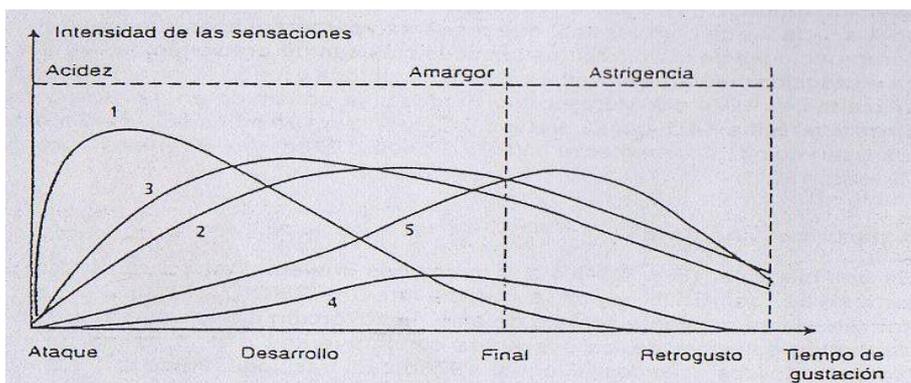


Figura Nº 10 Influencia de la estructura de los compuestos fenólicos sobre los caracteres organolépticos (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

- 1: Procianidinas poco polimerizadas;
- 2: Procianidinas oligómeras;
- 3: Procianidinas polimerizadas
- 4: Antocianinas
- 5: Taninos del escobajo.

Es útil medir la reactividad de los taninos del vino, pero no es la única medición que interviene en la evaluación de la astringencia. Otros constituyentes tales como las proteínas, los polisacáridos, el etanol, el glicerol, el ácido tartárico, se oponen a la reacción y compensan la agresividad o aumentan esa sensación. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

La cantidad de taninos tiene que ser tomada en cuenta; por ejemplo un índice de gelatina de 50 tomado a menudo como referencia, puede caracterizar a un vino astringente si la cantidad de taninos es inferior a 2.5 g/L-1, puede estar equilibrado con 3 g/L-1 (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

En la uva se distinguen los taninos situados en las pepitas de aquellos localizados en las películas.

En las pepitas, los taninos ocupan una posición de defensa del embrión en las envolturas externas e internas; su difusión en el medio exterior depende de la solubilización de la cutícula.

Los taninos de la película tienen una distribución perfectamente acorde con sus propiedades antifúngicas, pues se oponen al desarrollo del micelio de los hongos desprovistos de lacasa. La película presenta también ácidos fenólicos.

El método analítico más usado en enología para conocer el grado de astringencia de un vino es el Índice de Gelatina diseñado por el Profesor Glories (1984), en el cual el vino se hace reaccionar con gelatina en frío durante tres días. Después de los cuales se determinan los taninos por hidrólisis ácida. Los resultados se expresan como porcentaje o concentración de taninos agresivos, es decir como los taninos capaces de provocar la sensación de astringencia. (Zamora, 2003)

6. La madurez fenólica

6.1 Concepto de madurez fenólica

Otro aspecto que presenta una importancia capital para la elaboración de vinos de calidad es el grado de maduración de la uva. El proceso de maduración influye no solo sobre la concentración de azúcares y de ácidos de las bayas, sino que también ejerce un gran efecto sobre las moléculas responsables del color y sobre otros aspectos que condicionan la calidad del vino. (Zamora, 2003)

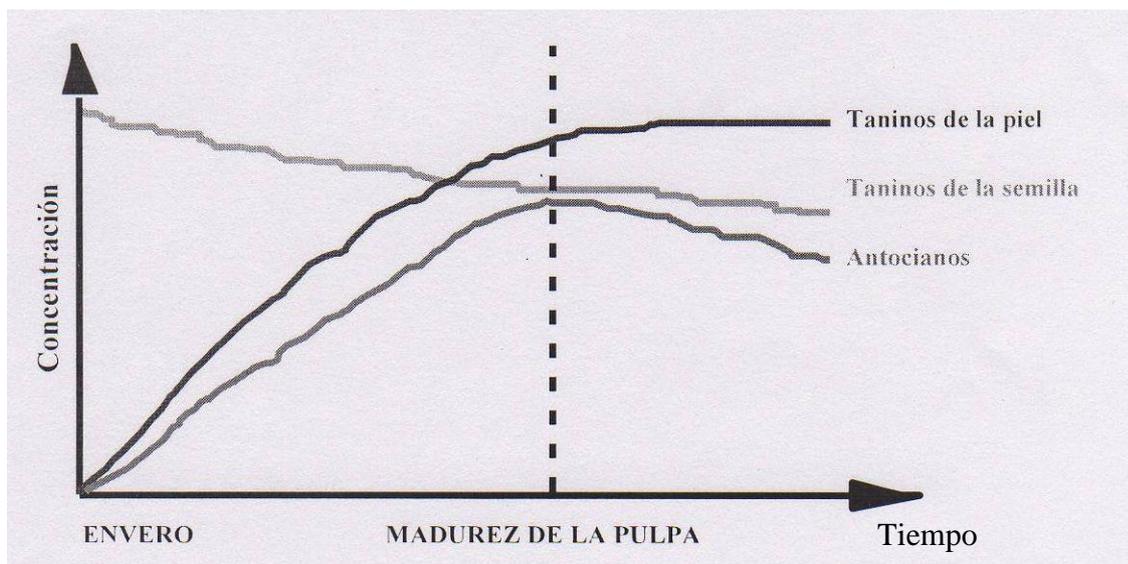


Figura Nº 11. Evolución de los compuestos fenólicos de la uva a lo largo del proceso de maduración (Zamora,2003)

De acuerdo con lo que muestra la figura Nº 11 , la concentración de taninos y antocianos aumenta durante la maduración.

La madurez fenólica trata de tener en cuenta el tenor global en sustancias de esa familia, pero también su estructura y su aptitud a la extracción que permite el pasaje en el vino durante la vinificación.

La determinación del contenido de antocianos y taninos de la uva durante la maduración permite seguir la evolución de esas moléculas y clasificar ya sea los viñedos, ya sea las parcelas, según su riqueza fenólica.

Teóricamente las uvas más ricas en antocianinas deberían conducir, por condiciones de vinificación comparables, a los vinos más coloreados.

Por lo tanto la uva posee, según las condiciones de madurez y los cepajes, un potencial de extracción o de "extractabilidad" variable.

Esa noción de extractabilidad de las antocianinas está condicionada por el estado de madurez que gobierna la degradación de las células de la película. La madurez fenólica corresponde a la obtención simultánea de un potencial importante en pigmentos en la uva y de una buena capacidad de difusión en el vino. Figura Nº 13 (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

6.2 Extracción de los pigmentos durante el encubado

Las antocianinas son extraídas al comienzo del encubado, sobre todo en fase acuosa, por lo tanto en maceración prefermentativa y al comienzo de la fermentación alcohólica. Cuando la graduación alcohólica alcanza cierto nivel se observa una disminución del resultado de la dosificación de esas moléculas. En esta etapa la extracción de las antocianinas de la uva está casi terminada e intervienen mecanismos que disminuyen su tenor. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

Los taninos de las pepitas son solubilizados cuando la cutícula ha sido disuelta por el etanol, es decir a mediados de la fermentación alcohólica; su solubilización prosigue en la fase post-fermentativa. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

7. Relación entre composición química y capacidad de envejecimiento

La composición en compuestos fenólicos del vino condiciona enormemente la futura evolución del color a lo largo del proceso de crianza y envejecimiento. Por esta razón, el análisis de la estructura fenólica es de gran interés.

Un vino tinto para poder ser dedicado a la crianza en barricas de roble deberá tener concentraciones mínimas de antocianos y de procianidinas que garanticen la estabilización del color. En la figura N° 12 se presentan los intervalos habituales de concentración de antocianos y taninos, así como valores de IPT y/o IFC de la mayor parte de vinos tintos jóvenes. (De acuerdo a la bibliografía española consultada: Zamora,2003)

	Intervalo	Valor	Mínimo
	habitual	Optimo	Aconsejable
Antocianos (mg/l)	200-1200	>800	400
Taninos (g/l)	1 - 5	>3	2
IPT ó IFC	20 - 80	>60	40

Figura N° 12 Valores habituales y concentraciones aconsejables de taninos y Antocianos (Zamora,2003)

En el caso que un vino reúna las condiciones óptimas: 800mg/l de antocianos, más de 3 g/l de taninos y más de 60 de IPT, podremos considerar que estamos delante de un vino muy apto para la crianza, siempre y cuando no posea defectos de importancia. Por el contrario, si el vino está por debajo de los parámetros mínimos aconsejables, no será prudente destinarlo a la crianza, ya que probablemente se oxide y al final del proceso habrá perdido gran parte de su color. (Zamora,2003)

LA VINIFICACIÓN DE UVAS TINTAS

1. Descripción del Proceso de Vinificación de Uvas Tintas

El proceso de vinificación comienza con el correcto estado sanitario de la uva y con una correcta madurez de la misma. Para esto es importante que la variedad se encuentre adaptada al microclima y al suelo, con baja disponibilidad de agua y de nitrógeno durante la maduración. También cuenta la edad del viñedo y los sistemas de poda elegidos. (Hidalgo Togores 2003b)

Simultáneamente al proceso de vinificación tiene lugar la maceración, que permite la extracción de los compuestos fenólicos contenidos en las partes sólidas de la uva.

Durante la maduración de la uva tinta se produce un aumento de los azúcares y una disminución de la acidez, al mismo tiempo que los compuestos fenólicos se incrementan desde el envero hasta el momento de la vendimia, que teóricamente tiene que coincidir con el momento en que la uva llega a la madurez fenólica. Es importante el grado de madurez de la uva para una correcta extracción de los compuestos fenólicos. (Hidalgo Togores 2003b)

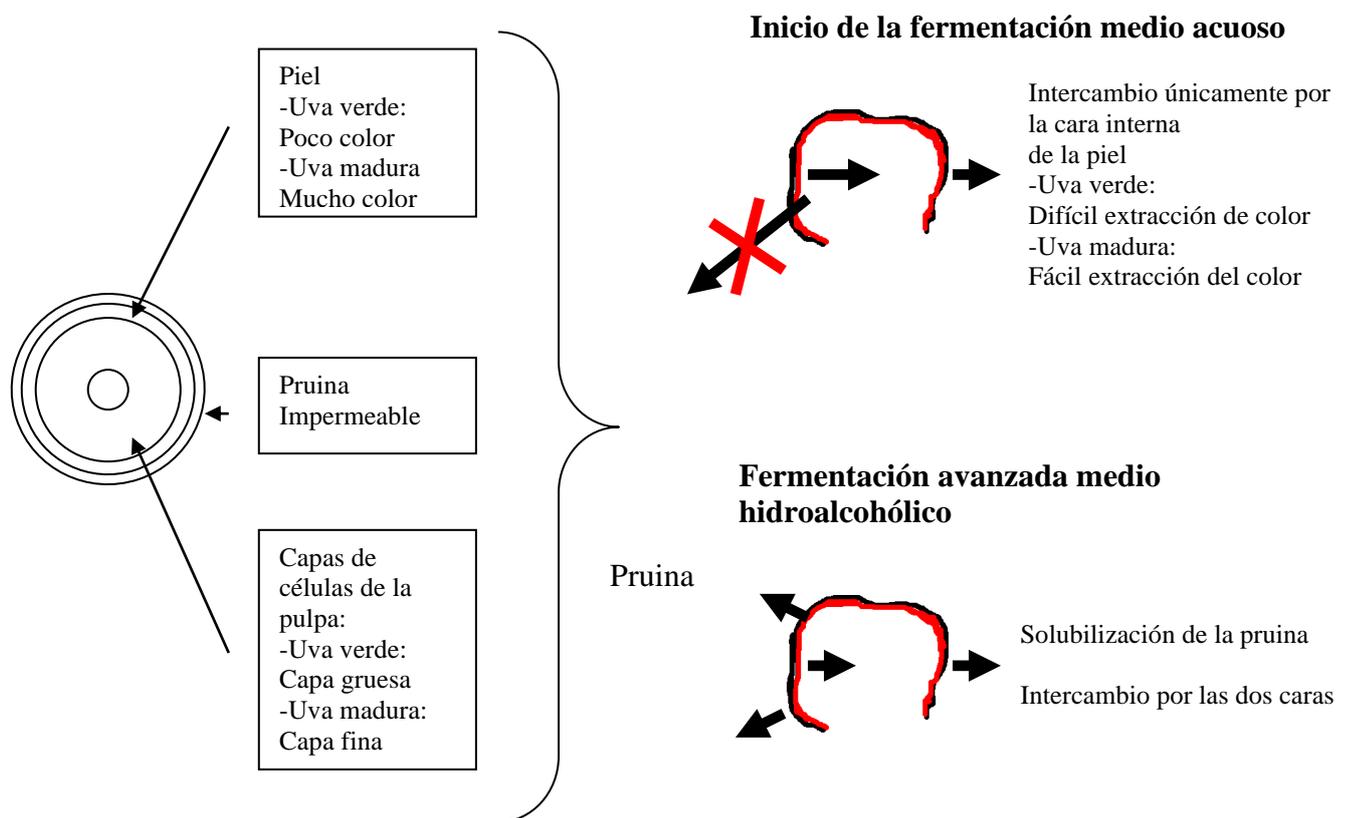


Figura Nº 13 Influencia del grado de madurez sobre la solubilización de los Antocianos (Zamora,2003)

En uva verde la concentración de compuestos fenólicos es muy baja, además la cara interna de la piel está recubierta por una capa de células de la pulpa muy gruesa que dificulta la solubilización de los compuestos fenólicos en las primeras etapas de la maceración, cuando aún no hay etanol en el medio y la extracción de estos compuestos solo se lleva a cabo por la cara interna de la piel.

A medida que la uva madura, esta capa se hace más delgada permitiendo mayor extracción. La presencia de etanol y el aumento de la temperatura durante la fermentación permiten la solubilización de la pruina de la cara externa de la piel, con lo cual habrá intercambio por las dos caras (Figura N°13) (Zamora,2003)

Por su parte las semillas, con la madurez endurecen su superficie con una cutícula y una envoltura lignificada que dificulta la extracción. La presencia de etanol posibilita la solubilización de la cutícula y con ello podría aumentarse la extracción.

El proceso de vinificación comienza con los controles de madurez azucarina que se realiza en cada parcela del viñedo.

1.1 Despalillado y Molienda

Al llegar la uva a la bodega se procede al despalillado eliminando el raspón, quedando las uvas desgranadas.

Con la eliminación del raspón se descartan en buena parte las notas herbáceas y vegetales, pero también se elimina un aporte importante de compuestos fenólicos. (Hidalgo Togores 2006)

La molienda consiste en romper los granos de uva formando el mosto. Esta operación facilita la maceración por aumento de la superficie de contacto entre el mosto y las partes sólidas de la uva, y ayuda a la aireación favorable para la multiplicación de las levaduras y la activación de la fermentación.

El mosto es trasladado a los tanques de fermentación donde de inmediato se procede a agregar dióxido de azufre con fines antimicrobiano y antioxidante, dosis elevadas de este compuesto contribuyen a activar la maceración.(Hidalgo Togores 2003a) En este momento pueden aplicarse, dependiendo del estado y tipo de uva, diferentes técnicas para una mejor extracción de la materia colorante contenidas en las partes sólidas de la uva antes de dar inicio a la fermentación alcohólica. A esta etapa se le denomina pre- fermentativa. (Hidalgo Togores 2003b)

1.2 Maceración Pre Fermentativa

La maceración pre - fermentativa es la extracción que se produce desde el llenado de la vasija hasta el comienzo de la fermentación alcohólica. La presencia de etanol es nula y las temperaturas moderadas. En esta etapa hay mayoritariamente extracción de antocianos, proantocianidinas y polisacáridos de la piel. Comienzan los fenómenos de copigmentación.

Las técnicas utilizadas en la maceración pre - fermentativa pueden ser:

a) Refrigeración antes del despalillado: Permite que las membranas celulares sean más permeables, facilitando la extracción de compuestos fenólicos y de precursores de aromas. Evita el arranque anticipado de la fermentación alcohólica

b) Maceración pre-fermentativa en frío: Alarga la fase pre- fermentativa permitiendo mayor extracción de compuestos fenólicos en fase acuosa. Así al comienzo de la fermentación alcohólica hay un alto nivel de antocianos y proantocianidinas disueltos en el medio, que favorece la combinación y la estabilidad del color.

c) Adición de Enzimas Pectolíticas: Permite hidrolizar las pectinas de las paredes celulares de las capas de pulpa próximas a la piel favoreciendo la extracción de antocianos.(Hidalgo Togores 2003a)

d) Adición de Taninos Enológicos: Sirve para aumentar el cuerpo y estructura del vino. En el caso de los taninos condensados, por su naturaleza similar a la de las procianidinas pueden participar en los procesos de combinación, y por tanto de la estabilización del color.(Hidalgo Togores 2003b) (Oreglia 1978)

1.3 Fermentación Alcohólica

Durante la vinificación tiene lugar simultáneamente la fermentación alcohólica y la maceración. Estos dos fenómenos condicionan la cinética de extracción de los compuestos fenólicos.

Al inicio de la fermentación alcohólica se adicionan levaduras al mosto para garantizar la biomasa necesaria en buen estado fisiológico para el desarrollo de la misma.

Las levaduras se seleccionan según los vinos teniendo en cuenta el perfil aromático y gustativo, así como la actividad β -glucosidasa. Es común añadir también activadores de fermentación y factores de crecimiento y desarrollo de las levaduras, para garantizar el adecuado crecimiento de las mismas. (Ribèreau-Gayon et al., 2003a)

Durante el proceso de fermentación las levaduras consumen azúcares reductores y liberan al medio etanol, dióxido de carbono y otros productos como glicerol, ácidos orgánicos, alcoholes superiores, ésteres, acetoina y compuestos azufrados. La presencia de etanol produce una mayor extracción de compuestos fenólicos por la degradación celular, comienza la liberación de sustancias menos accesibles como proantocianidinas con mayor grado de polimerización, o proantocianidinas unidas a proteínas o polisacáridos de las paredes celulares. A esta etapa de maceración se le denomina Maceración Durante la Fermentación y repercuten todos los parámetros que condicionan la dinámica de la fermentación (pH, temperatura, oxígeno, etc.) en la extracción. (Figura N° 14)(Ribèreau-Gayon et al., 2003a)

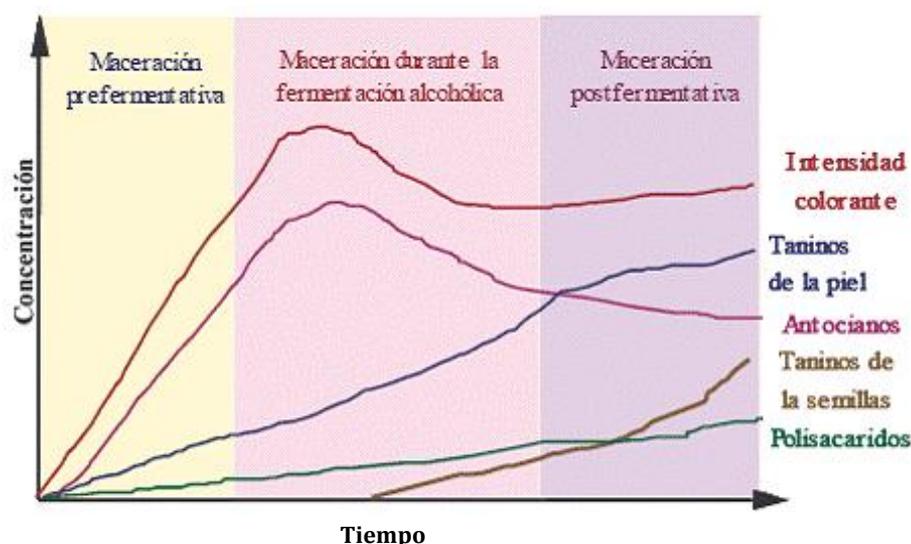


Figura N° 14 Cinética de extracción de los compuestos fenólicos durante la fermentación/maceración (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

1.4 Maceración Post-Fermentativa

La Maceración durante la Fermentación Alcohólica ocurre simultáneamente al aumento de la concentración de etanol y de la temperatura del medio. En esta fase también hay extracción de antocianos y de taninos de la piel. En el caso de los taninos de la semilla se inicia la extracción cuando se ha disuelto la cutícula por la presencia de etanol. En esta etapa comienza la formación de combinaciones proantocianidina-antocianos. El etanol provoca la disminución de la copigmentación y la precipitación de muchos de los polisacáridos que se van disolviendo en el medio.

El aporte de cada uno de los compuestos fenólicos de la uva y los fenómenos de combinación, condensación, polimerización, etc. que se producen durante la maceración tienen gran influencia en las propiedades organolépticas y varían en función de la madurez y naturaleza de la uva. (Llaudy Fernández 2007)

Durante la fermentación se forma el sombrero que es la acumulación de semillas y pieles en la parte superior de los tanques de fermentación empujados por el dióxido de carbono liberado por las levaduras como parte de su metabolismo. Durante esta fase se utilizan diferentes técnicas destinadas a aumentar el contacto vino/mosto con las partículas sólidas y por lo tanto la extracción de sustancias polifenólicas:

Sangría: Permite mejorar el color e incrementar la concentración fenólica del vino. Consiste en la extracción parcial del mosto. Este mosto que se extrae puede ser utilizado para la elaboración de vino rosado. Todo esto lleva a una mejor calidad del vino final. (Zamora, 2003)

Remontado: Consiste en enviar el mosto desde la parte inferior de las vasijas de fermentación a la parte superior distribuyéndolo sobre el sombrero. Este proceso facilita la extracción de los compuestos fenólicos de la piel y la semilla que se acumulan en el sombrero; pero también permite oxigenar el mosto, liberar dióxido de carbono, resuspender las levaduras al final de la fermentación y homogeneizar la temperatura del mosto. (Llaudy Fernández 2007) (Oreglia 1978)

Delestage: Consiste en vaciar completamente el volumen de la vasija y al cabo de unas horas se devuelve el mosto/vino al tanque. Esta práctica permite descompactar el sombrero produciendo una mayor extracción de compuestos fenólicos.

1.5 Descube y prensado

El descube es la operación que sigue a la fermentación alcohólica, pero no siempre coincide con el final de ésta. En función del tipo de vino a elaborar y de la calidad de la vendimia el descube puede realizarse:

- Antes de terminar la fermentación alcohólica, destinado a vinos jóvenes con sensaciones gustativas de gran suavidad. Estos terminan la fermentación alcohólica en ausencia de pieles y semillas.
- Recién terminada la fermentación alcohólica, destinada a vinos jóvenes más equilibrados.
- Después de dos o tres semanas de terminada la fermentación alcohólica, en vinos destinados a envejecer. (Maceración Post Fermentativa) (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

Los hollejos fermentados y luego de escurridos, se prensan y se obtiene el llamado vino de prensa. Este vino suele representar un 15% de la totalidad del vino, con una graduación alcohólica algo inferior al vino flor y una mayor concentración de compuestos fenólicos. (Ribèreau-Gayon et al., 2003b)

2. Análisis Sensorial en Vinos

La industria del vino intenta conocer las actuales tendencias de los consumidores de nuestro país como del exterior, por lo que reconocen la importancia de los análisis sensoriales como única vía para entender cómo perciben y valoran los vinos los consumidores.

El análisis sensorial es la apreciación por la vista, el gusto y el olor de las cualidades de un vino. Catar o degustar es someter un vino a nuestros sentidos para intentar conocerle y determinar sus características organolépticas y finalmente apreciarlo. (Peynaud 1996)

De acuerdo a este concepto es que se llevó a cabo la degustación de las muestras obtenidas de cada vino, según planilla inserta en anexo II pag.52, cuyos resultados se observan en tabla N° 10 pag.33

OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo fueron:

- 1- Conocer y adaptar un método de determinación del índice de vegetación (NDVI: Normalised Defference Vegetation Index) obtenido por teledetección en viñedos y su correlación respecto de la calidad de los vinos elaborados.
- 2- Delimitar y corroborar con ensayos a campo zonas de distinto vigor dentro de una parcela, utilizando imágenes georeferenciadas, que permitan realizar una viticultura de precisión.
- 3- Determinar diferencias analíticas en uvas y vinos de las distintas zonas de vigor con similar índice de vegetación.
- 4- Análisis sensorial de los vinos obtenidos a escala industrial de las tres diferentes zonas de distintos índices de vegetación.

HIPOTESIS

Planteo de las hipótesis:

- 1- El método NDVI (Normalised Defference Vegetation Index) nos permite predeterminar zonas de distinto vigor en un cultivo de vid.
- 2- El índice verde normalizado (NDVI) permite la diferenciación de zonas donde se producirán uvas con distintas características analíticas y polifenólicas
- 3- El índice verde normalizado (NDVI) permite la diferenciación de zonas para la obtención de vinos de distintas características polifenólicas y organolépticas.

MATERIALES Y METODOS

1. Ubicación y características del viñedo

El estudio comenzó con la toma de la fotografía, por la empresa AgriSat S.A. a través de una cámara aero transportada sobre los viñedos propiedad de la Bodega Nieto Senetiner, que están ubicados en el distrito de Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza (Figura N° 15).

La finca de 182 hectáreas productivas se encuentra a 900 msnm; su suelo es limo arcilloso, el sistema de conducción es parral de 9 años de antigüedad, con densidad de 1.600 plantas por hectárea (2,5 x 2,5). Dentro de la finca la variedad Malbec ocupa una superficie de 57.97 hectáreas distribuida en 16 cuarteles. Cuenta con riego por goteo. El programa anual de tareas agrícolas está expresado en la tabla N° 13 .Anexo II pag. 44

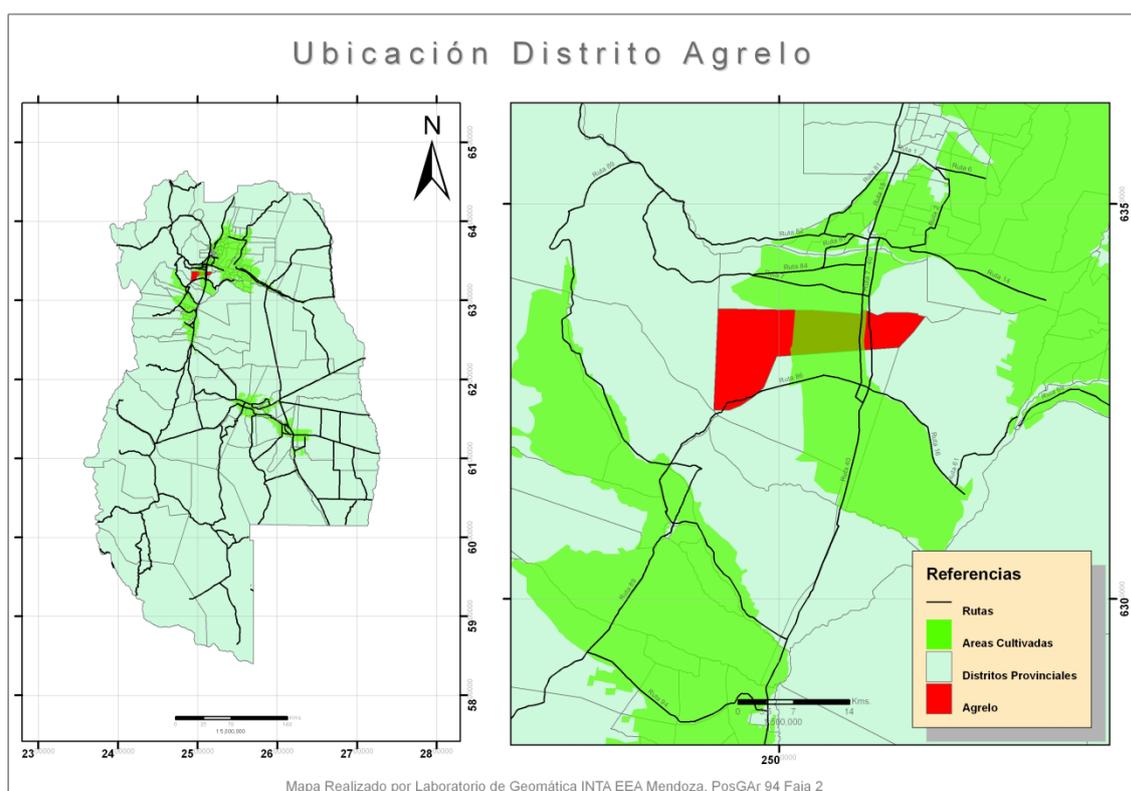


Figura N° 15: Distribución geográfica de los tres principales oasis irrigados, norte-este, centro y sur de la provincia de Mendoza y el distrito de Agrelo

2. Unidad Experimental

Las parcelas experimentales consistieron en:

Cuartel N° 8 como zona de vigor débil. Superficie del cuartel: 4,26 ha, con 39.120 kilos cosechados; para nuestro experimento se utilizaron 8.590 kg con un rendimiento de 80 quintales por hectárea y con un volumen a fermentar de 4.500 litros.

Cuartel N° 11 considerada zona de vigor medio. Superficie del cuartel: 4,26 ha, con 25.540 kilos cosechados, para nuestro experimento se utilizaron 8.390 kg con un rendimiento de 80 qq/ha y con un volumen a fermentar de 4.300 litros.

Cuartel N° 14 considerada como zona de vigor fuerte. Superficie del cuartel: 1,26 ha, con 10.465 kilos cosechados, para nuestro experimento se utilizaron 8.590 kg con un rendimiento de 130 qq/ha y con un volumen a fermentar de 4.100 litros. (Tabla 6 pag 31)

El estudio se realiza sobre estos cuarteles por considerarlos más representativos en cuanto a diferencias de NDVI.

3. Toma de muestra y análisis de uva

Para la toma de muestras y posterior análisis sobre cada parcela experimental se eligieron en forma aleatoria 12 plantas de la parte central de cada zona de vigor, repartidas de la siguiente forma: 4 plantas en 3 hileras.

Se contaron y pesaron todos los racimos de cada planta. Se contó la cantidad de brotes por planta, luego se midió la longitud de los brotes de cada planta muestreada.

Se obtuvo también el peso promedio de los racimos. Los datos obtenidos se encuentran en tabla N° 1 pag 27

Se recolectaron granos de distintas partes del racimo hasta completar 500 gramos. Las muestras se embolsaron, se identificaron y fueron trasladadas en frío al laboratorio de la Bodega ubicado en Carrodilla, Luján de Cuyo, para ser analizadas en forma inmediata. Para su análisis se utilizaron los siguientes elementos: trituradora marca Ultracomb Modelo 7008; espectrofotómetro: Marca HACH DR 4000. Balanza: Sartorius BP 221S. Centrífuga: Modelo 2036 Rolco. Pehachímetro: HACH Sension 3.

4. Cosecha de la Uva

La uva fue cosechada en forma manual en las fechas que figura en la tabla N° 6 pag. 32. En tabla N° 7 pag. 31, están expresados los datos iniciales del mosto a fermentar. Al descargar en el lagar se le agregó una dosis de dióxido de azufre de 5 g/HL. Se realizó una maceración en frío durante 72 horas. El equipo de frío utilizado es marca Kreyer de 350.000 frigorías.

5. Vinificación

El mosto se encubó en vasijas de 140 HL, fue corregido nuevamente la dosis de dióxido de azufre a 5 g/HL. También se corrigió la acidez total con ácido tartárico para llegar a un valor cercano a 6.5 g/L. A las 24 horas se realiza un sangrado del 10%, a las 48 horas se produce la siembra con levaduras seleccionadas marca BDX en una dosis de 20 g/HL

Se agregó: polvo de roble: 2 g/L. Esta es una práctica habitual que se realiza en todos los vinos de esta gama, se utilizó la misma dosis para los tres tratamientos.

Se realizaron 2 remontajes diarios y 3 dellestages en el transcurso de la fermentación con Bomba a rotor Marca EJM, año 2008, Caudal 20.000 L/h.

La fermentación se produjo entre 10 y 12 días con temperatura controlada entre 21 y 26° C

El desvine se realizó a las 24 horas de haber terminado la fermentación. Tabla N° 14, 15, 16 Anexo II pagina 45

6. Toma de muestra y análisis de los vinos

6.1 Análisis químicos

Se tomaron 2 bidones de 20 L. cada uno con muestras del vino obtenido, se los depositó en un refrigerador a 3 °C durante 2 días, los bidones contaban con un dispositivo para liberar el dióxido de carbono.

Luego se fraccionó en botellas de 700 mL, las cuales se identificaron y han servido para realizar los análisis sobre 2 botellas y por duplicado. Los parámetros enológicos analizados son: grado alcohólico, extracto seco, acidez total, acidez volátil, anhídrido libre y total y pH. Tabla N° 8 pág. 31 (Fernández, 1997)

Estos parámetros se midieron según los métodos descritos por la Oficina Internacional de la Viña y el Vino (www.oiv.int/es/accueil/index/php)

6.2 Análisis de los compuestos fenólicos

Las técnicas analíticas para determinar los compuestos fenólicos y su calidad en las muestras de uva y de vino están descritas en “Elaboración y Crianza del Vino Tinto” Zamora 2003.

Se realizaron los análisis de intensidad de color, índice de polifenoles totales, antocianos, taninos índice de gelatina, índice de ácido clorhídrico e índice de ionización. Los resultados figuran en tabla N° 9 pag 32.

6.3 Análisis Sensorial

La degustación por parte de los jueces se llevó a cabo al cumplirse el mes de embotellado. Se hicieron 5 degustaciones en las que participaron 6 jueces entrenados a tal fin y en cada sesión se degustaron los tres tipos de vinos obtenidos de cada zona de vigor. Los resultados están reflejados en Tabla 23 Anexo II pág. 54

La planilla utilizada es la que está en vigencia en la bodega desde hace 16 años y que figura en página 52 del Anexo II. El puntaje otorgado tiene una escala de 0 a 6 para los aspectos que tienen menor relevancia en la degustación y de 0 a 8 para los de mayor importancia.

6.3.1 Análisis descriptivo de los datos de la degustación

Los datos de las sesiones de evaluación sensorial de los distintos tratamientos fueron ordenados por juez y por parámetro a considerar importante y que podrían reflejar la diferencia entre los tratamientos: color; aroma; gusto y puntaje global

Luego se utilizó estadística no paramétrica. Concretamente se determinó la mediana y la moda comúnmente utilizadas en este tipo de producto. Los datos fueron tabulados y se plasmaron en un gráfico de telaraña (pág. 34 – 35)

7. Análisis sobre las vides posteriores a la cosecha

Luego de realizar la poda en el mes de junio, se obtuvieron las siguientes relaciones: (Tabla N° 2 pág. 27)

AF 1º/planta: Área total de hojas de todos los brotes de una planta sin tener en cuenta las feminelas.

AFT/planta: Área total de hojas de todos los brotes de una planta incluidas las feminelas.

AF 1º/Kg: Relación entre área foliar sin feminelas versus kilos de uva por planta.

AFT/kg: Relación entre área foliar con feminelas versus kilos de uva por planta

Índice de área foliar: Área foliar total de cada planta versus el distanciamiento entre plantas.

Peso de poda/planta: Peso de todos los sarmientos podados de cada planta, al momento de la poda.

Índice de Ravaz: Relación entre kilos de uva por planta versus peso de poda, para determinar el equilibrio de la planta. Valor normal en planta equilibrada: 5 – 10, mayor a 10: bajo vigor [sobrecarga]. Menor a 5: planta vigorosa. (Hidalgo Togados 2006) (Reynier 2002)

RESULTADOS

1. Distintas zonas de vigor obtenidas por Interpretación de la fotografía multiespectral

Según el informe presentado por la empresa tercerizada se diferencian en el momento del envero el 20 de Enero de 2009, dentro de una misma parcela, tres zonas de vigor: fuerte, medio y débil, según los índices de NDVI. (Figura N° 16) La tabla N°12 que contiene los valores máximos, mínimos y promedios que dan origen a esta imagen se encuentra en el Anexo II pag.43

No se encontró diferencia entre la cantidad de racimos por planta; peso de los racimos y la cantidad de brotes por planta entre las zonas de vigor débil y media por lo cual se podría agrupar en una sola zona de estudio. Tabla N° 1

Tabla N° 1 Promedio de racimos, kilos obtenidos, cantidad de brotes, longitud de brotes (cm) y peso de los racimos de uva por planta.

Zona de Vigor	Racimos/pl	kg/planta	Brotes/pl	Long brote (cm)	Peso racimos (kg)
Débil	45,0	5,08	31,75	68,93	0,119
Media	44,0	5,74	34,20	78,16	0,130
Fuerte	65,2	8,71	40,33	95,47	0,130

2. Diferencias de vigor obtenida con ensayos a campo

El vigor determinado por teledetección (NDVI) fue consistente con el valor medido en el terreno (Índice de Ravaz), encontrándose valores de Índice de Ravaz de 6,5 en sectores vigorosos, 7 en zonas de vigor medio y de 9,8 en zonas de vigor débil. Tabla N° 2

Tabla N° 2 Relación entre área foliar, kilos de uva y peso de poda por planta en zona de vigor débil, media y fuerte.

Zona de Vigor	AF1°/pl. (m2)	AFT/pl. (m2)	AF1°(m2)/kg	AFT(m2)/kg.	Índice de AF m2AF/m2pl	Peso de Poda (kg)	Indice de Ravaz
Débil	3,34	4,04	0,38	0,46	0,64	0,57	9,81
Media	4,12	5,6	0,47	0,63	0,89	0,89	7,7
Fuerte	5,91	9,13	0,7	1,08	1,46	1,4	6,54

Referencias:

AF 1°/planta: Área total de hojas de todos los brotes de una planta sin tener en cuenta las feminelas.

AFT/planta: Área total de hojas de todos los brotes de una planta incluidas las feminelas.

AF 1°/Kg: Relación entre área foliar sin feminelas versus kilos de uva por planta.

AFT/kg: Relación entre área foliar con feminelas versus kilos de uva por planta

Indice de área foliar: Área foliar total de cada planta versus el distanciamiento entre plantas.

Peso de poda/planta: Peso de todos los sarmientos podados de cada planta, al momento de la poda.

Indice de Ravaz: Relación entre kilos de uva por planta versus peso de poda, para determinar el equilibrio de la planta.

Agronómicamente se busca el equilibrio de la planta en cuanto a su área foliar total, en tabla N° 2: AFT(m²)/ Kg, esta relación es óptima cuando su valor está cercano a 1,5 m² por kg de uva. Los resultados indican que durante el año 2009 las plantas más equilibradas estaban en la zona de vigor fuerte con un valor de 1,08 m² por kg de uva. La zona de vigor débil con un valor de 0.46 m² por kg de uva está muy por debajo del valor requerido, con lo cual se espera un envejecimiento prematuro del viñedo. (Hidalgo Tогores 2006)(Reynier 2002)

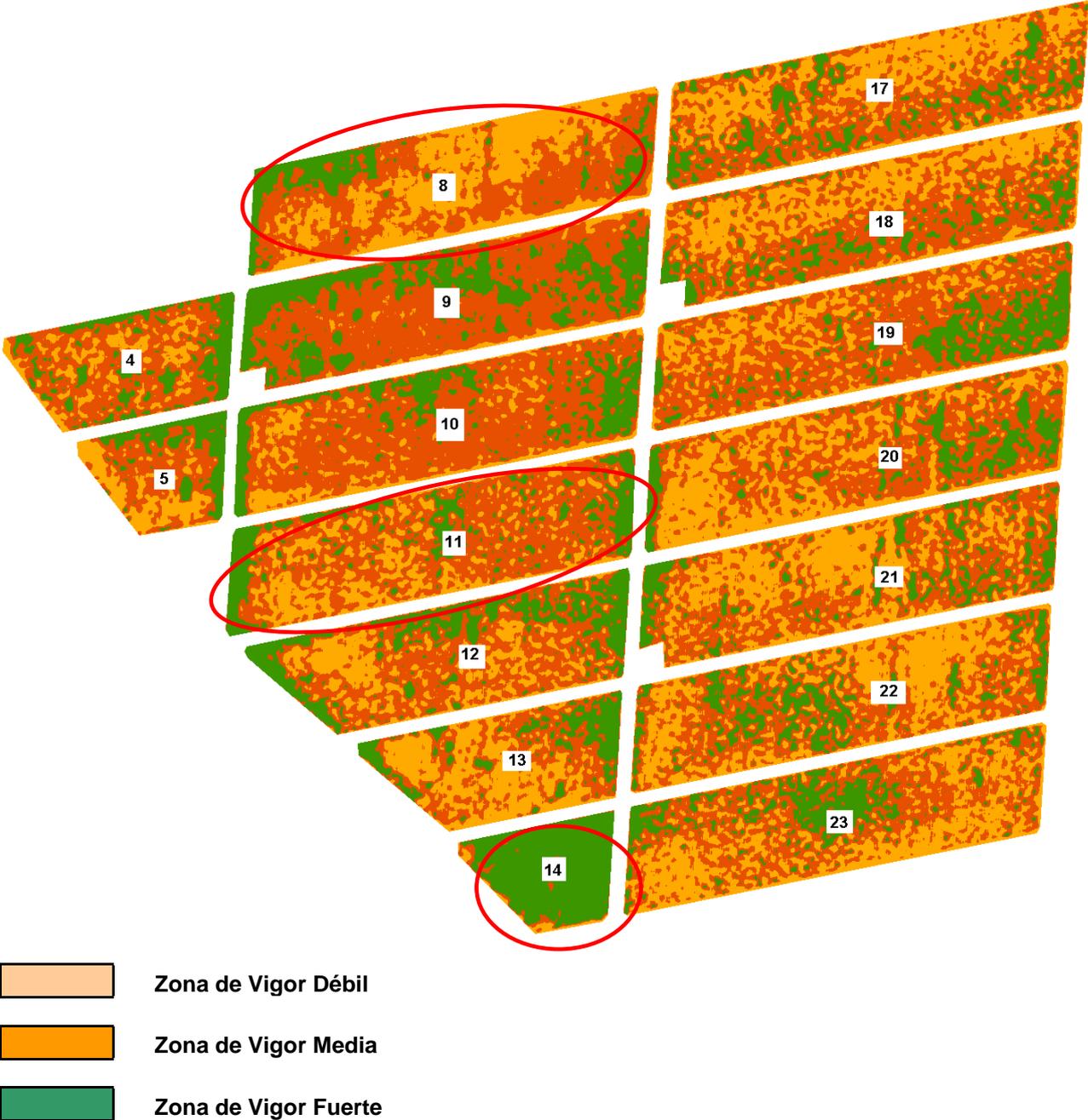


Figura N° 16 Fotografía multispectral con visualización del índice de vegetación [NDVI] en rangos [color] fraccionados por clases globales de vigor. Enero 2009 correspondiente al bloque implantado con uva Malbec de Finca Agrelo. Luján de Cuyo. Mendoza

El valor mínimo de NDVI en el bloque Malbec fue de 0.151 en el cuartel 23 y el máximo de 0.917 en el cuartel 12. La media de todo el bloque Malbec, 0.470 es considerada alta, lo que significa que presenta un vigor importante, aún la que tiene menor vigor tiene una media de 0.447. Tabla N° 12 Anexo II pág. 43

Se elige de variedad Malbec el cuartel N° 8, con un valor de NDVI promedio 0.447 para vigor débil, que tiene una superficie de 4,25 hectáreas; cuartel N° 11, con un valor de NDVI promedio 0.474 para vigor medio con 4.26 hectáreas y cuartel N° 14 con un valor promedio de NDVI 0.637 para vigor fuerte con 1.26 hectáreas. El estudio se realiza sobre estos cuarteles por considerarlos más representativos en cuanto a diferencias de NDVI. Tabla N°12 Anexo II pag 44

3. Resultados de los análisis en uva previo a la cosecha

Los resultados de los análisis de uva se muestran en las tablas N° 3, 4 y 5. Estos análisis comienzan el 19 de febrero, con una frecuencia de 15 días y el último se realiza una semana antes de la cosecha.

Tabla N° 3 Resultados del análisis de uva Malbec en parcela con vigor débil

Fecha	Antocianos Extraíbles mg/L	Antocianos Totales mg/L	Polifenoles Totales (absorción a 280 nm)	° Brix	Acidez Total g/L	pH	Azúcar g/L
19-feb	676	2089	61	25,8	5,60	3,63	260
05-mar	931	1268	46	25,6	4,45	3,54	258
12-mar	873	1450	45	25,8	4,50	3,59	269
19-mar	612	1605	44	26,8	4,62	3,63	271
26-mar	610	1553	45	26,8	4,58	3,65	271
01-abr	602	1498	49	26,8	4,44	3,69	270
07-abr	620	1666	46	26,9	4,12	3,89	268

Tabla N° 4 Resultados del análisis de uva Malbec en parcela con vigor medio

Fecha	Antocianos Extraíbles mg/L	Antocianos Totales mg/L	Polifenoles Totales (absorción a 280 nm)	° Brix	Acidez Total g/L	pH	Azúcar g/L
19-feb	697	1771	85	25,1	5,46	3,50	252
05-mar	517	1616	44	25,5	4,92	3,53	257
12-mar	550	1775	44	25,5	4,82	3,60	255
19-mar	638	1872	45	25,7	4,57	3,63	250
26-mar	600	1720	46	26,0	4,60	3,62	255
01-abr	565	1512	48	26,3	4,70	3,64	262
07-abr	517	1480	48	26,7	4,00	3,80	260

En el momento previo a la cosecha, presentó mayor concentración de antocianos totales, antocianos extraíbles e índice de polifenoles totales la parcela con mayor vigor.

Se observó variabilidad en los datos obtenidos de los análisis de uva previo a la cosecha, según la bibliografía consultada, debería haber aumentado el contenido de polifenoles después del invierno, sin embargo en nuestro caso los valores de antocianos y el Índice de Polifenoles Totales se mantuvieron. Gráfico 1 y 2

Tabla N° 5 Resultados del análisis de uva Malbec en parcela con vigor fuerte

Fecha	Antocianos Extraíbles mg/L	Antocianos Totales mg/L	Polifenoles Totales(absorción a 280 nm)	° Brix	Acidez Total g/L	pH	Azúcar g/L
19-feb	970	2100	84	25,2	5,40	3,50	253
05-mar	545	1750	43	25,2	5,86	3,56	253
12-mar	595	1850	44	25,3	5,50	3,56	255
19-mar	620	1921	46	25,5	5,11	3,58	259
26-mar	630	1852	47	25,9	4,90	3,60	258
01-abr	652	1676	52	26,4	4,50	3,60	268

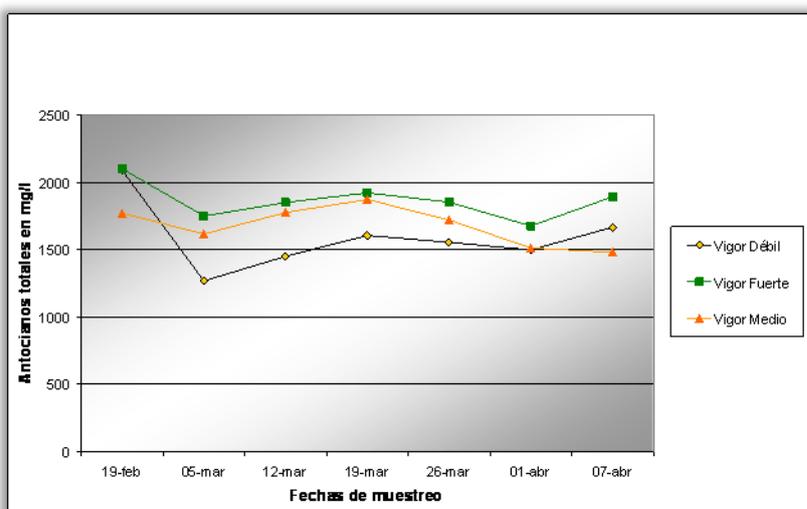


Gráfico N° 1 Evolución en la concentración de antocianos en mg/L en uva previo a la cosecha en zonas de vigor débil, media y fuerte

3.1 Resultados de los análisis en uva durante la cosecha

En tabla N° 6 figuran los datos de los kilos cosechados, rendimientos y volumen obtenido por cuartel. En tabla N° 7 figuran las características analíticas del mosto antes de fermentar.

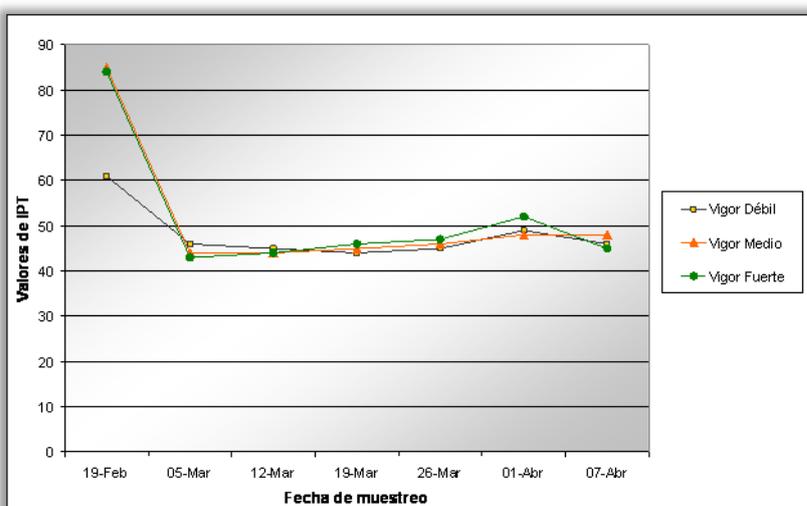


Gráfico N° 2 Evolución del Índice de polifenoles totales en uva durante la madurez en zonas de vigor débil, media y fuerte

4. Resultados de los análisis en vino

Las características analíticas del vino obtenido figuran en Tabla N° 8. Se observa valores mayores para los parámetros alcohol y extracto seco en el vino de zona de vigor débil.

La intensidad de color (suma de las absorbancias a 420 y 520 nm multiplicado por 1000) resultó mayor para el vino elaborado a partir de la zona de vigor débil con un valor de: 2254, le sigue el vino obtenido de la zona de vigor fuerte con 1627 y finalmente la muestra de la zona media presentó 1559. Tabla N° 9, gráfico N° 8.

El vino elaborado presentó mayor cantidad de antocianos en la zona de vigor medio con 952 mg/L con respecto al de la zona de vigor débil y fuerte. Tabla N° 9, gráfico N°9.

Tabla N° 6 Superficie de los cuarteles, fecha de cosecha, kilos y rendimiento de la uva ingresada a bodega proveniente de las zonas de vigor débil, media y fuerte.

Zona de Vigor	Cuartel	Superficie Cuarteles ha	Fecha de Cosecha	Kilos Cosechados	Rendimiento qq/ha	Volumen L	Rendimiento uva/vino
Débil	8	4,26	08/04/09	8590	80	4500	1.90
Media	11	4,26	11/04/09	8390	80	4300	1.95
Fuerte	14	1,26	13/04/09	8170	130	4100	2.0

Tabla N° 7 Características analíticas del mosto a fermentar

Zona de vigor	° Brix	Azúcar g/L	Acidez Total g/L	pH
Débil	27,2	261	3,80	3,95
Media	27,7	250	4,50	3,88
Fuerte	27,7	255	4,40	3,80

Tabla N° 8 Características analíticas del vino obtenido de la zona de vigor débil, media y fuerte

Zona de Vigor	Alcohol % vol	Extracto Seco g/L	Azúcar g/L	Acidez Total g/L	Acidez volátil g/L	SO ₂ LIBRE ppm	SO ₂ TOTAL ppm	pH
Débil	15,5	32,35	1,9	6,2	0,30	31,5	82,6	3,65
Media	15,0	31,90	1,9	6,2	0,28	37,0	105,3	3,68
Fuerte	14,9	30,18	2,4	6,0	0,28	41,1	96,8	3,59

El más alto contenido en polifenoles totales (IPT) fue medido para la muestra de vino de zona de vigor débil con un valor de 76, gráfico N° 4; mientras que el vino de la zona de vigor fuerte presentó el más alto contenido en taninos: 2.45 g/l. gráfico N° 3, Tabla N° 9

De la cantidad total de antocianos, el porcentaje que contribuye al color está dado por el índice de ionización; en los vinos obtenidos de las tres parcelas se trata de un vino joven. (Menor al 30%). Tabla N° 9, gráfico N° 7

Tabla N° 9 Características del contenido en polifenoles del vino obtenido de la zona de vigor débil, media y fuerte

Zona de Vigor	Intensidad de Color	Índice de Polifenoles Totales	Antocianos mg/L	Taninos g/L	Índice de Gelatina	Índice de CIH	Índice de Ionización
Débil	2254.64	76.33	832.33	2.093	25,66	18,16	28,00
Media	1559,33	71,83	952,5	2,208	22,83	15,66	16,83
Fuerte	1627,17	75,5	784,8	2,461	37,33	47,33	19,33

El vino obtenido no posee taninos astringentes, pues los valores del índice de gelatina para las tres zonas de vigor no superaron el 60% (Zamora 2003) .Sin embargo presentaría una astringencia menor el vino obtenido de la zona de vigor débil y media. Tabla N° 9 gráfico N° 5

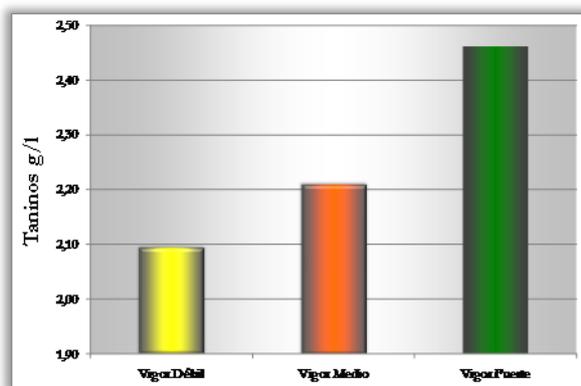


Gráfico N° 3 Concentración de taninos (g/L) en los vinos elaborados a partir de las zonas de vigor débil, media y fuerte

Según el índice de HCl de 47,3 para el vino de la zona de vigor fuerte indicaría taninos de alto grado de polimerización, provocando probablemente una precipitación, gráfico N° 6(Zamora,2003)

Los vinos obtenidos de la zona de vigor débil y media resultaron con niveles de taninos que indicarían que es un vino apto para la crianza con valores de 18.1 y 15.6 respectivamente. Tabla N° 9, gráfico N° 3

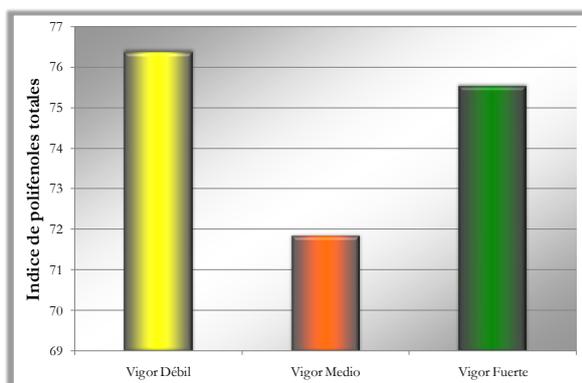


Gráfico N° 4 : Índice de Polifenoles Totales de los vinos elaborados a partir de las zonas de vigor débil, media y fuerte

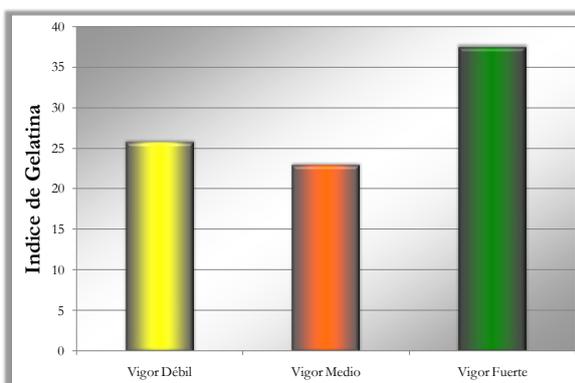


Gráfico N° 5: Índice de Gelatina de los vinos elaborados a partir de las zonas de vigor débil, media y fuerte

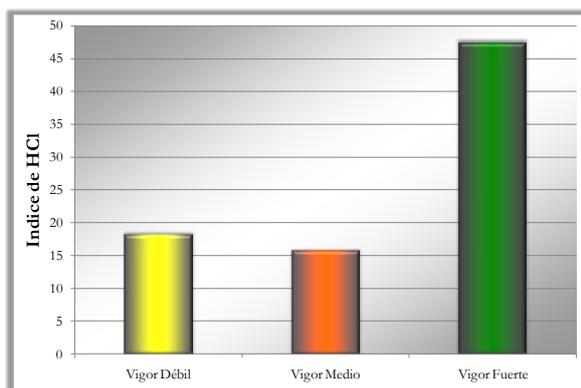


Gráfico N° 6: Índice de Acido Clorhídrico de los vinos elaborados a partir de las zonas de vigor débil, media y fuerte.

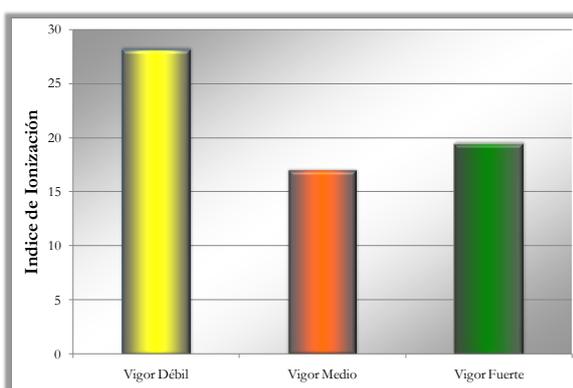


Gráfico N° 7: Índice de Ionización de los vinos elaborados a partir de las zonas de vigor débil, media y fuerte.

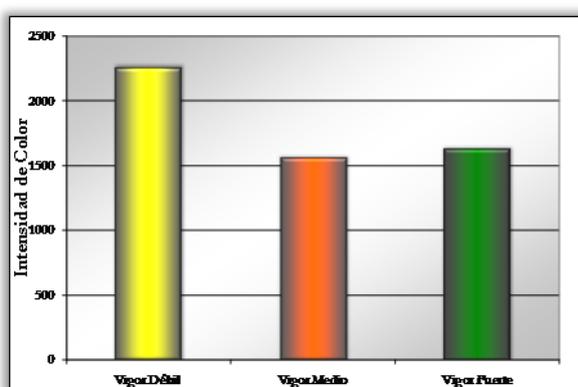


Gráfico N° 8: Intensidad de color en los vinos obtenidos de las zonas de vigor débil, media y fuerte.

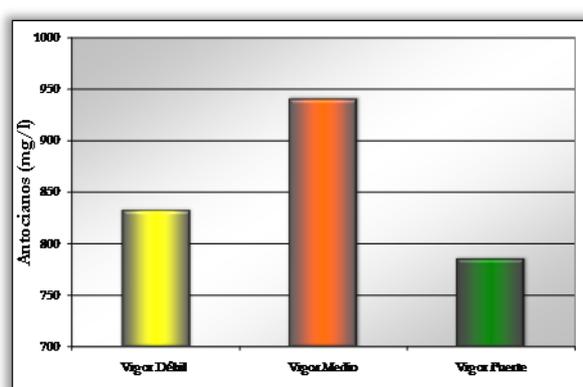


Gráfico N° 9: Antocianos (mg/L) en los vinos obtenidos de las zonas de vigor débil, media y fuerte.

1. Resultados del Análisis Sensorial

De los resultados del análisis sensorial se desprende que el vino obtenido del cuartel con menor vigor fue el más aceptado por los jueces con un puntaje general de 80.26 puntos, seguido por la muestra obtenida del cuartel con vigor medio con 78.06 puntos mientras que la muestra obtenida del cuartel de mayor vigor obtuvo 76.8 puntos.

En cuanto a la puntuación otorgada a la vista, el vino obtenido de la zona de vigor débil fue el mejor puntuado (Anexo II pág. 55)

Tabla N° 10 Medianas del puntaje asignado en el análisis sensorial de los vinos elaborados a partir de las zonas de vigor débil, media y fuerte

	Mediana del puntaje asignado a los vinos		
	Zona de vigor Débil	Zona de vigor Medio	Zona de vigor Fuerte
Transparencia	5	5	5
Tonalidad	5	5	5
Intensidad de color	5	5	4,5
Intensidad Aromática	6	6	6
Intensidad Gustativa	7	6	7
Cuerpo	7	6	6
Armonía Gusto/Olfato	6	6	6,5
Persistencia	7	6,5	6
Retrogusto	5	4	4
Global	7	6	6

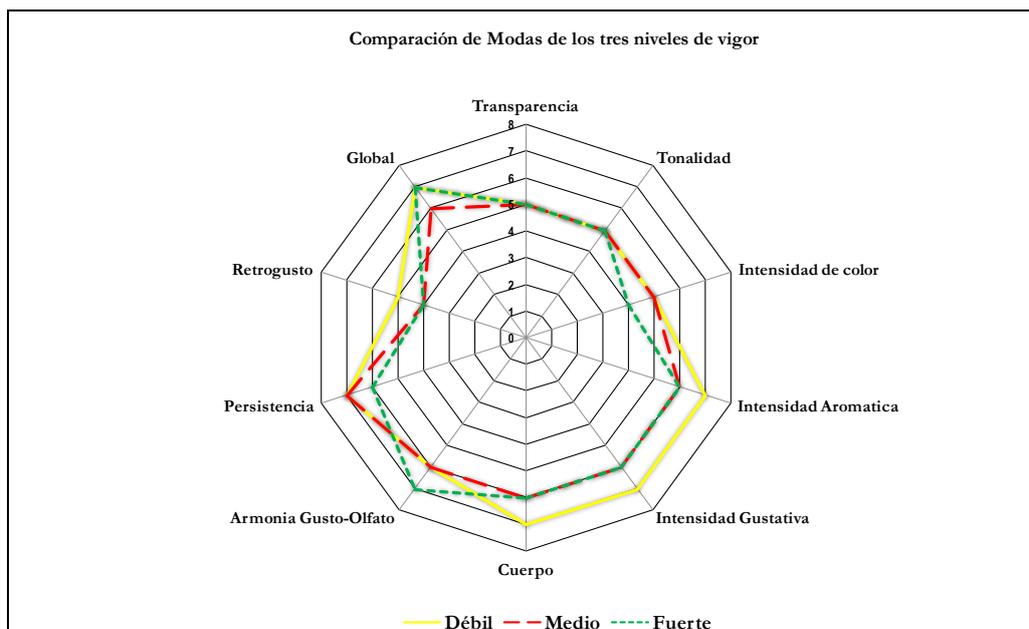


Gráfico N° 11: Moda de los puntajes del análisis sensorial realizado sobre los vinos obtenidos de las zonas de vigor débil, media y fuerte

6. Conclusiones parciales

Se delimitaron 3 zonas de vigor dentro de una misma parcela por medio de imágenes georreferenciadas e índices de NDVI.

Se determinó consistencia entre los valores de NDVI y los análisis realizados a campo sobre las plantas de vid.

Si bien los resultados de los análisis de uva reflejaban que la mayor concentración de compuestos fenólicos totales y de antocianos extraíbles estaban en la zona de mayor vigor, en el vino elaborado se produjo mayor extracción en el que provenía de la zona de vigor débil, con mayor intensidad de color e IPT.

Relacionando las variables agronómicas, las características analíticas y el análisis sensorial del vino obtenido, se podría utilizar la zona de vigor débil y medio como una unidad.

Se encontraron mejores características en el vino obtenido de la zona de vigor débil en cuanto al alcohol producido y extracto seco.

En las tres zonas se presentaron valores óptimos de antocianos pero no de taninos.

Hubo mayor cantidad de taninos en la zona de vigor fuerte pero éstos son muy astringentes y con probabilidad de precipitar por su alto grado de polimerización, según índice de ácido clorhídrico.

Según el índice de polifenoles totales, el vino tiene buena estabilidad de color y con buen cuerpo.

Según el índice de gelatina, no son vinos astringentes los obtenidos de las 3 zonas de vigor, presentando mejor puntaje el de la zona de vigor débil y media.

Los vinos obtenidos presentan características óptimas para ser destinados a la crianza en barrica.

Del análisis sensorial se desprende que el vino más aceptado proviene de la zona de vigor débil tanto para la vista como para el aroma y gusto.

El análisis estadístico no paramétrico de las medianas, en cada uno de los aspectos evaluados, muestran lo siguiente:

En las características visuales los vinos obtenidos de las tres zonas de vigor (débil, fuerte y medio) obtuvieron iguales valores de medianas, en tonalidad. La intensidad de los colores es levemente inferior en el vino proveniente de la zona de vigor fuerte.

En las características olfativas se puede concluir que la intensidad aromática, finura, armonía, y limpieza son iguales entre los tres tratamientos.

Las mayores diferencias entre las medianas se encontraron en el aspecto gustativo. En el cuerpo y retrogusto se obtuvieron mayores puntajes en el vino proveniente de la zona de vigor débil, las otras intensidades obtuvieron medianas similares. La mediana del tratamiento de vigor débil fue superior en los aspectos de Persistencia. Cabe destacar que el valor mayor de la mediana en el puntaje global fue obtenido por el tratamiento de vigor débil.

CONCLUSIONES

Los valores de NDVI obtenidos a través de la fotografía digital fueron significativos para separar diferentes zonas de vigor en el viñedo. Se pudo clasificar zonas de vigor fuerte, medio y débil. De esta manera se delimitó las zonas de ensayo de uvas y de los vinos elaborados a partir de las mismas. Esta clasificación fue consistente con los datos agronómicos obtenidos con ensayos a campo. Por lo tanto la información nos permite trabajar en el viñedo de un modo diferenciado, para acercarnos a una viticultura de precisión.

Los datos experimentales obtenidos en la parcela en estudio han permitido diferenciar tres tipos de manchas ó zonas bien definidas de diferentes índices de vegetación (NDVI). Los vinos provenientes de estas, presentan diferencias analíticas importantes y las pruebas sensoriales permiten una aproximación respecto de la relación inversa entre calidad índice de vegetación

BIBLIOGRAFÍA

- 1 - **CAMPBELL J.** 2007 Introduction to Remote Sensing. 4ta Edición. Guilford
- 2 - **CORTELL, J; HALBLEID,M; GALLAGHER,A; RIGHETTI, T; KENNEDY,J** 2006. Influencia del vigor de la vid en la uva y las proantocianidinas del vino. 2ª parte. Enología Revista Nº 1/8 Año III (29-35).
- 3 - Curso y Foro sobre percepción remota para viticultura de precisión. AgriSat SA Percepción Remota para el Agro – Frontera Agropecuaria SRL – Agricultura de Precisión - La Cumbre – Córdoba - Mayo de 2006.
- 4 - **FERNANDEZ, A** 1997 Enología en el Laboratorio. Edición Propia 1º Ed.
- 5 - **FERNANDEZ COPPEL,I** 2001 Las coordenadas Geográficas Universidad de Valladolid Edición digital
- 6 - **FLANZY, C.** 2000 Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos 1ª Edición AMV Ediciones Mundi-Prensa (114 a 131)
- 7 - **HIDALGO TOGORES,J** 2003 a Tratado de Enología.Tomo I Mundi Prensa. Ed.Madrid(437)(408)
- 8 - **HIDALGO TOGORES,J** 2003 b Tratado de Enología.Tomo II Mundi Prensa. Ed.Madrid (762-763) (780) (784) (788) (790-791)
- 9 - **HIDALGO TOGORES, J** 2006 La calidad del vino desde el viñedo Ediciones Mundi Prensa (237 a 241) (285 a 293) (361) (378) (427 a 429) (440) (444)
- 10- **LILLESAND T., KIEFER R. Y CHIPMAN, J** 2004 Remote Sensing and Image Interpretation. 5ta Edición. Ed Wil (33) (121) (237)
- 11- **LLAUDY FERNANDEZ, MC.**2007 Contribución al estudio de los factores que afectan la astringencia del vino. Tesis Doctoral Universitat Rovira I Virgili [www.tdr.cesca.es/...//tesis doctoral] 178 pag.[Consulta: 26 de junio 2009]
- 12- **OIV** Compendio de los métodos internacionales de análisis de los vinos y de los mostos (2 vol.) [www.oiv.int/es/accueil/index/php] Sección 2 OIV-MA-AS2-02; Sección 3 OIV-MA-AS311- 01C;313-01;02;15;323-04B [Consulta 12 de Octubre 2009]
- 13- **OJEDA H, CARRILLO, N; TISSEYRE, B; HEYWANG, M; CARBONNEAU, A;** 2006 Viticultura de precisión y estado hídrico. II Comportamiento cuantitativo y cualitativo de las zonas intra-parcelarias definidas a partir de la cartografía de potenciales hídricos. Enología Revista Nº 1/8 Año III (42-45).
- 14- **OREGLIA, F.** 1978 Enología Teórico-Práctica Volumen 1 Ediciones Instituto Salesiano de Artes Gráficas (94 a 96) (118) (357) ((373) (421)
- 15- **PEYNAUD, E.** 1996 Enología Práctica. 3ª edición Ediciones-Mundi Prensa (63) (88) (107) (198) (273)
- 16- **REY,J** 2005 Nociones de Geodesia y GPS Edición digital (61) (64) (65) (67)
- 17- **REYNIER, A.** 2002 Manual de Viticultura Mundi-Prensa (37)
- 18- **RIBÈREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONECHE, B.; LONVAUD, A.** 2003a Tratado de Enología 1 Microbiología del Vino Vinificaciones Editorial Hemisferio Sur. 1ª Edición.(326 a 330)
- 19- **RIBÈREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; GLORIES, Y,; MAUJEAN, A,;** 2003b Tratado de Enología 2. Química del vino Estabilización y Tratamientos. Editorial Hemisferio Sur 1º Edición.(177) (215) (229) (244)
- 20- www.agriculturadeprecision.org [Consulta 27 de noviembre 2009]
- 21- www.aulasca.es/file.php/1/materiales pag.37 [Consulta 2 de Octubre 2009]
- 22- www.eduspace.esa.int/firma espectral [Consulta 2 de Octubre 2009]
- 23- www.wikipedia.org/espectro electromagnetico [Consulta Julio 2009]
- 24- **ZAMORA, F.** 2003 Elaboración y Crianza del Vino Tinto. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. (13) (53) (57) (77) (83) (89)

1. Análisis del color y de los Compuestos Fenólicos Metodología e Interpretación

1.1 Compuestos Fenólicos Totales en Uva – IPT

Expresan la concentración global en estos compuestos. .

El método utilizado en este trabajo toma en cuenta la absorción característica a 280 nm de los ciclos bencénicos de la mayoría de los fenoles, es el índice de polifenoles totales (IPT). Está comprendido entre 6 y 120.(Zamora,2003).

La medición de la absorción a 280 nm corresponde a la totalidad de los compuestos fenólicos. Los taninos representan el elemento más importante en términos de cantidad, son esencialmente ellos los que se miden cuando se realiza el control de madurez. (Zamora,2003)

Realizar una dilución del filtrado con agua destilada. Leer a 280 nm en cubeta de cuarzo de 10 mm.

$$\text{IPT} = A_{280} \times 100$$

1.2 Antocianos en Uva

El principio del método consiste en extraer las antocianinas de las películas, por una parte en condiciones suaves y por otra en condiciones extremas, permitiendo romper las barreras de difusión. La extracción se realiza en medio ácido. (Zamora,2003)

Las soluciones acuosas utilizadas son:

- a) pH 1: Se diluyen 10.5 ml de HCl 37% en 1 litro de agua destilada. La solución se corrige con OHNa hasta pH 1 mediante pipeta Pasteur
- b) pH 3.2: Se disuelven 5 gr de ácido tartárico en agua destilada y se lleva a 1 litro. Se ajusta el pH con OHNa mediante pipeta Pasteur

La técnica comprende la toma de una muestra de 400 gramos de uva, se tritura 2 minutos tratando de no romper las semillas. Se separa el triturado en dos partes de 50 gr cada una. A la primera se le agrega 50 ml de solución pH 3.2, a la segunda 50 ml de solución pH 1. Se mezcla y se deja macerar durante 4 horas a temperatura ambiente. Se filtra por papel de filtro tipo Whatman y se procede a la determinación de antocianos descripta en el apartado 4.3.

A pH 3.2: Antocianos Extraíbles

A pH 1: Antocianos Totales

1.3 Índice de Polifenoles Totales en Vino- IPT

Se prepara una dilución 1:10 del vino con agua destilada y se determina la absorbancia a 280 nm en una cubeta de cuarzo de 10mm de camino óptico y el resultado se multiplica por el factor de dilución. (Zamora,2003)

1.4 Taninos Totales en vino

Se preparan dos tubos con tapa a rosca a los que se añade:

2 ml de vino diluido 1:50 más 1 ml de agua destilada más 6 ml de HCl 12N.

El tubo 1 se tapa herméticamente, se protege de la luz, y se coloca a baño maría durante 30 minutos. El tubo 2 se deja a temperatura ambiente.

Después de 30 minutos se saca el tubo 1 del baño y se enfría rápidamente. Posteriormente a los tubos 1 y 2 se añade 1 ml de etanol y después de removerlos se mide la absorbancia a 550 nm (tubo 1 = A1; tubo 2 = A2).

La concentración de taninos viene dada por la expresión:

$$\text{Taninos Totales (g/l)} = (A1 - A2) \times 19.33$$

El coeficiente 19.33 es el coeficiente de extinción molar de la cianidina obtenida por hidrólisis ácida de los taninos condensados, corregida para dar directamente el resultado en g/l. (Zamora,2003)

1.5 Antocianos Totales en Vino

Dentro de un vaso de precipitados se añade:

1ml de vino más 1ml de etanol más 20 ml de HCl al 0.7%

A continuación se preparan dos tubos de ensayos a los que se añade:

Tubo 1: 5 ml de la mezcla más 2 ml de agua destilada

Tubo 2: 5 ml de la mezcla más 2 ml de NaHSO₃ al 7%

Se tapan cuidadosamente los tubos, se agitan y al cabo de 10 minutos se mide la absorbancia a 520 nm en cubeta de 10mm. La concentración de antocianos totales se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Antocianos Totales (mg/l)} = (A1 - A2) \times 875$$

El coeficiente de 875 es el coeficiente de extinción molar de la malvidina corregido para dar directamente el resultado en mg/l. (Zamora,2003)

1.6 Índice de Acido Clorhídrico

Se basa en la inestabilidad de las procianidinas en medio de HCl fuerte.

Da el porcentaje de polimerización de los taninos. En los vinos tintos oscila entre el 5 y el 40%. En vinos con valores por encima del 35 – 40% 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.

Se preparan dos tubos de ensayo con:

2 ml de vino más 1 ml de agua destilada más 3 ml de HCl 12 N

El contenido del tubo 2 se diluye inmediatamente 1:3 con agua destilada y se mide la absorbancia a 280 nm (A2). El tubo 1 se deja a temperatura ambiente durante 7 horas exactas y posteriormente se diluye 1:30 con agua destilada y se mide la absorbancia a 280 nm (A1). (Zamora,2003)

El índice de HCl se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice de HCl} = 100 \times (A1 - A2) / A1$$

1.7 Índice de Gelatina

Se basa en la propiedad de los taninos de reaccionar con las proteínas formando con ellas combinaciones estables. Los taninos condensados presentes en el vino precipitan con la gelatina soluble, en forma reproducible y homogénea. Pone en evidencia la capacidad de reacción.

Figura Nº 17 Análisis de los antocianos (Zamora 2003)

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

Se preparan dos vasos de precipitados y se añade los siguiente:

Vaso 1: 25 ml de vino más 5 ml de agua destilada.

Vaso 2: 25 ml de vino más 5 ml de solución de gelatina (35 g/l)

Los vasos se colocan en la heladera y se dejan durante tres días. Posteriormente se centrifuga su contenido y se determinan los taninos de los dos sobrenadantes (vaso 1 = T1; Vaso 2 = T2).

El índice de gelatina se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice de gelatina} = 100 \times (T1 - T2) / T1$$

1.8 Índice de Ionización

Indica el porcentaje de antocianos que contribuyen al color del vino.

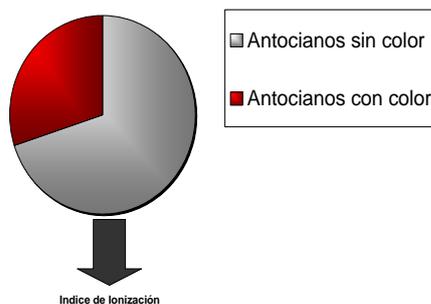


Figura Nº 17 Análisis de los antocianos (Zamora 2003)

El Índice de Ionización en los vinos jóvenes oscila entre 10 al 30%. Este valor se incrementa a lo largo del envejecimiento, pudiendo alcanzar en vinos añejos el 80 –90%

La Figura Nº 17 muestra el sentido de estos análisis. Los antocianos totales incluyen a los libres y los combinados, dentro del conjunto de antocianos totales tan sólo hay un porcentaje que presenta color. Este porcentaje viene determinado por el Índice de Ionización. (Zamora,2003)

Se preparan dos tubos de ensayo con 10 ml de vino y se añade lo siguiente:

Tubo 1: 2 ml de agua destilada.

Tubo 2: 2 ml de NaHSO₃ al 7 %

Se tapan cuidadosamente, se agitan y al cabo de 10 minutos se mide la absorbancia a 520 nm en cubeta de 1 mm de camino óptico (tubo 1= A1; tubo 2= A2). Posteriormente se calcula:

$$\Delta d\alpha = (A1 - A2) \times 12/10$$

Paralelamente se prepara otros dos tubos con 1 ml de vino y 7 ml de HCl 0.1 N y se añade lo siguiente:

Tubo 1: 2 ml de agua destilada

Tubo 2: 2 ml de NaHSO₃ al 7 %

Se tapan cuidadosamente, se agitan y al cabo de 10 minutos se mide la absorbancia a 520 nm en cubeta de 10 mm de camino óptico (tubo 1= A'1; tubo 2= A'2). Posteriormente se calcula:

$$\Delta d\gamma = (A'1 - A'2) \times 100/95$$

A partir de $\Delta d\alpha$ y de $\Delta d\gamma$ se calcula el índice de ionización de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Ionización} = 100 \times \Delta d\alpha / \Delta d\gamma$$

Tabla N° 12 Valores de NDVI Máximos, Mínimos y Promedios obtenidos al 20 de Enero de 2009 en los cuartes implantados con variedad Malbec de Finca Agrelo Los resultados se muestran con su desviación estándar.

Cuartel	Separación		Píxeles Cantidad	Superficie en (has)	NDVI				
	Filas	Plantas			Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar	CV
04	2,50	2,50	36.089	2,11	0,299	0,807	0,485	0,074	15,22
05	2,50	2,50	21.725	1,27	0,221	0,831	0,480	0,095	19,84
08	2,50	2,50	72.650	4,25	0,213	0,795	0,447	0,068	15,25
09	2,50	2,50	71.258	4,17	0,239	0,840	0,504	0,061	12,19
10	2,50	2,50	73.739	4,31	0,235	0,879	0,478	0,069	14,41
11	2,50	2,50	72.926	4,26	0,182	0,900	0,474	0,089	18,67
12	2,50	2,50	61.126	3,57	0,229	0,917	0,484	0,092	19,08
13	2,50	2,50	39.370	2,30	0,216	0,807	0,451	0,082	18,12
14	2,50	2,50	21.484	1,26	0,174	0,860	0,637	0,097	15,22
17	2,50	2,50	74.381	4,35	0,164	0,753	0,449	0,068	15,26
18	2,50	2,50	73.505	4,30	0,206	0,759	0,449	0,062	13,88
19	2,50	2,50	74.556	4,36	0,249	0,787	0,469	0,060	12,81
20	2,50	2,50	75.278	4,40	0,198	0,835	0,449	0,071	15,74
21	2,50	2,50	73.588	4,30	0,195	0,840	0,448	0,073	16,34
22	2,50	2,50	73.860	4,32	0,200	0,821	0,449	0,074	16,54
23	2,50	2,50	75.906	4,44	0,151	0,808	0,451	0,077	17,07

Tabla N° 13 Labores culturales realizadas en el viñedo durante el período 2008 – 2009

	TAREAS AGRICOLAS REALIZADAS
Mayo	Amugronado; limpieza; poda; riego; aplicación de herbicidas
Junio	Amugronado; poda; mantenimiento de maquinarias; riego; mantenimiento de maderas y alambres
Julio	Amugronado; poda; ataduras
Agosto	Poda; ataduras; aplicación de herbicidas, riego
Septiembre	Poda; ataduras; riego; aplicación de herbicidas y fertilizantes; mantenimiento de contornos; deshojes
Octubre	Ataduras; riego; desbrote; aplicación de herbicidas y fertilizantes; mantenimiento de contornos; deshojes
Noviembre	Riego; aplicación de herbicidas y fertilizantes; desbrotes; deshojes
Diciembre	Riego; aplicación de herbicidas y fertilizantes; desbrotes; despampanados; levantado de brotes
Enero	Riego; raleo de uvas; corte de brotes; despampanado
Febrero	Riego; raleo de uvas; mantenimiento de contornos
Marzo	Riego; mantenimiento
Abril	Cosecha; riegos; aplicación de fertilizantes

Tabla Nº 14: Marcha de la fermentación de la uva extraída de la zona de vigor débil

Fecha	Bè	tº	Operaciones
08-Abr	14,9	16	Corrección de acidez total y SO2
09-Abr	14,9	16	Sangría 10%
10-Abr	14,9	17	Siembra
11-Abr	14,0	18	
12-Abr	12,5	19,5	Dellestage
13-Abr	9,4	23	
14-Abr	7,5	25	Dellestage
15-Abr	6,0	23	
16-Abr	4,0	21	Dellestage
17-Abr	2,8	22,5	
18-Abr	1,6	24	
19-Abr	0,8	25	
20-Abr	0,2	24	
21-Abr	0	24	Desvine

Tabla Nº 15: Marcha de la fermentación de la uva extraída de la zona de vigor medio

Fecha	Bè	tº	Operaciones
10-Abr	15	15	Corrección de acidez total y SO2
11-Abr	15	15	Sangría 10%
12-Abr	15	16	Siembra
13-Abr	13,5	17	
14-Abr	12,8	18,5	Dellestage
15-Abr	9,8	22	
16-Abr	7,5	24	Dellestage
17-Abr	5,0	26	
18-Abr	3,2	23	Dellestage
19-Abr	2,0	24	
20-Abr	0,8	24	
21-Abr	0	23	
22-Abr	0	23	Desvine

Tabla Nº 16: Marcha de la fermentación de la uva extraída de la zona de vigor fuerte

Fecha	Bè	tº	Operaciones
12-Abr	14,9	16	Corrección de acidez total y SO2
13-Abr	14,9	17	Sangría 10%
14-Abr	13,8	18	Siembra
15-Abr	11,9	19,5	
16-Abr	8,9	22	Dellestage
17-Abr	6,5	24	
18-Abr	5,0	25	Dellestage
19-Abr	3,8	23	
20-Abr	2,0	24	Dellestage
21-Abr	1,2	24	
22-Abr	0,6	25	
23-Abr	0	25	
24-Abr	0	24	Desvine

Tabla Nº 17 a Clases y rangos para la determinación de las diferentes zonas de vigor asignados por la empresa tercerizada

CAMPAÑA 2009

EMPRESA: NIETO SENENTIER

FINCA: AGRELO

PROVINCIA: MENDOZA

FECHA DE VUELO: 20-01-09

FECHA DE PROCESAMIENTO: 02-02-09

Media	Rango		Colores		Clases
< 0,04	-1,00	0,04	Negro		Clase 1
0,06	0,04	0,08	Rojo 1		Clase 2
0,10	0,08	0,12	Rojo 2		Clase 3
0,14	0,12	0,16	Rojo 3		Clase 4
0,18	0,16	0,20	Marrón 1		Clase 5
0,22	0,20	0,24	Marrón 2		Clase 6
0,26	0,24	0,28	Marrón 3		Clase 7
0,30	0,28	0,32	Marrón 4		Clase 8
0,34	0,32	0,36	Amarillo 1		Clase 9
0,38	0,36	0,40	Amarillo 2		Clase 10
0,42	0,40	0,44	Amarillo 3		Clase 11
0,46	0,44	0,48	Amarillo 4		Clase 12
0,50	0,48	0,52	Verde 1		Clase 13
0,54	0,52	0,56	Verde 2		Clase 14
0,58	0,56	0,60	Verde 3		Clase 15
0,62	0,60	0,64	Verde 4		Clase 16
0,66	0,64	0,68	Azul 1		Clase 17
0,70	0,68	0,72	Azul 2		Clase 18
0,74	0,72	0,76	Azul 3		Clase 19
> 0,76	0,76	1,00	Azul 4		Clase 20

res de NVDI obtenidos por empresa tercerizada en el mes de enero 2009 en Finca Agrelo

Ilustración Tabla N° 17 b Clases y rangos para la determinación de las diferentes zonas de vigor asignados por la empresa tercerizada

Resultados de la Clasificación:		UNIDADES MENORES											
Lote:	Variedad:	Malla:	Estructura:	Separación: Filas:	Separación: Plantas:	Clase:	Píxeles:		NDVI				
							Cantidad:	Superficie en (has):	Min.:	Máx.:	Mean.:	STD.:	CV:
04	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	36.089	2.11	0.299	0.807	0.485	0.074	15.22
						11	12.080	0.71	0.299	0.448	0.416	0.024	5.88
						13	17.092	1.00	0.448	0.536	0.486	0.024	4.90
						16	6.917	0.40	0.536	0.807	0.604	0.058	9.52
05	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	21.725	1.27	0.221	0.831	0.480	0.095	19.84
						10	7.131	0.42	0.221	0.431	0.388	0.035	8.95
						12	10.057	0.59	0.431	0.544	0.479	0.031	6.39
						16	4.537	0.27	0.544	0.831	0.627	0.067	10.75
08	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	72.650	4.25	0.213	0.795	0.447	0.068	15.25
						10	23.544	1.38	0.213	0.413	0.382	0.029	7.55
						12	34.058	1.99	0.413	0.491	0.448	0.022	4.83
						14	15.048	0.88	0.491	0.795	0.548	0.057	10.39
09	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	71.258	4.17	0.239	0.840	0.504	0.061	12.19
						12	20.001	1.17	0.239	0.473	0.443	0.032	7.23
						13	38.242	2.24	0.473	0.543	0.504	0.019	3.83
						15	13.015	0.76	0.543	0.840	0.596	0.062	10.36
10	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	73.739	4.31	0.235	0.879	0.478	0.069	14.41
						11	20.550	1.20	0.235	0.444	0.414	0.032	7.71
						12	41.340	2.42	0.444	0.525	0.478	0.022	4.52
						15	11.849	0.69	0.525	0.879	0.592	0.078	13.12
11	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	72.926	4.26	0.182	0.900	0.474	0.089	18.67
						11	30.724	1.80	0.182	0.447	0.410	0.030	7.44
						13	36.257	2.12	0.447	0.591	0.492	0.034	6.87
						18	5.945	0.35	0.591	0.900	0.704	0.091	12.98
12	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	61.126	3.57	0.229	0.917	0.484	0.092	19.08
						11	22.331	1.31	0.229	0.443	0.404	0.030	7.39
						13	28.665	1.68	0.443	0.556	0.489	0.032	6.45
						17	10.130	0.59	0.556	0.917	0.642	0.088	13.66
13	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	39.370	2.30	0.216	0.807	0.451	0.082	18.12
						10	13.801	0.81	0.216	0.410	0.374	0.027	7.36
						12	16.639	0.97	0.410	0.504	0.450	0.026	5.84
						15	8.930	0.52	0.504	0.807	0.571	0.056	9.85
14	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	21.484	1.26	0.174	0.860	0.637	0.097	15.22
						12	3.472	0.20	0.174	0.561	0.476	0.077	16.18
						16	12.250	0.72	0.562	0.690	0.631	0.033	5.30
						19	5.762	0.34	0.690	0.860	0.746	0.040	5.36
17	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	74.381	4.35	0.164	0.753	0.449	0.068	15.26
						10	23.154	1.35	0.164	0.411	0.373	0.031	8.19
						12	30.610	1.79	0.411	0.489	0.449	0.022	4.91
						14	20.617	1.21	0.489	0.753	0.533	0.039	7.25
18	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	73.505	4.30	0.206	0.759	0.449	0.062	13.88
						10	22.306	1.30	0.206	0.415	0.379	0.028	7.51
						12	31.183	1.82	0.415	0.485	0.450	0.020	4.44
						14	20.016	1.17	0.485	0.759	0.525	0.037	7.13
19	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	74.556	4.36	0.249	0.787	0.469	0.060	12.81
						11	23.781	1.39	0.249	0.438	0.407	0.025	6.19
						12	33.273	1.95	0.438	0.507	0.470	0.019	4.10
						14	17.502	1.02	0.507	0.787	0.553	0.041	7.42
20	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	75.278	4.40	0.198	0.835	0.449	0.071	15.74
						10	22.337	1.31	0.198	0.411	0.374	0.032	8.60
						12	35.816	2.09	0.411	0.492	0.449	0.022	4.99
						14	17.125	1.00	0.492	0.835	0.545	0.054	9.81
21	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	73.588	4.30	0.195	0.840	0.448	0.073	16.34
						10	22.581	1.32	0.195	0.409	0.371	0.032	8.52
						12	33.626	1.97	0.409	0.493	0.449	0.024	5.24
						14	17.381	1.02	0.493	0.840	0.547	0.053	9.69
22	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	73.860	4.32	0.200	0.821	0.449	0.074	16.64
						10	23.138	1.35	0.200	0.409	0.369	0.031	8.51
						12	32.287	1.89	0.409	0.494	0.450	0.024	5.31
						14	18.435	1.08	0.494	0.821	0.547	0.047	8.65
23	Malbec	Sin	Parral	2,50	2,50	0	75.906	4.44	0.151	0.808	0.451	0.077	17.07
						10	22.458	1.31	0.151	0.409	0.367	0.039	10.59
						12	34.913	2.04	0.409	0.497	0.450	0.025	5.49
						14	18.535	1.08	0.497	0.808	0.552	0.049	8.92

Tabla Nº 18 DATOS AGRONOMICOS ZONA DE VIGOR DEBIL

PROMEDIO Y PESO DE RACIMOS, KILOS DE UVA OBTENIDOS, CANTIDAD Y LONGITUD DE BROTES.
RELACION ENTRE AREA FOLIAR, KILOS DE UVA Y PESO DE PODA POR PLANTA
MALBEC AGRELO 2009

CUARTEL Nº 8 ZONA DE VIGOR DEBIL													
Hilera	Planta Nº	Racimos /pl	kg/planta	Brotes/pl	Long brote (cm)	Peso racimos (kg)	AF1°/pl. (m2)	AFT/pl. (m2)	AF1°(m2)/kg	AFT(m2)/kg.	Índice de AF m2AF/m2pl	Peso de Poda (kg)	Indice de Ravaz
96	5	57	3,940	35	68,54	0,069	3,65386007	4,39293561	0,39998468	0,4808906	0,7028697	0,654	6,02
96	13	61	5,250	34	57,06	0,086	2,93029945	2,7861978	0,35583478	0,3383361	0,44579165	0,480	10,94
96	17	23	2,405	34	90,29	0,105	4,72253292	7,07375171	0,4881171	0,73113713	1,13180027	1,030	2,33
96	19	52	6,460	37	59,86	0,124	3,35319597	3,42519042	0,35653333	0,36418824	0,54803047	0,525	12,30
98	7	53	5,445	34	83,41	0,103	4,35146562	6,18604871	0,40954971	0,58221635	0,98976779	0,824	6,61
98	15	35	3,860	27	73,41	0,110	3,02727464	3,88782744	0,44981793	0,5776861	0,62205239	0,477	8,09
98	18	28	5,740	32	62,78	0,205	3,04828525	3,3169223	0,36572109	0,39795109	0,53070757	0,540	10,63
98	22	38	3,390	28	70,43	0,089	3,00703505	3,7151746	0,55174955	0,68168341	0,59442794	0,539	6,29
100	6	64	8,900	37	68,46	0,139	3,85795663	4,6327276	0,36005195	0,43235909	0,74123642	0,537	16,57
100	12	43	4,530	28	82,18	0,105	3,52892775	4,9636967	0,36702317	0,51624511	0,79419147	0,617	7,34
100	15	49	4,735	25	52,72	0,097	1,9825184	1,6369282	0,26827042	0,22150585	0,26190851	0,312	15,18
100	19	33	6,395	30	57,97	0,194	2,62886433	2,56201059	0,28267358	0,27548501	0,40992169	0,415	15,41
		45	5,088	31,750	68,926	0,119	3,34101801	4,04828431	0,38794394	0,46664034	0,64772549	0,579	9,810

Tabla Nº 19 DATOS AGRONOMICOS ZONA DE VIGOR MEDIO

PROMEDIO Y PESO DE RACIMOS, KILOS DE UVA OBTENIDOS, CANTIDAD Y LONGITUD DE BROTES.
RELACION ENTRE AREA FOLIAR, KILOS DE UVA Y PESO DE PODA POR PLANTA
MALBEC AGRELO 2009

CUARTEL Nº 11 ZONA DE VIGOR MEDIO													
Hilera	Planta N°	Racimos/pl	kg/planta	Brotos/pl	Long brote (cm)	Peso racimos (kg)	AF1°/pl. (m2)	AFT/pl. (m2)	AF1°(m2)/kg	AFT(m2)/kg.	Índice de AF m2AF/m2pl	Peso de Poda (kg)	Indice de Ravaz
91	11	46	4,400	31	87,61	0,0957	4,17404903	6,13431686	0,45692929	0,67151799	0,9814907	1,010	4,36
92	7	36	6,325	36	60,69	0,1757	3,30996769	3,44600932	0,401939	0,41845893	0,55136149	0,530	11,93
92	14	45	5,680	37	67,65	0,1262	3,81041522	4,51899445	0,39384137	0,46707953	0,72303911	0,610	9,31
92	17	35	7,655	34	66,91	0,2187	3,46155132	4,05710981	0,36805437	0,43137797	0,64913757	0,620	12,35
95	10	47	3,185	40	101,93	0,0678	6,29450236	10,0889663	0,59242375	0,94954977	1,6142346	1,225	2,60
94	16	47	7,225	33	64,39	0,1537	3,22782428	3,62219916	0,47961728	0,53821681	0,57955187	0,500	14,45
94	18	53	6,360	22	67,00	0,1200	2,2429682	2,6327026	0,26910236	0,31586114	0,42123242	0,860	7,40
94	23	43	6,955	36	73,78	0,1617	4,0574957	5,23431799	0,74449462	0,96042532	0,83749088	0,810	8,59
96	6	60	5,805	35	130,68	0,0968	7,10390394	12,6464636	0,66298684	1,18025792	2,02343418	2,120	2,74
96	10	47	5,005	37	79,81	0,1065	4,52412331	6,22639585	0,47052765	0,64757107	0,99622334	1,070	4,68
96	14	33	4,470	36	68,25	0,1355	3,7416951	4,4788293	0,50631869	0,60606621	0,71661269	0,720	6,21
96	18	37	5,910	34	69,26	0,1597	3,58829669	4,36032232	0,38583835	0,46885186	0,69765157	0,675	8,76
		44	5,748	34,250	78,163	0,1348	4,12806607	5,6205523	0,4776728	0,63793621	0,89928837	0,896	7,780

Tabla Nº 20 DATOS AGRONOMICOS ZONA DE VIGOR FUERTE

**PROMEDIO Y PESO DE RACIMOS, KILOS DE UVA OBTENIDOS, CANTIDAD Y LONGITUD DE BROTES.
RELACION ENTRE AREA FOLIAR, KILOS DE UVA Y PESO DE PODA POR PLANTA
MALBEC AGRELO 2009**

CUARTEL Nº 14 ZONA DE VIGOR FUERTE													
Hilera	Planta Nº	Racimos/pl	kg/planta	Brotes/pl	Long brote (cm)	Peso racimos (kg)	AF1°/pl. (m2)	AFT/pl. (m2)	AF1°(m2)/kg	AFT(m2)/kg.	Índice de AF m2AF/m2pl	Peso de Poda (kg)	Indice de Ravaz
31	6	68	9,135	45	102,78	0,1343	7,14199113	11,495242	0,78182716	1,25837351	1,83923872	1,840	4,96
31	9	72	8,235	39	114,13	0,1144	6,89190134	11,6423555	0,83690362	1,41376509	1,86277689	2,230	3,69
31	12	65	9,675	38	124,29	0,1488	7,32762463	12,8089686	0,75737722	1,3239244	2,04943498	2,000	4,84
31	18	62	9,405	50	88,6	0,1517	6,810859	10,081907	0,72417427	1,0719731	1,61310512	1,360	6,92
32	6	73	10,625	44	93,32	0,1455	6,3229987	9,66020299	0,59510576	0,90919558	1,54563248	1,320	8,05
32	9	58	6,730	35	101,17	0,1160	5,46549399	8,72690116	0,81210906	1,29671637	1,39630418	1,300	5,18
32	11	63	8,335	40	81,35	0,1323	4,9886602	6,9650046	0,59851952	0,83563343	1,11440074	1,030	8,09
32	18	50	5,450	40	105,13	0,1090	6,49754876	10,5747135	1,19221078	1,9403144	1,69195416	1,190	4,58
33	4	77	10,715	41	84,71	0,1392	5,33190539	7,66191514	0,49761133	0,71506441	1,22590642	1,380	7,76
33	6	67	9,615	40	79,68	0,1435	4,88269536	6,71150528	0,50782063	0,69802447	1,07384084	1,100	8,74
33	9	65	7,390	40	76,25	0,1137	4,665055	6,190845	0,6312659	0,83773275	0,9905352	0,950	7,78
33	14	63	9,300	32	94,22	0,1476	4,64422995	7,1348953	0,49937956	0,76719304	1,14158325	1,180	7,88
		65,25	8,718	40,33	95,47	0,133	5,91424695	9,13787134	0,70285874	1,08899255	1,46205941	1,407	6,540

Tabla Nº 21 Resultados de los parámetros enológicos analizados sobre los vinos obtenidos de la zona de vigor débil, media y fuerte

ZONA DE VIGOR DEBIL

Color	IP	IPT	Antoc.mg/l	Taninos g/l	Ind.Gelatina	Ind.CIH	Ind.Ioniz.
2330	2,87	77	831	1,98	25	18	30
2350	2,90	75	832	2,3	25	19	30
2250	2,85	77	831	2,3	27	19	30
2200	2,88	76	850	2,0	27	18	25
2198	2,86	76	820	1,98	25	17	25
2200	2,90	77	830	2,0	25	18	28

Alcohol	Ex. Seco	Azucar	Ac.total	Ac. vol	SO ₂ LIBRE	SO ₂ TOTAL	Ph
15,6	32	1,9	6,22	0,28	32	83	3,66
15,5	32,7	1,9	6,18	0,3	31	82	3,66
15,6	32,7	1,9	6,18	0,33	32	83	3,66
15,5	32,2	1,9	6,22	0,28	31	83	3,65
15,5	32,3	1,9	6,23	0,3	31	83	3,65
15,6	32,2	1,9	6,22	0,33	32	82	3,65

ZONA DE VIGOR MEDIO

Color	IP	IPT	Antoc.mg/l	Taninos g/l	Ind.Gelatina	Ind.CIH	Ind.Ioniz.
1560	2,49	73	935	1,95	25	15	16
1559	2,49	71	980	2,50	24	15	16
1560	2,5	72	940	2,55	20	16	20
1560	2,5	73	990	1,90	20	15	17
1555	2,52	71	930	1,95	25	17	16
1562	2,54	71	940	2,40	23	16	16

Alcohol	Ex. Seco	Azucar	Ac.total	Ac. vol	SO ₂ LIBRE	SO ₂ TOTAL	Ph
15,0	31,5	1,9	6,22	0,30	37	106	3,68
15,1	31,5	1,9	6,20	0,28	37	106	3,68
15,1	31,7	1,9	6,19	0,31	37	104	3,68
15,0	32,2	2,0	6,22	0,27	37	104	3,68
15,1	32,4	1,9	6,20	0,27	37	106	3,68
15,1	32,1	1,9	6,20	0,27	37	106	3,68

ZONA DE VIGOR FUERTE

Color	IP	IPT	Antoc.mg/l	Taninos g/l	Ind.Gelat.	Ind.CIH	Ind.Ioniz.
1635	2,34	75	786	2,22	37	48	20
1640	2,42	77	790	2,90	35	47	20
1630	2,42	74	785	2,70	35	47	20
1620	2,45	75	798	2,00	40	47	18
1618	2,40	77	770	2,50	38	48	20
1620	2,42	75	780	2,45	39	47	18

Alcohol	Ex. Seco	Azucar	Ac.total	Ac. vol	SO ₂ LIBRE	SO ₂ TOTAL	Ph
14,9	30,6	2,43	6,00	0,30	40	97	3,59
14,9	29,6	2,44	6,00	0,28	40	97	3,59
14,9	30,3	2,43	6,00	0,28	42	97	3,59
14,9	30,1	2,46	6,06	0,28	42	97	3,59
14,9	30,0	2,47	6,06	0,28	42	97	3,59
14,9	30,5	2,45	6,00	0,30	41	96	3,59

Tabla Nº 22 Puntaje otorgado por los jueces en el análisis sensorial de vino elaborado

Jueces	DEBIL	FUERTE	MEDIA	Jueces	DEBIL	FUERTE	MEDIA
1 Vista	15	13	13	16 Vista	13	12	12
Aroma	26	22	22	Aroma	13	18	18
Gusto	38	35	31	Gusto	42	37	36
Global	7	6	6	Global	7	7	6
	86	76	72		75	74	72
2 Vista	15	13	13	17 Vista	13	13	15
Aroma	25	22	22	Aroma	23	25	25
Gusto	41	35	36	Gusto	36	36	33
Global	8	6	7	Global	6	7	6
	89	76	78		78	81	79
3 Vista	18	18	18	18 Vista	15	13	11
Aroma	29	26	23	Aroma	21	17	21
Gusto	41	36	36	Gusto	28	26	26
Global	8	7	7	Global	5	5	5
	96	87	84		69	61	63
4 Vista	15	15	15	19 Vista	15	14	14
Aroma	23	24	24	Aroma	27	27	18
Gusto	43	40	38	Gusto	37	37	34
Global	8	7	7	Global	6	7	6
	89	86	84		85	85	72
5 Vista	16	14	14	20 Vista	15	13	13
Aroma	26	22	22	Aroma	22	22	26
Gusto	38	37	39	Gusto	38	39	39
Global	7	7	7	Global	6	6	7
	87	80	82		81	80	85
6 Vista	18	14	15	21 Vista	17	14	12
Aroma	28	23	24	Aroma	27	23	22
Gusto	40	34	38	Gusto	38	33	27
Global	8	6	8	Global	7	5	5
	94	77	85		89	75	66
7 Vista	16	16	18	22 Vista	15	13	12
Aroma	24	25	28	Aroma	26	26	22
Gusto	37	37	38	Gusto	41	39	34
Global	7	7	7	Global	7	7	6
	84	85	91		89	85	74
8 Vista	17	15	16	23 Vista	13	13	12
Aroma	18	29	27	Aroma	24	23	22
Gusto	37	44	38	Gusto	38	36	33
Global	6	7	7	Global	7	6	6
	78	95	88		82	78	73
9 Vista	15	14	14	24 Vista	15	15	15
Aroma	25	26	26	Aroma	23	23	20
Gusto	38	37	39	Gusto	33	30	33
Global	7	7	7	Global	7	6	6
	85	84	86		78	74	74
10 Vista	13	16	14	25 Vista	15	15	15
Aroma	24	24	23	Aroma	20	15	20
Gusto	34	34	35	Gusto	29	33	28
Global	7	7	7	Global	6	6	6
	78	81	79		70	69	69
11 Vista	17	15	16	26 Vista	14	9	12
Aroma	25	27	25	Aroma	20	20	19
Gusto	36	38	36	Gusto	28	30	29
Global	6	7	6	Global	5	5	6
	84	87	83		67	64	66
12 Vista	13	13	14	27 Vista	14	11	15
Aroma	20	24	23	Aroma	19	17	23
Gusto	31	29	26	Gusto	34	33	34
Global	5	6	5	Global	6	6	7
	69	72	68		73	67	79
13 Vista	17	16	15	28 Vista	11	11	11
Aroma	23	19	20	Aroma	24	21	21
Gusto	33	36	27	Gusto	23	31	33
Global	6	7	4	Global	5	6	6
	79	78	66		63	69	71
14 Vista	15	14	14	29 Vista	13	13	14
Aroma	23	26	26	Aroma	21	26	17
Gusto	38	37	38	Gusto	33	31	30
Global	7	6	7	Global	7	6	5
	83	83	85		74	76	66
15 Vista	15	15	15	30 Vista	15	14	14
Aroma	26	23	26	Aroma	23	23	26
Gusto	35	34	37	Gusto	29	35	33
Global	5	6	7	Global	6	7	6
	81	78	85		73	79	79

Tabla Nº 23 Resultados de análisis sensorial de vino elaborado

	VISTA			AROMA			GUSTO			PUNTUACION TOTAL		
	DEBIL	FUERTE	MEDIA	DEBIL	FUERTE	MEDIA	DEBIL	FUERTE	MEDIA	DEBIL	FUERTE	MEDIA
	15	13	13	26	22	22	38	35	31	86	76	72
	15	13	13	25	22	22	41	35	36	89	76	78
	18	18	18	29	26	23	41	36	36	96	87	84
	15	15	15	23	24	24	43	40	38	89	86	84
	16	14	14	26	22	22	38	37	39	87	80	82
	18	14	15	28	23	24	40	34	38	94	77	85
	16	16	18	24	25	28	37	37	38	84	85	91
	17	15	16	18	29	27	37	44	38	78	95	88
	15	14	14	25	26	26	38	37	39	85	84	86
	13	16	14	24	24	23	34	34	35	78	81	79
	17	15	16	25	27	25	36	38	36	84	87	83
	13	13	14	20	24	23	31	29	26	69	72	68
	17	16	15	23	19	20	33	36	27	79	78	66
	15	14	14	23	26	26	38	37	38	83	83	85
	15	15	15	26	23	26	35	34	37	81	78	85
	13	12	12	13	18	18	42	37	36	75	74	72
	13	13	15	23	25	25	36	36	33	78	81	79
	15	13	11	21	17	21	28	26	26	69	61	63
	15	14	14	27	27	18	37	37	34	85	85	72
	15	13	13	22	22	26	38	39	39	81	80	85
	17	14	12	27	23	22	38	33	27	89	75	66
	15	13	12	26	26	22	41	39	34	89	85	74
	13	13	12	24	23	22	38	36	33	82	78	73
	15	15	15	23	23	20	33	30	33	78	74	74
	15	15	15	20	15	20	29	33	28	70	69	69
	14	9	12	20	20	19	28	30	29	67	64	66
	14	11	15	19	17	23	34	33	34	73	67	79
	11	11	11	24	21	21	23	31	33	63	69	71
	13	13	14	21	26	17	33	31	30	74	76	66
	15	14	14	23	23	26	29	35	33	73	79	79
Suma	448	414	421	698	688	681	1067	1049	1014	2408	2342	2304
Media	14,93	13,8	14,03	23,23	22,93	22,7	35,56	34,96	33,8	80,26	78,06	76,8