

Influencia de las coberturas vegetales en el microclima de la canopia de la vid y en las características de la uva y el vino

Jorge José B. NAZRALA

Docente Investigador de la Cátedra de Enología I de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo)

El presente trabajo corresponde a un resumen de la Tesis presentada por el autor y cuya defensa le permitió obtener el Título de Master of Science de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y la Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier Francia. El trabajo se realizó con la Dirección del Ing. Agr. Raúl F. Del Monte de la EEA Mendoza del INTA.

El autor es Enólogo, Ingeniero Agrónomo, Especialista en Docencia Universitaria y Master en Viticultura y Enología. Ha sido Agente de Proyecto Vitivinícola del Programa Cambio Rural del INTA y desde el año 1987 es Docente Investigador de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Cátedra de Enología I. Dirige Proyectos de Investigación de la SECyT de la UNCuyo. Es coordinador de dos convenios de asistencia técnica firmados entre la Facultad de Ciencias Agrarias con la Cooperativa Vitivinícola La Riojana y con la EEA La Consulta del INTA. Es profesor de Industria Enológica I en el Nivel Terciario de la Escuela Vitivinícola Don Bosco y de Viticultura en el Curso de Postgrado Planeamiento y Gestión de Calidad desde el Viñedo al Vino, que es organizado por el CLEIFRA, la Universidad J. A. Maza y la Facultad de Enología Don Bosco.

Capítulo I

1.1 Introducción

En los últimos treinta años, el manejo de los suelos vitícolas ha evolucionado sensiblemente. Por razones económicas principalmente y tecnológicas por otra parte (por ejemplo el empleo del riego por goteo), el laboreo mecanizado del suelo ha cedido lugar al desmalezado químico y al empleo de coberturas vegetales permanentes o semipermanentes.

En general, las coberturas vegetales se emplean en los viñedos con diversos objetivos. Varios autores (Le Goff-Guillou *et al*, 2000; Morlat *et al*, 1993; Riou et Morlat, 1996; Larchevêque *et al*, 1998) coinciden en señalar que las coberturas vegetales tienen efectos positivos como controlar el vigor y el rendimiento, además de mejorar el estado sanitario y la calidad del racimo. Poco se conoce todavía sobre la variabilidad del sistema viña-cobertura a lo largo del tiempo (Bourde *et al*, 1999). Le Goff-Guillou *et al* (2000) han demostrado que en general se puede poner en evidencia una disminución de la expresión vegetativa y de los rendimientos, mejorando los tenores de azúcar, antocianos y de polifenoles. Los tenores de ácido málico y nitrógeno disminuyen, extendiendo la duración de las fermentaciones, pero mejorando los vinos en su estructura y color. Los efectos sobre el rendimiento y

el vigor, son muy sensibles a la añada (sobre todo en el balance hídrico) y al terruño. La prolongación de la fermentación parece estar ligada a una disminución del nitrógeno en los mostos, pero podría tratarse de un fenómeno más complejo.

En la región vitícola argentina y en la mendocina en particular, el establecimiento de una cobertura tiene otros objetivos. Desde el principio de los años noventa, es una práctica cada vez más difundida entre los viticultores que incorporan este manejo a sus explotaciones. Del Monte *et al* (1994; 2000) afirman que las coberturas permiten mejorar la infiltración del agua en los suelos con tendencia a compactarse, mejorar la estructura de las primeras capas de suelo, aumentar levemente el contenido de materia orgánica, anticipar la entrada de la maquinaria aún después de lluvias de cierta intensidad, de especial interés particularmente en la época de cultivo para el control de las enfermedades criptogámicas. En terrenos muy fértiles y de excesiva humedad, es posible lograr cierto control de los rendimientos.

Como puede verse, los objetivos marcan líneas predominantes en el uso de las coberturas vegetales en el viñedo europeo y en el mendocino. En el viejo mundo, generalmente el empleo de la cobertura vegetal del suelo está asociado a una competencia con la vid y un interés en el mejoramiento de la calidad, vinculado por sobre todo con un control del vigor y el rendimiento. En Mendoza y en la viticultura regadía en general, vigor y rendimiento son controlados en la mayoría de los casos con un adecuado manejo del agua y los fertilizantes.

Por otra parte se sabe que las superficies de los suelos se comportan como cuerpos opacos y por ello pueden ser vistos por medio de la luz que reflejan. El color de la luz reflejada depende del tipo de superficie y del color de la luz incidente (es decir que para poder determinar los colores de las superficies, debe especificarse la luz con la que es iluminada) en este caso la luz solar. La mayoría de los objetos no reflejan uniformemente todo el espectro. Su factor de reflexión (es decir, la fracción de luz incidente que es reflejada) es función de la longitud de onda y se dice que presentan una reflexión selectiva (Sears y Zemansky, 1979). Así la composición de la radiación solar reflejada es distinta en el caso de suelos cubiertos de nieve, arena, piedras, coberturas vegetales o mantillos oscuros ricos en materia orgánica o turba (Robin, 2000 b) Cada superficie refleja en cierto grado el espectro completo. Esto es, no es cierto que la superficie amarilla refleje sólo el amarillo, la verde sólo la verde, etc. La curva del factor de reflexión de un

cuerpo, dice únicamente como modifica dicha superficie la luz que incide sobre ella (Sears y Zemansky, 1979)

Trabajando con diferentes niveles de restricción hídrica, Vallone et al (1998) han observado en viñedos de Mendoza, que si el suelo permanece con alta restricción (cercano al 0% de humedad disponible), se produce un calentamiento del aire adyacente.

La solarización, por empleo de revestimientos reflectantes sobre el suelo, permite reenviar un 20% de la radiación solar recibida por él, a las plantas y sus frutos. Esta radiación extra que reciben las partes inferiores de las canopias, se traduce generalmente en una mejora en la calidad de los mostos, al menos en las situaciones macroclimáticas estudiadas (Sauvage *et al* 2000) Estos autores coinciden en que la técnica implica una mejora productiva, en el nivel de azúcar y en la composición polifenólica. Algunos de ellos (Sauvage *et al* 2000) sostienen que las características de reflexión de una parcela, deben considerarse como parámetros del terruño. Dicha afirmación se sustenta en el hecho de que los factores ambientales pueden modular sensiblemente la evolución de los diferentes parámetros de madurez de la uva.

Sobre la base de estos conocimientos, se creyó oportuno determinar si existen modificaciones microclimáticas en la canopia de la vid (sobre todo el microclima lumínico), provocadas por la cobertura natural del suelo. Evaluando los efectos del cambio de microclima sobre las variables fisiológicas y calidad de la materia prima, objetivo con el cual se llevo a cabo este trabajo.

Capítulo 2

Estado actual de los conocimientos

2.1 Las coberturas vegetales en los viñedos

Bourde *et al* (1999) estudiando durante cuatro años el comportamiento del viñedo en tres situaciones diferentes de suelo, determinaron diferencias importantes entre los tratamientos, sobre todo en la producción. Ellos establecieron que si la vid vegetaba durante todo su ciclo con malezas que no superaran los 15 cm de altura y aplicando herbicida y desecando las malezas en los meses de abril y mayo (octubre, noviembre del Hemisferio Sur – HS-), se producía una disminución de la producción. Esta disminución fue aún más notable en los veranos secos. De acuerdo a sus conclusiones, esa

baja en la producción se tradujo en un aumento del contenido de azúcar y de antocianos.

Le Goff-Guillou *et al* (2000) coinciden en señalar que existe un efecto de la cobertura sobre el vigor y los rendimientos. La planta manifiesta una expresión vegetativa menor, disminuyendo la superficie foliar expuesta potencial. Este efecto es más marcado en los años calurosos y secos, pero presenta cierta atenuación en el caso de suelos profundos y aquellos años en los que el balance hídrico es positivo. Se produce un incremento de los polifenoles totales y una disminución en el contenido de ácido málico. Los mismos autores encuentran una disminución en la velocidad de la fermentación de los mostos, sin embargo no parece existir correlación entre las variables ($r^2=0,35$). Los vinos tienen mejor acidez y una mejor percepción de la estructura y el color. Hay un aumento en la proporción de malvidina y otras formas cumariladas y acetiladas (Morlat *et al* 1993).

Larchevêque *et al* (1998) destacan, además de los efectos mencionados arriba, la mejor situación de los suelos con cobertura en la lucha contra la erosión. Estos autores mencionan también una disminución en la velocidad de la fermentación alcohólica, asociada a una modificación en la composición nitrogenada del mosto, lo cual es confirmado por los estudios de Maigred y Murisier (1991) y Soyer *et al* (1984).

Los suelos se enriquecen superficialmente en materia orgánica (Morlat *et al*. 1989); mejora la porosidad y la capacidad de retención del agua, aumentando la relación C/N y el pH (Morlat, 1981; Morlat *et al*, 1993).

Otros autores han remarcado la influencia sobre el enraizamiento por parte de la cobertura. Ancel (1996), por ejemplo, sostiene que el peso total de las raíces no es modificado. Sin embargo, en suelos profundos y húmedos, el sistema radical de la vid se desarrolla en profundidad explorando nuevos horizontes (Larchevêque *et al*, 1998; Delas, 1993).

Distinta es la situación en los suelos superficiales y climas secos donde la concurrencia de la cobertura está más ligada a la situación hídrica. Las raíces de la vid no pueden colonizar los horizontes más profundos y por lo tanto compiten con las malezas (Morlat *et al*, 1984) provocando una situación de estrés que afecta la continuidad del viñedo. Por el contrario, donde el agua y la profundidad de suelo no son un factor limitante, la concurrencia está más ligada al nitrógeno que al agua. Es decir que la competencia por el nitrógeno será más significativa, cuando las raíces de la cobertura exploren

la misma zona que las de la vid y tanto más cuanto más agresiva sea la maleza (Morlat et al, 1984)

En la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se desarrollan desde hace diez años (Del Monte *et al* 1994; 2000) (Uliarte y Del Monte, 2003) trabajos tendientes a establecer la influencia de las coberturas en las condiciones de vegetación de la vid y la calidad de la uva y el vino. Es en las evaluaciones sensoriales de los vinos Malbec de esos ensayos, donde se determina que aquellos provenientes de parcelas con coberturas de tréboles (*Trifolium repens*) la calidad del vino es más baja (Del Monte *et al* 2000). Estos autores señalan que la diferencia podría haber estado debida a un aumento de la expresión vegetativa del viñedo del tratamiento con trébol, lo que generaba una situación lumínica desfavorable. Por las características propias de la especie (trébol), se hacía necesario el mantenimiento de un perfil húmedo permanente, compatible con su propia supervivencia. Ese volumen extra de agua agregado, más el aporte de nitrógeno que naturalmente hacen las leguminosas, provocaba mayor desarrollo vegetativo en la vid, que se traducían, entre otros, en los gustos herbáceos y la menor concentración que los degustadores encontraban en los vinos analizados.

El viñatero mendocino emplea la cobertura vegetal principalmente para mejorar la infiltración del agua, evitar la compactación del suelo y anticipar la entrada de la maquinaria al viñedo después de las frecuentes lluvias que se presentan en la región durante los meses de enero a marzo que coinciden con la madurez y cosecha de la uva.

2.2 Microclima del viñedo y composición de la uva

El ambiente lumínico dentro de las canopias ha sido largamente estudiado, estableciéndose que está influenciado por diversos factores tales como el sistema de conducción y ciertas prácticas de manejo de la canopia (Smart, 1973; Smart *et al*, 1985). Shaulis y sus colaboradores (*en*: Dokoozlian *et al*, 1995) fueron los primeros en reconocer que la arquitectura del viñedo, los sistemas de conducción y el manejo de los brotes tienen una marcada influencia en el microclima lumínico del viñedo, su productividad y la composición química de la uva. Otros (Shaulis *et al*, 1971; Kasimatis *et al*, 1975; Reynolds *et al*, 1986; 1989; Smart, 1985; Wolf *et al*, 1986) centraron su atención sobre los beneficios de la exposición solar y como esta podía modificarse si se actuaba sobre el sistema de conducción y el manejo de los brotes. Estos autores comprobaron que los tratamientos que mejoran la ex-

posición a la luz, en general, mejoran la composición del vino. Así las uvas con mejor exposición tienen más azúcar, más antocianos y mayores índices de polifenoles totales, con menos ácido málico, menos potasio y menor pH (Smart *et al*, 1985)

La situación lumínica en el interior de la canopia es diferente a la del ambiente. Entre el 80 y el 90% de la luz visible (entre 400 y 700 nm), porción de luz que es utilizada para la fotosíntesis, es absorbida por la primera capa de hojas de la canopia y el resto es transmitida y reflejada. Así en el interior de una canopia densa, la luz recibida puede ser tan baja como el 1% de la recibida en el exterior (Smart, 1988; Smart *et al*, 1985).

Las plantas absorben más rojo (650 a 700 nm) que rojo lejano (710 a 800 nm) lo que implica una disminución de la relación R:RL en el interior de las canopias. Las relaciones van desde 1 a 1,2 en el exterior a 0,1 o menos en el interior (Smart, 1973; Smart *et al*, 1982). La relación R/RL regula el fotoequilibrio del fitocromo, fotorreceptor responsable de la detección de la calidad de la luz por la planta y está implicado en muchos aspectos relativos al crecimiento y metabolismo de la vid y a la regulación del crecimiento y composición de la uva (Smart *et al*, 1988)

Pearcy (1990) ha determinado que un flash o fleco de luz (*sunfleck*) que entra por los huecos del follaje tiene una gran variabilidad en su duración y su frecuencia pudiendo ir desde 0,6 a 1,2 s. Esos pulsos de luz pueden estimular significativamente la asimilación de Carbono en hojas sombreadas. Esto pone de manifiesto que la vid es muy sensible al microclima luminoso, aún cuando las variaciones de cantidad y duración del estímulo son muy pequeñas (Cartechini y Palliotti, 1995; Dokoozlian y Kliewer, 1995). Estas variaciones se dan tanto en el sentido horizontal como el vertical del follaje, por lo tanto estarán en relación directa con el número de capas de hojas (espesor de la canopia) que la luz debe atravesar (Dokoozlian y Kliewer 1995 a). Así se encuentran valores de relación R/RL, en la zona frutal, cercanos al 10% del medio ambiente cuando la densidad excede los $8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ de canopia y los rayos de luz están casi ausentes en la zona frutal cuando la densidad de la canopia supera los $10 \text{ m}^2 \text{ m}^{-1}$ (Dokoozlian y Kliewer 1995. b)

El metabolismo de los antocianos responde tanto a cambios en las condiciones de luz como de temperatura (Haselgrove *et al* 2000). Estos autores muestran que la luz es un factor limitante en la acumulación de antocianos, sobre todo en la primera parte de la maduración. Sin embargo, cuando la luz recibida es suficiente, determinaron que la temperatura, pasa a ser el

factor limitante. Así, racimos más expuestos y cuya temperatura supera generalmente los 35°C en la tarde, inhibe la síntesis de los antocianos y/o incrementa su degradación. Mucha literatura además soporta estas afirmaciones (Pirie and Mullins, 1980; Hrazdina *et al*, 1984; Smart *et al*, 1985; Smart *et al*, 1988). Kliewer en 1970 ya indicaba que la temperatura y la luz tienen efectos significativos en la producción de antocianos y que esos efectos son relativamente mayores sobre esta producción que sobre la acumulación de azúcares. Pirie and Mullins (1980) estudiaron que las enzimas involucradas en la síntesis de los antocianos tienen un rango óptimo de acción entre 17°C y 25°C y cuando excede los 35°C hay inhibición de esa síntesis.

Haselgrove *et al* (2000) propusieron que todas las prácticas de manejo de la canopia tendientes a lograr un mayor grado de apertura y exposición al sol de los racimos, son más difíciles de definir en los climas cálidos que en los fríos. Estos mismos autores concluyeron que aunque el perfil aromático de la uva era menos predecible, una canopia más sombreada tendrá más caracteres herbáceos. Sin embargo ellos mismos dicen que es un tema de estudio y que por ahora no es posible enlazar o relacionar el perfil aromático con la producción de antocianos.

Haselgrove *et al* (2000) determinaron que Cabernet Sauvignon deshojado muestra pequeñas diferencias en la producción de antocianos, sin embargo hay diferencias en el carácter y calidad del vino indicados por otros componentes, incluyendo el carácter varietal. Los antocianos totales declinan en su cantidad a medida que avanza la madurez. Esta pérdida estaría dada en mayor proporción por la forma malvidina -3-glucósido. En condiciones de sombra aumenta la forma cumarato y se pierde durante la vinificación, lo que explicaría porqué uvas con la misma cantidad de antocianos totales, originan vinos con menos intensidad colorante.

Keller and Hrazdina (1998) encuentran que la cianidina 3 glucósido es más sensible a las condiciones lumínicas disminuyendo si aumenta la sombra, mientras que la malvidina 3 glucósido es menos afectada. La delfinidina y petunidina monoglucósido también disminuirían sus porcentajes.

Price *et al* (1995) demostraron que la quercetina es sintetizada en las capas más externas de la epidermis, mientras que los antocianos lo son en la más interna y que el mecanismo de regulación de la producción de ambos compuestos, es independiente espacial y temporalmente. Estos autores afirman además, que la forma glicosilada es la presente en forma mayoritaria y que

esta forma actúa como filtro UV ayudando a proteger al cultivo de potenciales daños. En el caso del Pinot Negro los niveles de quercetina-glucósido están fuertemente correlacionados con la exposición de la fruta y lo mismo ocurre con el Syrah (Haselgrove *et al*, 2000)

Price *et al* (1995) determinaron que la quercetina 3 glucósido puede jugar un rol fundamental en la copigmentación ayudando a estabilizar el color en el vino. La quercetina 3 glucósido es un 10% de la concentración de antocianos y falta comprobar si es suficiente para lograr la estabilidad del color (Haselgrove *et al*, 2000).

Para el caso de resveratrol, su concentración es muy baja si no hay ataques de hongos o poca radiación UV-B, no siendo tan sensible al ambiente luminoso como los antocianos y la quercetina (Haselgrove *et al*, 2000)

Bergqvist *et al* (2001) trabajando con Cabernet Sauvignon y Grenache en el Valle de San Joaquín (California, USA) encuentran que al mismo nivel de exposición solar, la temperatura de las uvas al medio día es generalmente 3 a 4°C más en los racimos del sur (expuestos en la tarde) que en los del norte (sombreados en la tarde). Esto demuestra que los sólidos solubles inicialmente se incrementan pero luego, con mayor exposición (51 a $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) declina. La acidez titulable generalmente baja cuando la exposición solar aumenta. Los antocianos aumentan linealmente a medida que aumenta la exposición del lado norte (sombreado a la tarde), pero disminuye si la exposición de los racimos del sur excede los $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. El mismo patrón de comportamiento siguen los polifenoles totales.

Otros autores (Boulton, R. 2001. *In: Zoecklein et al 2001: Análisis y producción de vino*) proponen que las diferencias encontradas en la acidez y pH de distintos mostos, pueden deberse a una captación diferencial del catión potasio (K^+) de suelo por parte de las raíces. Boulton (2001) propone que la captación de potasio se realiza por acción de una ATP-asa unida a la membrana. Según ese autor un incremento del 10% en la concentración del potasio, puede traer aparejada una disminución de 0,1 unidades de pH. Boulton confirma en este caso que, la temperatura alta de un suelo puede estimular la actividad enzimática de la ATPasa y la captación de potasio. En casos de zonas muy frías en las que por distintos motivos el suelo se calienta, tanto los niveles de potasio como de acidez total son elevados, pero el pH sigue siendo bajo a causa de alta concentración de ácido málico. En zonas cálidas, concluye el mismo autor, la actividad enzimática es superior por la temperatura y el nivel de ácido es bajo como consecuencia de la respiración

del malato. Siempre que el potasio esté disponible en el suelo y existan condiciones de aerobiosis en la zona de las raíces, entra dicho catión y se transporta a través de la planta hasta las bayas, donde se intercambia con los H⁺ procedentes del ácido málico. En ese caso el pH es alto (> 3,6) la cantidad de potasio también (> 1000 mg/L) y la acidez total es baja (< 6 g/L)

2.3 Compuestos fenólicos de la uva

Los polifenoles son compuestos fundamentales del mundo vegetal. Se encuentran en todos los órganos vegetales, desde las raíces a los frutos. Existen variadas formas de estructuras químicas.

En la uva los fenoles juegan un rol importante en la calidad e influyen en forma directa o indirecta sobre las características de los vinos, confiriéndoles una gran parte de su estructura, su color y sus propiedades sensoriales. Los primeros aportes decisivos se deben al enólogo francés Ribereau-Gayon, en la década de 1960. Sus potenciales efectos sobre la salud humana y sus propiedades antioxidantes, los han hecho sujeto de numerosas investigaciones en los últimos años.

Cada cepaje tiene una composición polifenólica determinada la que está fuertemente condicionada por factores genéticos, agronómicos y ambientales (Cheynier *et al*, 1998)

Se pueden clasificar en compuestos polifenólicos no flavonoides y flavonoides.

2.3.1 No flavonoides

Se encuentran aquí los ácidos fenoles (benzoico y cinámico) y otros derivados como los estilbenos.

2.3.1.1 Ácidos fenoles

Son principalmente los ácidos hidroxicinámicos bajo las formas de ésteres del ácido tartárico (Cheynier *et al*, 1998)

Los más importantes son los ácidos cafeico, ferúlico y p-cumárico, que en la uva se encuentran en las vacuolas de las células del hollejo y en la pulpa (entre 2 y 100 veces menos según el cepaje) Su concentración disminuye

durante el desarrollo de la baya y se estabiliza en la madurez (Romeyer *et al*, 1983)

La importancia en la salud humana de estos ácidos cinámicos, estaría basada en su actividad antioxidante y en su posible rol anticancerígeno. El ácido gálico posee importante actividad antioxidante, antimutagenética y hepatoprotectora (Leighton y Urquiaga, 1999)

Entre los ácidos benzoicos de la uva, se encuentra principalmente el ácido gálico bajo la forma de éster de flavanol (galocatequina y epigalocatequina) (Cheynier *et al* 1998)

2.3.1.2 Estilbenos

A esta familia pertenecen la fitoalexinas, sustancias sintetizadas por las plantas en respuesta a restricciones o estrés de diversa índole. En la uva se ha encontrado el resveratrol, en su forma trans y su derivado glicosilado (Cheynier *et al* 1998). El resveratrol juega un papel muy importante en la resistencia de ciertas bayas al ataque de enfermedades de tipo fúngicas como la podredumbre de los racimos (Langcake and Pryce, 1976) , debido a esta acción fungicida, su presencia y niveles son variables en función del grado de infección.

2.3.2 Flavonoides

A este grupo pertenecen las antocianos, que dan color a las uvas y vinos tintos; los taninos catequinos (flavanoles o flavan 3-oles) principales responsables de la astringencia y estructura de los vinos y los flavanoles (querce-tol, miricetol) que parece contribuir al gusto amargo (Gawel, 1998)

2.3.2.1 Antocianos

Son las responsables del color de las uvas y vinos tintos. En el grano se localizan en las vacuolas de las células del hollejo y en las tres o cuatro primeras capas de la hipodermis. Están presentes también en la pulpa de variedades tintoreras (e.g. *Vitis vinifera* L. Cv. Alicante Bouschet, Aspirante Bouschet). Los contenidos y la composición de estas diferentes moléculas varían en función de la especie, lo que puede ser una herramienta para discriminar géneros y especie (Souquet *et al*, 1996).

Las antocianos del género *Vitis* son el cianidol, peonidol, petunidol, delfinidol y malvidol, todos generalmente bajo la forma de glicósidos. Estos compuestos se sintetizan a partir del envero y los mayoritarios son los derivados del malvidol (malvidina). El contenido global varía de 500 a 3000 mg/kg de uva (Souquet *et al*, 1996 Cheynier *et al*, 1998).

El aumento de los antocianos en respuesta a una restricción hídrica ha sido comprobado (Freeman y Kliewer, 1983; Bravdo *et al*, 1985; Matthews y Anderson, 1988; Ginestar *et al*, 1998; Ojeda, 1999).

Esta forma de respuesta ha sido encontrada también en relación con otros factores, como la temperatura (Kliewer, 1970; Buttrose *et al*, 1971) la luz (Smart *et al*, 1985; Dokoozlian y Kliewer, 1996, Keller y Hrazdina, 1998; Crippen y Morrison, 1986), el deshoje (Hunter *et al*, 1991), la exposición del follaje en función del sistema de conducción (Carbonneau y Casteran, 1987, Reynolds y Wardle, 1989), las características del suelo (Yokotsuka *et al*, 1999) y la fertilización nitrogenada (Kliewer, 1977, Keller y Hrazdina, 1998)

2.3.2.2 Taninos catequinos (flavanoles o flavan 3-oles)

Están presentes en la baya de uva al estado de monómeros y oligopolímeros (proantocianidinas). Están localizados principalmente en la semilla y el hollejo. En el hollejo, los taninos libres están localizados en el jugo vacuolar formando gránulos, que tienen mayor tamaño a medida que su localización es más cercana a la superficie del hollejo. Se encuentran además ligados a las proteínas constitutivas de la cara interna de las membranas vacuolares de las células del hollejo (Amrani *et al*, 1994)

Se sintetizan en la primera etapa del crecimiento de la baya (período herbáceo) y su síntesis finaliza poco después de iniciarse el envero (Ojeda, 1999).

Los principales taninos catéquicos monómeros de la baya son la (+)(-) catequina y la (-) epicatequina, la galocatequina y la epigalocatequina (Souquet *et al*, 1996; Cheynier *et al*, 1998). El nombre de proantocianos o procianidinas de las formas polimerizadas de los taninos catequinos, proviene de su propiedad de liberar antocianidoles (o antocianos) en medio ácido y caliente, por ruptura de las uniones intermonoméricas (Souquet *et al*, 1996 Cheynier *et al*, 1998).

Los taninos catequinos a menudo están asociados a la astringencia de los vinos. Estos taninos y en especial las proantocianos (oligopolímeros), son los principales responsables de la astringencia de los vinos tintos, mientras que los monómeros contribuyen significativamente al gusto amargo. Su actividad (astringencia) disminuye si la polimerización es muy elevada y esa polimerización puede aumentar significativamente en caso de una restricción hídrica (Ojeda, 1999).

2.3.2.3 Flavonoles

Están presentes únicamente en el hollejo de las uvas blancas y tintas, siendo similar su contenido en ambos casos (de 10 a 100 mg/kg de uva) pero su composición es muy diferente (Cheynier *et al* 1998). Entre los principales flavonoles de la baya de uva, los derivados del quercetol (quercetina) son siempre predominantes; los del miricetol (miricetina) y los glucósidos del isoramentol parecen ser específico de los cepajes de uvas tintas (Souquet *et al* 1996).

Su síntesis se produce prácticamente durante todo el crecimiento de la baya y al igual que las fitoalexinas, su contenido varía como respuestas a condiciones de restricción o de estrés. Existen trabajos que muestran que el contenido de quercetina es dependiente de la exposición al sol de las uvas (Price *et al*, 1995), de la fertilización nitrogenada (Keller y Hrazdina, 1998), del estado hídrico de la planta (Ojeda, 1999). La quercetina posee gusto amargo con débil astringencia. Además tiene la capacidad de actuar como fuerte copigmento formando complejos con las antocianos favoreciendo la disolución y la retención de estas en el vino, lo que se traduce en un aumento del color (Boulton, 1999).

2.3.2.4 Flavonas

Son flavonoides que han sido identificados en los hollejos de las uvas blancas. Su concentración varía entre 0,6 y 9 mg / kg de uva según el tipo de molécula (astilbina o engeletina) lo que representa un 5% de los compuestos fenólicos totales del hollejo de la uva (Cheynier *et al*, 1998)

2.4 Hipótesis de trabajo

2.4.1 Principal: la cobertura del suelo en un viñedo en clima cálido, modifica el microclima lumínico del mismo (calidad y cantidad) y esas modificacio-

nes se traducen en cambios en su fisiología debido a que la vid es sensible a las variaciones del ambiente luminoso en el cual vegeta.

2.4.2 Complementarias:

- Cuando la cobertura vegetal se trata con un herbicida del tipo desecante de contacto y cambia su color verde por el amarillo, la radiación reflejada en todas las longitudes de onda es mayor que en el caso de la cobertura verde.
- Las modificaciones serán más notables en el microclima lumínico que en el térmico por lo que la composición polifenólica se afectará más que el nivel de azúcar y acidez.
- Cuando la cobertura vegetal está formada por especies de raíces superficiales y se mantiene desbrozada en forma permanente, el consumo de agua extra debido a la cobertura, no alcanzará a provocar restricciones hídricas en el cultivo (límite $-0,4$ MPa)
- Por la misma razón no se modificará significativamente el estado nutricional ni vegetativo de los tratamientos

Capítulo 3

Materiales y métodos

3.1 Tratamientos a campo

Se trabajó con la cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) conducida en espaldera (VSP), en Mayor Drummond, Luján de Cuyo, provincia de Mendoza, Argentina ($39^{\circ} 59'$ latitud S; $68^{\circ} 52'$ longitud O y 920 m s.n.m) La zona tiene una Temperatura Media Anual de $15,6^{\circ}\text{C}$, Máxima Media de $21,7^{\circ}\text{C}$ y Mínima Media de $8,2^{\circ}\text{C}$. La precipitación Anual es de 237,6 mm. El viñedo de 8 años, se podó en cordón bilateral de pitones (tipo Royat) con una densidad de 13 a 15 brotes por metro y las hileras orientadas de sudeste a noroeste. El distanciamiento entre hileras era de 2,50 m y entre plantas de 1,80 m, por lo que la densidad de plantación era de 2.222 plantas / ha. La canopia tenía una altura promedio de 1,20 m. Se regaba con aguas del Río Mendoza, en melgas con pendiente. Cada camellón o interfilar constituyó una subunidad de riego.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- *Testigo*: suelo sin malezas. Manejo con labranza de rastra de discos (TR) y herbicida en la línea de plantación
- *Cobertura de flora espontánea y control del desarrollo vegetativo por desbrozado*, lo que implica color verde en el interfilar durante todo el ciclo del cultivo (CVP).
- *Cobertura de flora espontánea y control del desarrollo vegetativo con aplicación de herbicida de contacto desecante*. Color amarillo en el interfilar durante el período inicio de envero a cosecha (CA).

Como existía un gradiente de vigor en la parcela en el sentido del riego (S-N) el diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar (con 7 repeticiones). Previamente se seleccionaron las parcelas en forma visual, por su aspecto general de desarrollo, luego se determinó la homogeneidad de las mismas midiendo longitud y densidad de brotes, número y peso de racimos y peso de poda. Además se calificó el desarrollo de la canopia de todas las parcelas a través de la Superficie Foliar Expuesta Potencial (SFEp) (Carbonneau, 2000). En función de esas evaluaciones, se ubicaron los bloques, los que fueron dispuestos en sentido perpendicular al riego. Cada parcela experimental quedó formada por un claro de 5 plantas, teniendo como bordura un claro antes y uno después en el sentido del riego y una hilera a cada costado en el sentido este-oeste. El suelo tenía una profundidad variable entre 0,80 y 1,20 m sin limitantes edáficas como capas duras, canto rodado o napa freática. Su textura es franca a franca arenosa.

El porcentaje de cobertura fue del 80% de la superficie del interfilar, dejando sólo sin cubrir y sin rastrear los bordos de la línea de plantación (20%), los que se mantenían sin malezas usando herbicidas. La composición de la cobertura era de 60% gramíneas (*Setaria sp*, *Paspalum dilatatum*, *Bromus sp.* y *Cynodon dactylon*) y 40% latifoliadas (*Taraxacum officinale*, *Eruca sativa*, *Trifolium repens*, *Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris*, *Plantago lanceolata*, *Oxalis articulata*)

Se consideró inicio de envero cuando el 5% de los granos alcanzaron el envero clásico no reológico (Robin, 2000).

Se estableció una fecha de cosecha, la misma para todos los tratamientos, controlando la evolución del azúcar (grado Brix) en un muestreo de granos. El día previo a la cosecha, se realiza el muestreo para los análisis de la uva.

Para ello se extrajeron 400 granos al azar de todos los racimos (distinta ubicación e insolación) por parcela. Los granos se colocaron en bolsas de polietileno y en refrigeradora con hielo mientras dure la extracción de las muestras (aproximadamente una hora), hasta que son congelados a -20°C para su posterior procesamiento. Las muestras congeladas fueron sometidas a una tamización para obtener la clase modal sobre la que se realizaron los análisis que se detallan más adelante.

3.2 Determinaciones realizadas a campo

3.2.1 Determinación de la radiación fotosintéticamente activa (PAR)

Se realizó con radiómetro Li-Cor 185 B con barra integradora Line Quantum Sensor. Las mediciones se llevan a cabo al medio día solar (13:00 h de Mendoza) Se mide la PAR con barra integradora de 1 m de longitud y la radiación reflejada por cada tipo de cobertura. Para ambos caso se dispone la barra horizontal a la altura de los racimos (0,70 m) y separada de la canopia 0,30 m. En el caso de la radiación reflejada la barra se coloca con el elemento sensible orientado directamente hacia la cobertura. Los resultados se expresan en $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ equivalente a $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$

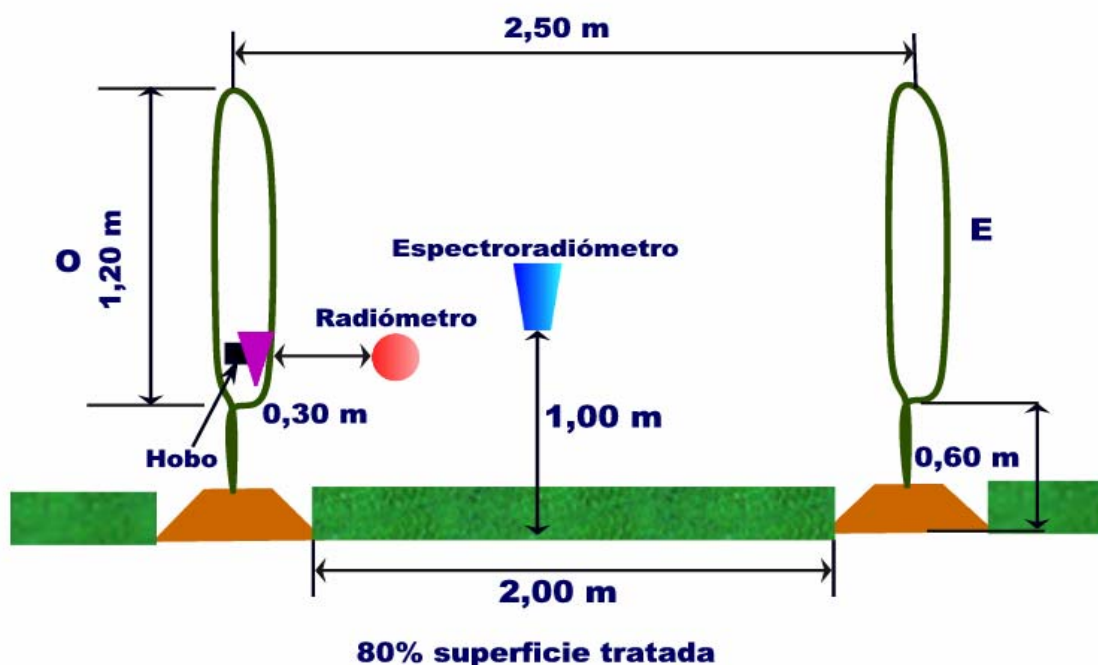
3.2.2 Determinación del espectro de radiación reflejada

Se realizó con Espectroradiómetro Li-Cor 1800, perteneciente a la Comisión Nacional de Energía Atómica. Con este instrumental se mide la radiación reflejada por la cobertura para cada longitud de onda entre 300 y 1100 nm. Tiene una sensibilidad de 1 nm, un ángulo de lectura de 15° y para el sol una semiesfera de 180° . Las determinaciones se realizan a la misma hora y en las mismas condiciones que la PAR. Se realizaron tres repeticiones por cada lectura. Los resultados se expresan en $\text{W. m}^{-2}.\text{nm}^{-1}$

3.2.3 Determinación de la temperatura

Para ello se empleó un Registrador Electrónico HOBO de Onset Corp. El mismo fue colocado dentro de la canopia, en la misma posición de un racimo. Para evitar la incidencia de la luz solar directa el dispositivo se cubre con un vaso de poliestireno expandido perforado en los costados para que hubiera circulación de aire e invertido, de forma tal que la temperatura sea la del aire de la canopia. El aparato se programó de forma tal que las mediciones se efectuaron cada 1 hora durante una semana. Los resultados se expresan en $^{\circ}\text{C}$.

Coberturas vegetales en viticultura regadía y su influencia en el microclima lumínico de la canopia de la vid y las características de la uva y el vino



Esquema de la Parcela Experimental

3.2.4 Determinación del nivel nutricional en pecíolos y en suelo

Se realizaron en 100% de floración y tuvo como objetivo determinar si no existían diferencias entre los tratamientos debidas a una situación nutricional distinta provocada por la presencia de la cobertura. En el Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza del INTA, se determinaron N, P, K, Ca y Mg, en pecíolos y en suelo.

3.2.5 Determinación del potencial hídrico de base

Se realizó con Cámara de Presión. En función de los antecedentes locales zonales en cuanto a la frecuencia de riego para la época, las mediciones se realizaron en preamanecer el décimo día después del riego y el día anterior al nuevo riego de forma de establecer que no existieran diferencias en el estado hídrico de las plantas y que las potenciales diferencias se debieran sólo a los tratamientos. Los resultados se expresaban en MPa y se tomó

como límite el valor de $-0,4$ MPa (Ojeda, 1999), el que serviría para establecer la necesidad de un nuevo riego.

3.2.6 Determinación de la superficie foliar expuesta potencial

Se determinó sobre la base del método propuesto por A. Carbonneau (1995) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$SFE_p (m^2) = [1 - T (m)/D (m)] (1-x) S (m)$$

3.3 Determinaciones analíticas clásicas en uvas y vinos

3.3.1 Determinación de los sólidos solubles

Se realizó con refractómetro y se expresa en Porcentaje de Sólido Solubles (grado Brix)

3.3.2 Determinación del pH

Se realizó con potenciómetro (Testo 252) calibrado con buffer pH 4.

3.3.3 Determinación de la acidez total

Se realizó una titulación ácido base con OHNa 0,1N sobre 10 mL de muestra hasta pH 8,2 expresando los resultados en gramos de ácido tartárico por litro.

3.3.4 Determinación del contenido de azúcar

Se realizó por el método de Fehling Causse Bonnans (FCB), expresando los resultados en gramos de azúcar reductor por litro.

3.3.5 Etanol

Se determinó por destilación directa y empleo del alcoholómetro Gay Lussac, expresando los resultados en % v/v a 20°C

3.4 Determinaciones de los compuestos fenólicos de uvas y vinos

Los distintos componentes antociánicos, las catequinas, los taninos y los polifenoles totales se determinaron, siguiendo las técnicas de espectrofotometría.

metría ultravioleta (UV) y visible (VIS), que se detallan a continuación. Todos los análisis químicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de la Cátedra de Enología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y en el Laboratorio de Polifenoles de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

3.4.1 Polifenoles totales

Se estiman como Índice de Polifenoles Totales (IPT):

$$\text{IPT} = \text{DO}_{280} - 4$$

donde DO_{280} es la densidad óptica a 280 nm para un paso óptico de 1cm y 4 es un factor de corrección para deducir los no fenoles que pueden tener alguna actividad óptica, específica del anillo fenólico en el sector ultravioleta del espectro.

Se sigue la técnica indicada por Lland *et al* (1993), realizando diluciones sobre el extracto de los hollejos 1:100 en agua, con cubeta de cuarzo de 1cm de paso óptico y multiplicando las lecturas por la dilución.

3.4.2 Catequinas (3 flavanoles monómeros)

Se determina en extracto de pieles de uva utilizando el método del p-dimetilamino cinnamaldehído (DMAC), desarrollado por Mc Murrough y Mc Dowell (1978). Las lecturas se referenciaron a una curva de calibración elaborada con catequina pura, como patrón y se expresaron como mg de catequina / kg de uva.

3.4.3 Proantocianidina (taninos condensados totales)

Se utiliza el método clásico desarrollado por Ribereau Gayon y Stonestreet (1966), que se basa en la reacción de Bate-Smith (1954) Los análisis se realizan en microvolúmenes utilizando los protocolos propuestos por Mc Murrough y Mc Dowell (1978). La concentración de proantocianidinas surge de restar ambos valores y referirlo a una gama patrón confeccionada con cianidina (Extrashinthesys, Francia).

3.4.4 Antocianos totales

Se adopta la técnica el blanqueo con bisulfito (Ribereau Gayon y Stonestreet, 1965), siguiendo los protocolos de Ough y Amerine (1988)

3.4.5 Intensidad Colorante y Matiz

Se determina siguiendo la técnica de Iland *et al* (1993). En celdas de paso óptico de 1 mm se determina con espectrofotómetro VIS la absorbancia a 520 nm y a 420 nm sin modificar el pH del vino. La intensidad colorante se expresa como la suma y el matiz como el cociente de la DO_{420} y la DO_{520} respectivamente.

3.5 Análisis sensorial de los vinos

Los vinos son sometidos a un análisis sensorial con panel de expertos realizando Prueba de Diferencias (triangular) y de Preferencias.

3.6 Tratamiento estadístico de los datos

Las mediciones del experimento fueron sometidas, variable por variable, al análisis de la varianza, complementado con la prueba múltiple de medias de Tukey. Las diferencias se expresan con nivel de confianza $\geq 95\%$. El conjunto de mediciones de las variables se analiza por procedimientos multivariados de componentes principales y análisis discriminante. Para ello se emplea el programa estadístico Statgraphics Plus, v 4.0 (Statistical Graphics Corp. Estados Unidos de América)

Capítulo 4

Resultados y discusión

4.1 Mediciones a campo

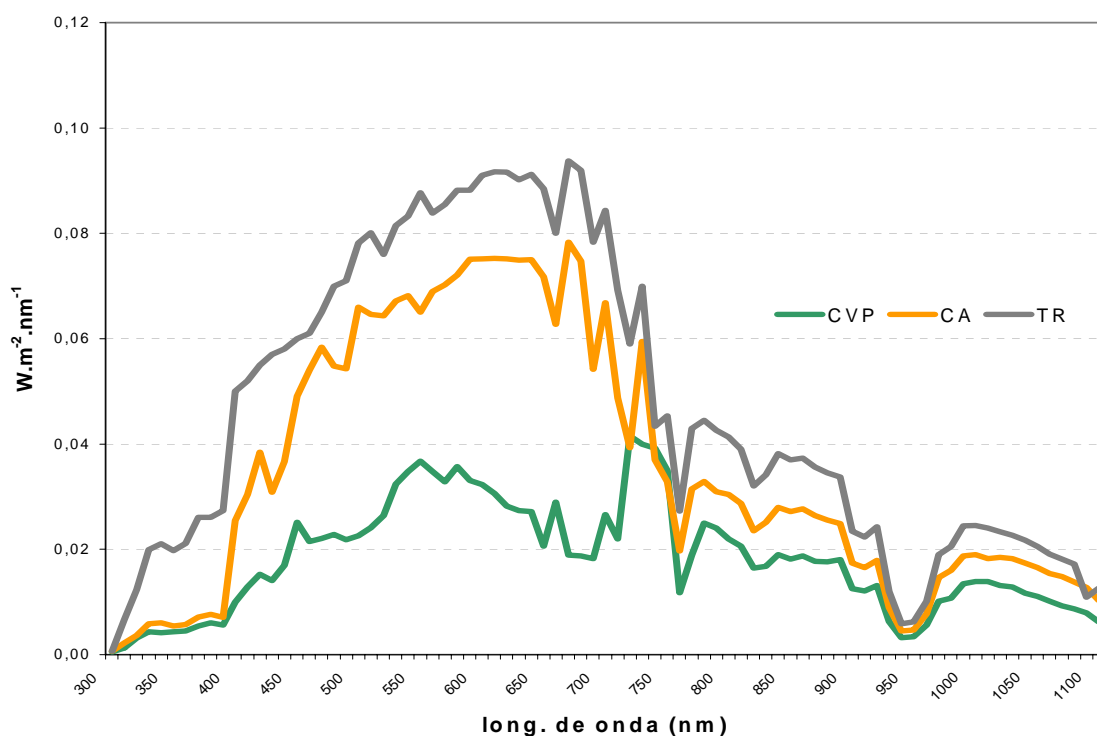


Fig. 4.1: Espectro de la radiación reflejada por las distintas coberturas para el 5% de envero

Spectre de rayonnement reflet par les différents traitements de couverture du sol al 5% de véraison

En la figura 4.1 se observa que los suelos reflejan la luz solar de distinta forma según la composición de su superficie (Sears y Zemansky, 1979) Estas diferencias son más notables para las longitudes de onda del dominio UV (a partir de los 300 nm) y mucho más en el rango de la radiación fotosintéticamente activa (400 a 700 nm). Luego las diferencias continúan pero son menos importantes. Puede verse que el suelo desnudo (TR) es el que más

radiación solar refleja, siendo muy notables las diferencias con los otros tratamientos entre los 400 y los 700 nm (PAR), sobre todo con el tratamiento CVP. El tratamiento CA presenta valores intermedios y el CVP siempre muestra los valores más bajos, excepto a los 730 nm (rojo lejano). Los resultados resultan lógicos si se tiene en cuenta que entre los 400 y los 700 nm es donde las especies que componen la cobertura verde, absorben mayoritariamente (Smart et al 1988). El tratamiento CVP presenta dos picos de reflexión, uno entre los 540 y 560 nm (zona del color verde) y otro en la zona del rojo lejano (730 nm). Smart et al (1988) establecieron que las hojas de vid reflejan un 5% de la radiación a 660 nm (rojo) y un 41% en el rojo lejano (730 nm) y según esos autores, sucede algo similar con otras especies vegetales.

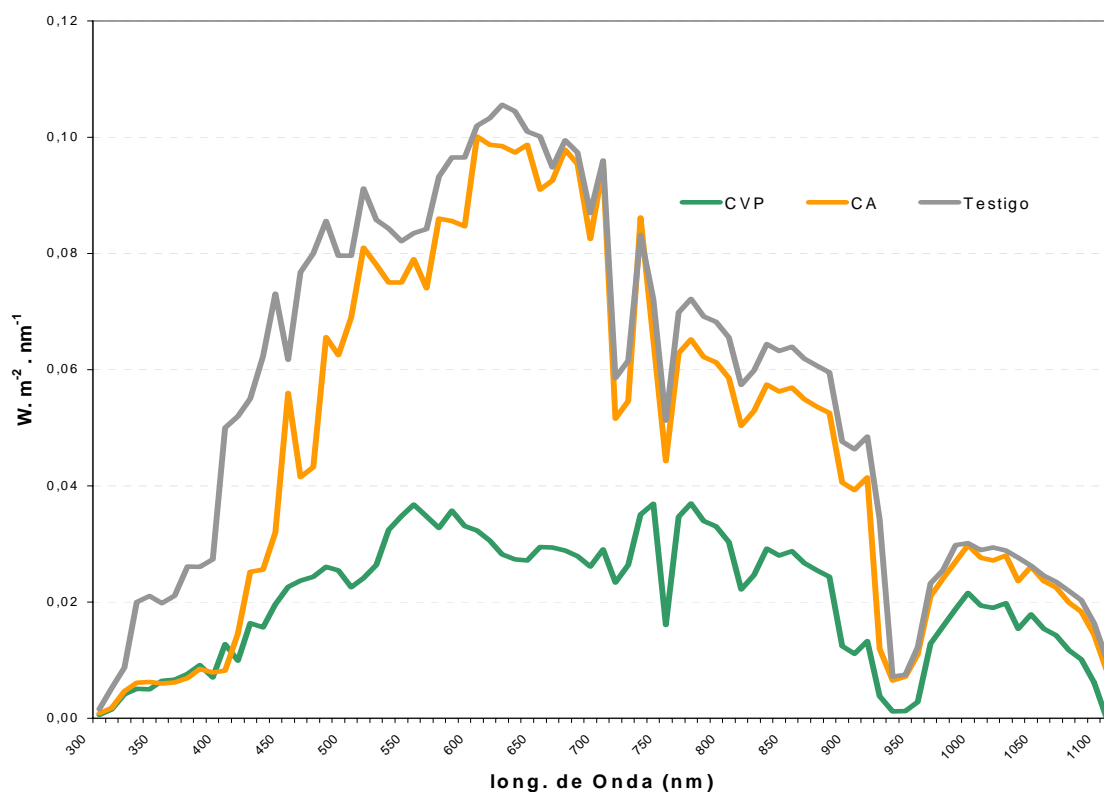


Fig. 4.2 Espectro de la radiación reflejada por las distintas coberturas para el 100% de envero
Spectre de rayonnement reflet par les différents traitements de couverture du sol al 100% de véraison

En el suelo desnudo el comportamiento puede explicarse por el color claro, 10 YR 6/1 gris claro en la escala de Munsell (U.S.Dep. Agriculture Handbook 1954) de la superficie, debido al material de arrastre del agua de riego (arena) que durante varios años se ha depositado sobre la superficie de la melga. Este depósito tiene la característica de secarse en pocas horas, generalmente los primeros centímetros y sobre todo en época estival, se seca al día siguiente al riego.

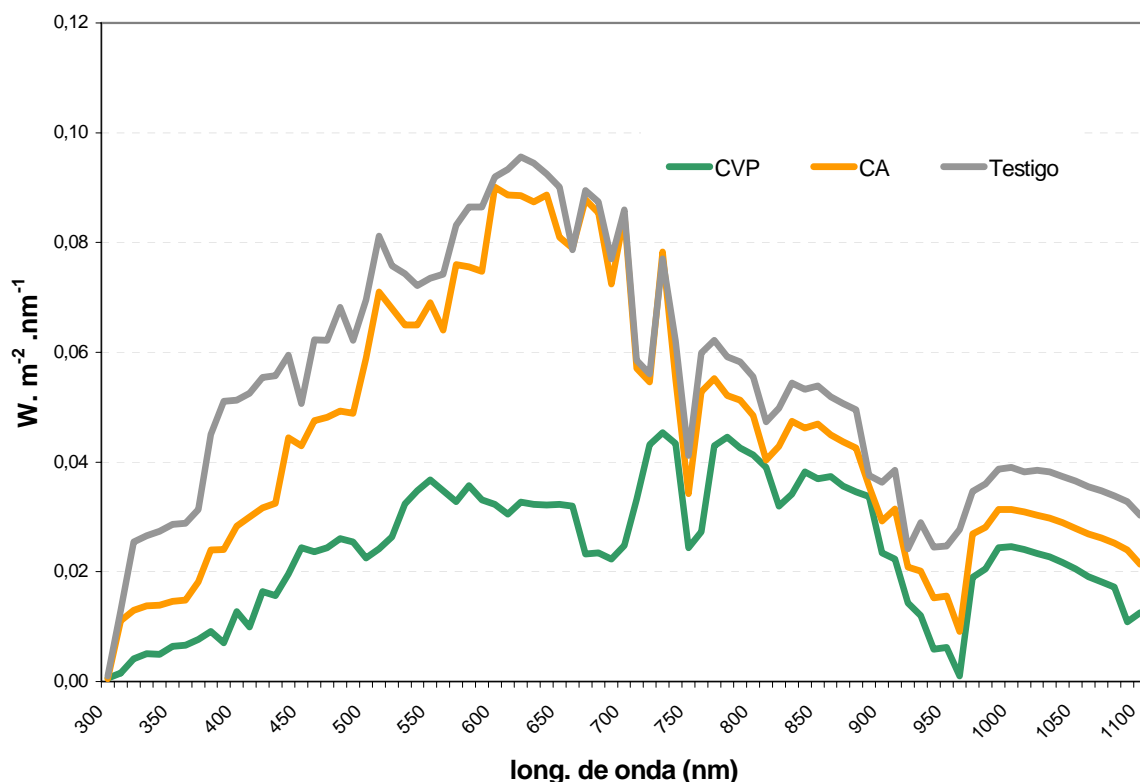


Fig. 4.3 Espectro de la radiación reflejada por las distintas coberturas al momento de la cosecha

Spectre de rayonnement reflet par les différents traitements de couverture du sol a la récolte

En la figura 4.2 puede verse que el comportamiento ha sido similar al descrito con anterioridad (fig.4.1). En las mediciones efectuadas al momento del 100% del envero, los valores de reflexión son superiores, sobre todo para

TR en la zona de la radiación UV. Estas diferencias son debidas a que, para ese estado fenológico, la medición se realiza a fin de enero, lo que en una zona cálida como la considerada, representa una insolación mayor que en los otros dos casos.

En la figura 4.3 se ve que los valores vuelven a atenuarse. Las mediciones corresponden al día previo a la cosecha, primera quincena del mes de abril. Sin embargo las diferencias entre los tratamientos se mantienen. Puede observarse, sin embargo que se atenúan las diferencias entre los tratamientos CA y TR a partir de los 500 nm.

Según puede verse en las tres curvas precedentes (Fig. 4.1; 4.2 y 4.3) y como ya se describió, existen dos situaciones bien marcadas de diferencias en la reflexión entre TR y los otros dos tratamientos (CA y CVP). La primera va entre los 300 y 400 nm y la otra desde los 400 a los 700 nm. Esta situación de aporte extra de radiación, puede implicar, de acuerdo a varios autores (citados por Robin, 2000 –b-) una mayor actividad de los criptocromos. Estos fotorreceptores absorben en la zona de dominio de los UV (320-400 nm) y de los azules (450 nm) y de los verdes. En esa zona del espectro, (400 a 500 nm) la absorción es máxima tanto para la clorofila A como para la B. Lo mismo ocurre entre 630 y 700 nm.

| | Inicio de Envero | | 100% Envero | | Cosecha | |
|-----|--|---------------|--|---------------|--|---------------|
| | Rr $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | Rr/PAR (%) | Rr $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | Rr/PAR (%) | Rr $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ | Rr/PAR (%) |
| PAR | 1950 | 100 | 2000 | 100 | 1980 | 100 |
| CVP | 170 a | 9 | 150 a | 8 | 160 a | 8 |
| CA | 350 b | 18 | 320 b | 16 | 330 b | 17 |
| TR | 370 c | 19 | 350 c | 18 | 360 c | 18 |

Tabla 4.1 Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) al exterior de la canopia y Radiación Reflejada (Rr) por las distintas coberturas (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)

Rayonnement Photosynthétiquement Active (PAR) al extérieur de la canopée et Radiation Reflet (Rr) par les différents traitements de couverture du sol (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve a Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

En la tabla 4.1 se observa que existen diferencias significativas en la radiación global reflejada por las distintas superficies. El tratamiento CVP refleja entre 8 y 9% de la radiación recibida, mientras que el tratamiento CA lo hace entre el 16 y el 18% y el TR tiene el mayor porcentaje de reflexión que es del 18 al 19%, según las épocas consideradas. Los valores de radiación reflejada (Rr) en el caso del suelo testigo, resultan superiores a los encontrados por Robin (2000 –b-), los que se aproximan al 10% para la misma hora de medición. En nuestro caso los valores medidos en el caso de CA y TR (cercanos al 20%), están cercanos a la mitad y al 40% de lo reflejado por el film *Vitexol* en coberturas del 50% y 100% de la superficie interfilar respectivamente (Robin 2000-b-).

Esta mayor radiación reflejada por los suelos de los tratamientos CA y TR, podría ponerlos en una mejor situación para la fotosíntesis (azúcar y biomasa) y para los metabolismos secundarios (coloración y aromas)

| Tratamiento | Inicio de Envero | 100% Envero | Cosecha |
|-------------|------------------|-------------|---------|
| CVP | 0,731 a | 0,838 a | 0,706 a |
| CA | 1,054 b | 1,071 b | 1,009 b |
| TR | 1,149 b | 1,140 b | 1,027 b |

Tabla 4.2 Relación entre la radiación reflejada en Rojo y Rojo Lejano R:RL (660 nm:730 nm) (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)

Rapport entre la radiation reflet en Rouge Clair et Rouge Sombre RC/RS (660 nm :730nm) (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve a Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

En la tabla precedente se observan los datos del estudio de la relación R/RL correspondiente a la radiación reflejada, para cada longitud de onda, por las distintas coberturas. Puede verse que la relación R/RL en la radiación reflejada es significativamente diferente para el tratamiento CVP respecto de CA y TR. El tratamiento CVP es el que menor relación presenta, lo cual resulta lógico si se considera que se trata de un suelo cubierto con vegetales en pleno desarrollo, los que absorben más en el rojo que en el rojo lejano (longitud de onda en la que además refleja más que en las otras).

En este caso, de acuerdo a lo manifestado por Robin (2000-b-), los tratamientos CA y TR, al tener mejor relación R/RL reflejada, presentan mejores condiciones tanto para la fotosíntesis como para los metabolismos secundarios (por el aporte extra de radiación que esto implica). La relación R/RL regula el fotoequilibrio del fitocromo, fotorreceptor responsable de la detección de la calidad de la luz por la planta y está implicado en muchos aspectos relativos al crecimiento y metabolismo de la vid y la regulación del crecimiento y composición de la uva (Smart *et al* 1988)

| Tratamiento | Inicio de Envero | 100% Envero | Cosecha |
|-------------|------------------|-------------|---------|
| CVP | 0,867 a | 0,769 a | 0,764 a |
| CA | 0,783 b | 0,604 b | 0,544 b |
| TR | 0,758 b | 0,651 b | 0,644 b |

Tabla 4.3: Relación entre la radiación reflejada en Azul y Rojo A/R (450 nm:660 nm) (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)
Rapport entre la radiation reflet en Bleu et Rouge Clair A/RC (450 nm :660nm) (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve a Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

En este caso, también se observan diferencias significativas entre los tratamientos. Se puede ver aquí que el tratamiento CVP es el que presenta una relación A/R más alta, respecto de los otros dos casos y las diferencias son significativas. Esto, de acuerdo con los mismos autores citados anteriormente (Robin 2000 b), podría provocar una situación favorable al menos al nivel de los criptocromos debido al aporte extra de radiación en esas longitudes de onda.

Coberturas vegetales en viticultura regadía y su influencia en el microclima lumínico de la canopia de la vid y las características de la uva y el vino

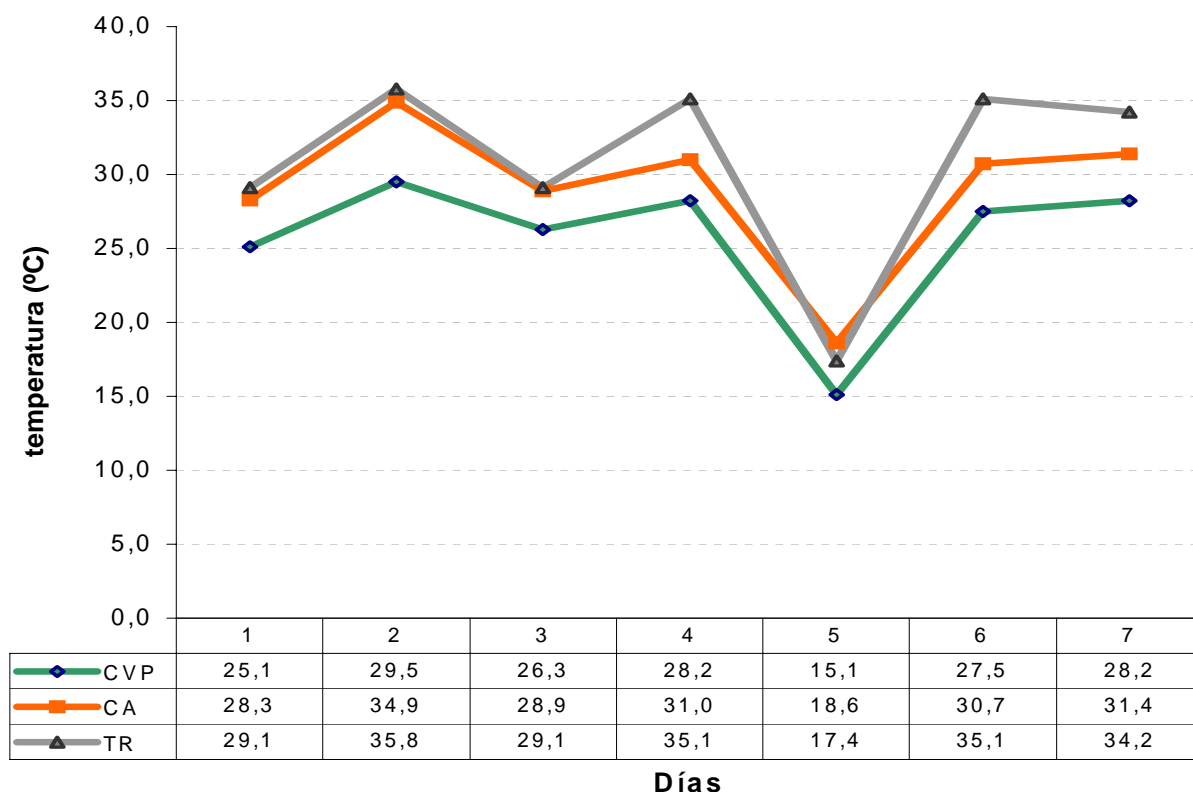


Fig. 4.4 Temperatura en el interior de la canopia (centro) según las distintas coberturas del suelo (5% de envero a la 01:00 p.m.)

Rapport entre la température al intérieure (centre) de la canopée selon les différents traitements de couverture du sol (5% de véraison 01:00 p.m.)

| Tratamiento | Temperatura (°C) |
|-------------|------------------|
| CVP | 26,72 a |
| CA | 29,11 b |
| TR | 30,83 c |

Tabla 4.4 Temperatura en el interior de la canopia (centro) según las distintas coberturas del suelo (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)

Température al intérieure de la canopée (centre) selon les différents traitements de couverture du sol (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve de Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

Si se observa la figura 4.4 y la tabla 4.4, podrá verse que existen diferencias significativas en la temperatura del interior de la canopia para los distintos tratamientos. En el caso del suelo desnudo (TR) y la cobertura seca (CA) las temperaturas son más altas. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta que la radiación reflejada por el suelo en esos tratamientos también es mayor y significativamente diferente con el tratamiento CVP (ver tabla 4.1). Como se observa el día nº 5, las diferencias de temperatura entre los tratamientos es menor (1,9°C y 0,8°C entre TR-CVP y CA-CVP respectivamente). Esto puede ser debido a que ese día transcurrió casi en su totalidad cubierto de nubes y hubo el ingreso de una masa de aire frío en toda la provincia.

La temperatura alcanzada en la canopia del tratamiento TR, fue superior a 35°C durante tres de los siete días analizados. Esta temperatura de acuerdo a lo estudiado por Haselgrove *et al* (2000) puede ser un factor limitante en la síntesis de antocianos inhibiéndola o acelerando su degradación. Esto coincide con lo demostrado por otros autores (Kliwer en 1970; Pirie *et al* 1980; Hrazdina *et al*, 1984; Smart *et al* 1985; Smart *et al*, 1988). De acuerdo a lo estudiado por Pirie *et al* (1980) las enzimas involucradas en la síntesis de los antocianos tienen un rango óptimo de acción entre 17 y 25°C y cuando excede los 35°C hay inhibición de esa síntesis.

En un próximo estudio y de contar con una termocupla hipodérmica podría determinarse la temperatura de los racimos. Probablemente, de acuerdo con lo demostrado por Smart *et al* (1985 a-b) y Smart (1985), haya sido superior a la determinada en la canopia en las condiciones del presente estudio.

4.2 Composición química de la uva y el vino

| Tratamiento | Sólidos Solubles (°Bx) | Azúcar (g/L) | Acidez total (g ác.tartarico/L) | pH |
|-------------|------------------------|--------------|---------------------------------|---------|
| CVP | 24,02 a | 240,15 a | 6,38 a | 3,58 a |
| CA | 24,20 b | 242,26 b | 6,26 b | 3,61 ab |
| TR | 24,29 b | 242,38 b | 6,14 c | 3,65 b |

Tabla 4.5 Relación entre el contenido de sólidos solubles, acidez total y pH de la uva para las distintas coberturas de suelo (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)

Rapport entre la graduation Brix, l'acidité totale et pH du moût par les différents traitements de couverture du sol (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve de Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

Aunque los contenidos de sólidos solubles muestran pequeñas diferencias entre los tratamientos, estadísticamente estas resultan significativas en los tratamientos CA y TR respecto del CVP, sin ser diferentes entre ellos para el nivel de significancia considerado. Estos resultados se corresponden con los encontrados por Kliewer (1970) y otros autores más tarde (Hrazdina *et al*, 1984; Smart *et al* 1985-b-; Smart *et al*, 1988) quienes demostraron que existe correlación directa entre la radiación solar recibida por la canopia, la temperatura y la producción de sólidos solubles.

La acidez total es significativamente diferente para todos los tratamientos, siendo menor en el caso del tratamiento TR. Para el caso del pH, también existen diferencias entre los tratamientos, pero estas son significativas cuando se comparan CVP con TR. De acuerdo a lo demostrado por varios autores (Kliewer, 1970; Pirie and Mullins 1980; Hrazdina *et al*, 1984; Smart *et al* 1985-b-; Smart *et al*, 1988; Bergqvist *et al* 2001) se cree que esta situación es debida a la mayor radiación solar recibida y mayor temperatura al nivel de racimos. Todos los autores coinciden en un mayor metabolismo (respiración) en el caso del ácido málico y en ocasiones hasta del ácido tartárico (Kliewer, 1970; Kliewer, 1977).

En el presente estudio, no se registraron las temperaturas de suelo. Posiblemente estas hayan sido menores en los tratamientos CVP y CA. Esto podría estar implicado con una menor absorción de K⁺ por parte de las raíces (Boulton, R. En: *Zoecklein et al 2001*) y como consecuencia tener mejor acidez y mejor pH. Esta es una nueva hipótesis a demostrar en futuros estudios.

| Tratamiento | IPT | Flavonoles mg/kg | Flavan 3 oles mg/kg | Antocianos mg/kg | Proantocianidoles mg/kg | GP |
|-------------|----------|---------------------|------------------------|---------------------|----------------------------|---------|
| CVP | 94,14 a | 77,89 a | 336,64 a | 1550,8 a | 3919,6 a | 14,32 a |
| CA | 95,69 a | 98,08 b | 348,04 a | 1487,2 a | 4002,6 a | 16,18 b |
| TR | 102,60 b | 186,70 c | 417,05 b | 1383,1 b | 4628,1 b | 17,13 b |

Tabla 4.6 Relación entre el contenido de polifenoles, Índice de Polifenoles Totales (IPT) y Grado de Polimerización (GP) en la piel de la uva para las distintas coberturas de suelo (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)
 Rapport entre il contenu du polyphenols totaux, l'indice de polifenoles totaux et le Grade de Polimerization dans les pellicules par les différents traitements de couverture du sol (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve a Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

Como puede verse en la tabla 4.6, el contenido de fenoles es variable según el tipo involucrado y el tratamiento considerado, encontrando diferencias significativas en los contenidos para algunos casos y no para otros. Si se considera por ejemplo, el contenido de flavonoles, se observa que su contenido es mayor en los tratamientos CA y TR, existiendo diferencias significativas entre los tres. Los contenidos encontrados son similares a los mencionados por Cheynier et al (1998) de 10 a 100 mg/kg de uva, excepto en TR donde el contenido es mayor. Algunos autores (Price et al, 1995) han demostrado que el contenido de algunos flavonoles, como la quercetina, responde positivamente al aumento de la radiación solar, sobre todo en la zona de los rayos UV. Como se vio en las tablas 4.1; 4.2 y 4.3, el suplemento de radiación solar del tratamiento CVP es menor que el del CA y mucho menor que en el TR en la zona de los UV. Esto explicaría porqué el nivel de flavonoles es significativamente más bajo en el caso de una cobertura verde permanente en el suelo.

En el caso de los taninos catequinos (flavan 3 oles) el contenido es muy semejante en el caso de los tratamientos CVP y CA, no encontrándose diferencias significativas. El tratamiento TR presenta un contenido de flavan 3 oles en general superior significativamente a los otros dos. Su contenido parece estar ligado más a las restricciones hídricas que al ambiente lumínico y térmico (Ojeda, 1999) y según ese autor su síntesis concluye poco después de comenzado el envero reológico. Las mismas consideraciones caben para los proantocianidoles (oligopolímeros de flavanoles)

El contenido de antocianos en general, está dentro de los valores mencionados en la bibliografía como normales. Así Cheynier et al (1998) y Souquet et al 1996 dicen que el contenido global de estos compuestos puede variar entre 500 y 3000 mg/kg. La cantidad de antocianos es menor significativamente en el caso del tratamiento TR. Muchos autores encuentran un aumento del contenido de antocianos en relación con una restricción hídrica (Freeman y Kliewer, 1983; Bravdo *et al*, 1985; Matthews y Anderson, 1988; Ginestar *et al*, 1998; Ojeda, 1999), sin embargo no es el caso que nos ocupa ya que en ninguno de los tratamientos se presentó restricción hídrica (Potencial hídrico de base $> -0,3$ MPa). Otros manifiestan que la temperatura es un factor desencadenante en la producción de color, sobre todo la amplitud térmica día noche (Kliewer, 1970; Buttrose *et al*. 1971) la luz (Smart *et al.*, 1985-b-; Dokoozlian y Kliewer 1996, Keller y Hrazdina 1998; Crippen y Morrison 1986). A pesar de esto, se cree que los valores más bajos hallados en el caso del tratamiento TR se deberían a una disminución de la actividad enzimática involucrada en su síntesis y/o una probable degradación de estos compuestos por un exceso de temperatura. Haselgrove *et al* (2000) indican que la temperatura elevada puede ser un factor limitante en la síntesis de antocianos inhibiéndola o acelerando su degradación. Esto coincide con lo demostrado por otros autores (Kliewer en 1970; Pirie and Mullins 1980; Hrazdina *et al*, 1984; Smart *et al* 1985-b-; Smart *et al*, 1988). De acuerdo a lo estudiado por Pirie and Mullins (1980) las enzimas involucradas en la síntesis de los antocianos tienen un rango óptimo de acción entre 17 y 25°C y cuando excede los 35°C hay inhibición de esa síntesis. Ver figura 4.4 y tabla 4.4

| Tratamiento | Alcohol % v/v 20°C | Acidez total g ác.tartárico/L | Acidez volátil g ác. Acético/L | SO ₂ libre mg/L | SO ₂ total mg/l |
|-------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| CVP | 13,67 a | 5,50 a | 0,67 a | 25,4 a | 38,1 a |
| CA | 13,82 b | 5,22 b | 0,66 a | 25,3 a | 38,4 a |
| TR | 13,91 c | 5,14 c | 0,68 a | 25,5 a | 38,3 a |

Tabla 4.7 Relación entre el contenido de alcohol en volumen, acidez total, acidez volátil y SO₂ libre y total en vinos para las distintas coberturas de suelo (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$)

Rapport entre l'alcool, l'acidité totale, l'acidité volatil et SO₂ L et T en vins par les différents traitements de couverture du sol (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve a Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

Estudiando la tabla precedente puede verse que los contenidos de alcohol son coherentes con los de azúcar en el mosto y se mantienen las diferencias significativas entre los tratamientos. Lo mismo sucede con la acidez total, la que, como ocurre normalmente en todas las fermentaciones ha disminuido su cantidad, manteniendo las diferencias entre los tratamientos.

4.4 Relaciones entre las variables físico químicas y el perfil fenólico de la uva. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Tomando las variables mencionadas, fue posible realizar un análisis de componentes principales (ACP) para verificar la múltiple asociación entre ellas. En la figura 4.5 se ilustran los resultados de ese análisis.

La componente 1 se forma principalmente con el Índice de Polifenoles Totales, el contenido de flavonoles y el pH (parcialmente), asociadas negativamente entre ellas y positivamente con la variable flavano –3- oles y grado Brix (aunque en forma parcial. Esta componente explicó casi el 61% de la variabilidad de los datos.

Por otra parte la componente 2 se forma principalmente con las variables proantocianidinas (taninos totales), antocianos y grado de polimerización, asociadas positivamente entre ellas. El grado Brix, también contribuye parcialmente a la formación de esta componente que explica algo más del 20%

de la variabilidad. Ambas componentes en conjunto explican cerca del 81% de la variabilidad.

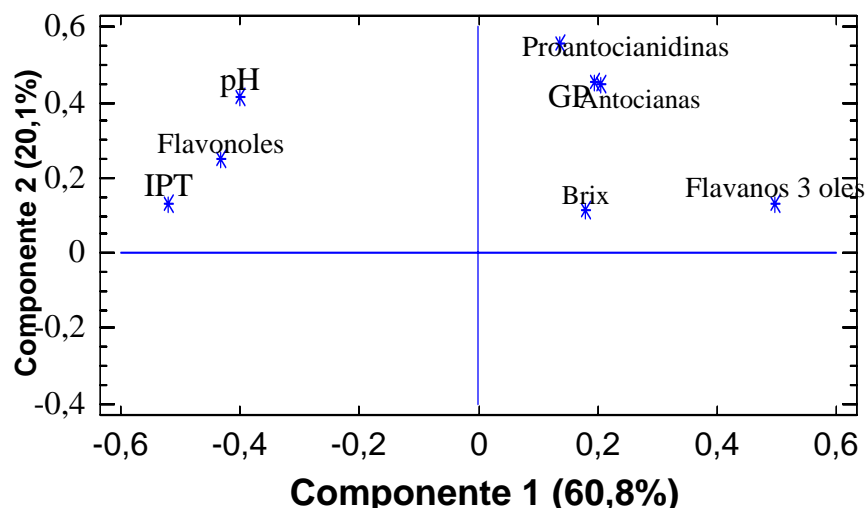


Figura 4.5 Análisis de Componentes Principales (ACP) de los perfiles analíticos y sensoriales en uva con distintas coberturas de suelo: peso de las variables que forman las componentes 1 y 2

Analyse de Composants Principaux des profils analytique et sensoriel en raisin avec différents traitements de couverture du sol : poids des variables qui forment les Component 1 et 2.

4.5 Evolución del contenido de polifenoles durante la conservación de los vinos

Los vinos poseen para los tres tratamientos, distintas estructuras fenólicas y las mismas le otorgan, distintos caracteres organolépticos y capacidades para envejecer. Si se analiza como evolucionan los vinos los primeros diez meses de estacionamiento se observa, en la figura 4.6 como se modifica el color amarillo (DO 420). El color amarillo tiene dos componentes importantes. Por un lado, forma parte del espectro de absorción de los antocianos. De esta forma, los vinos que tienen gran cantidad de antocianos, también tienen una gran absorción de luz en el amarillo. Por otro lado, el color amarillo se desarrolla notoriamente en los fenoles que se oxidan a formas quinónicas. Por lo tanto al medir el color amarillo durante la conservación de un

vino, una disminución del mismo indica una degradación de los antocianos, mientras que un aumento indica un incremento de las formas fenólicas oxidadas. En la figura 4.6 puede observarse que los vinos de los tratamientos CR y CA presentaron una disminución a un ritmo muy parecido y el CVP presenta una mayor pendiente. Esto estaría indicado una degradación de los antocianos y no la aparición de fenoles oxidados. Esto puede considerarse lógico si se tiene en cuenta que los vinos se conservaron en vasijas de vidrio al abrigo del aire.

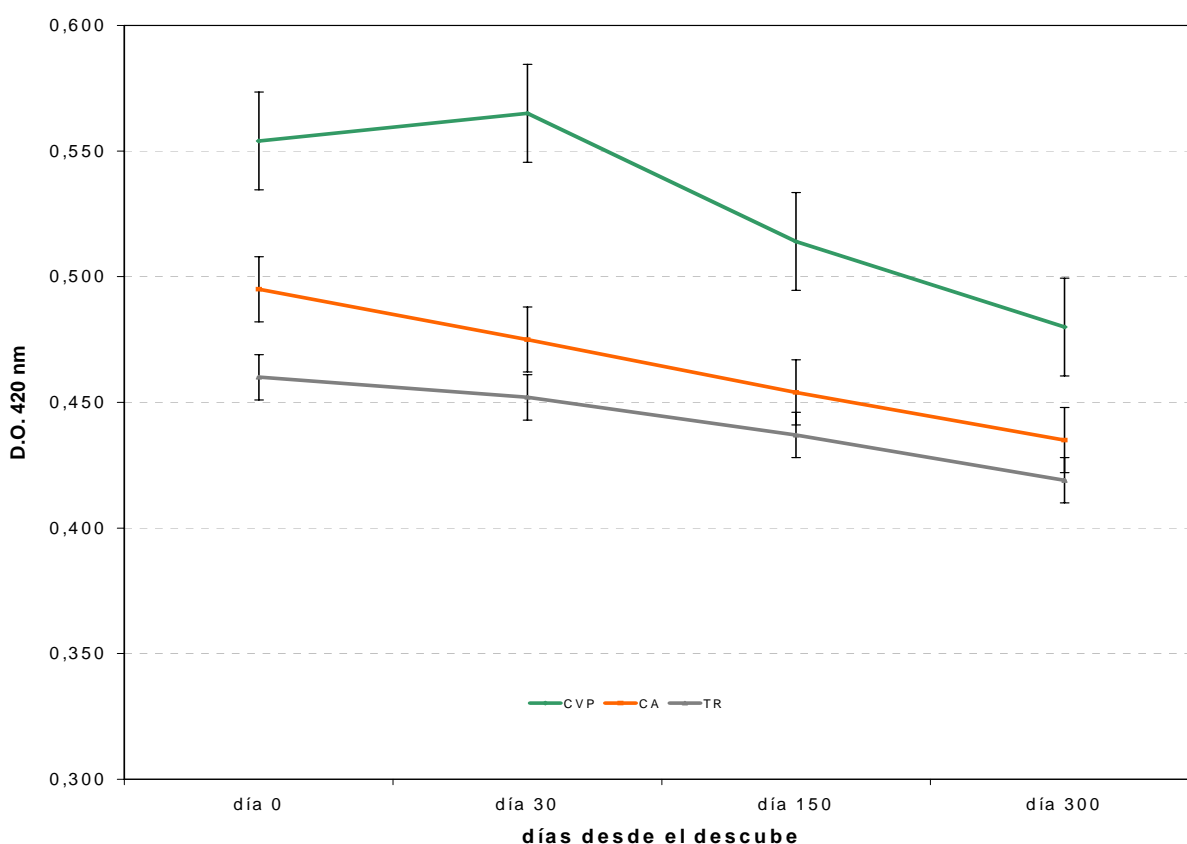


Fig. 4.6 Evolución del color amarillo en vinos obtenidos de los diferentes tratamientos de coberturas de suelos (las barras verticales indican ± 1 desviación típica)
Evolution de la couleur jaune pendant l'élevage des vins obtenu de différents traitements de couverture du sol (les barres indiquent ± 1 écarte typique)

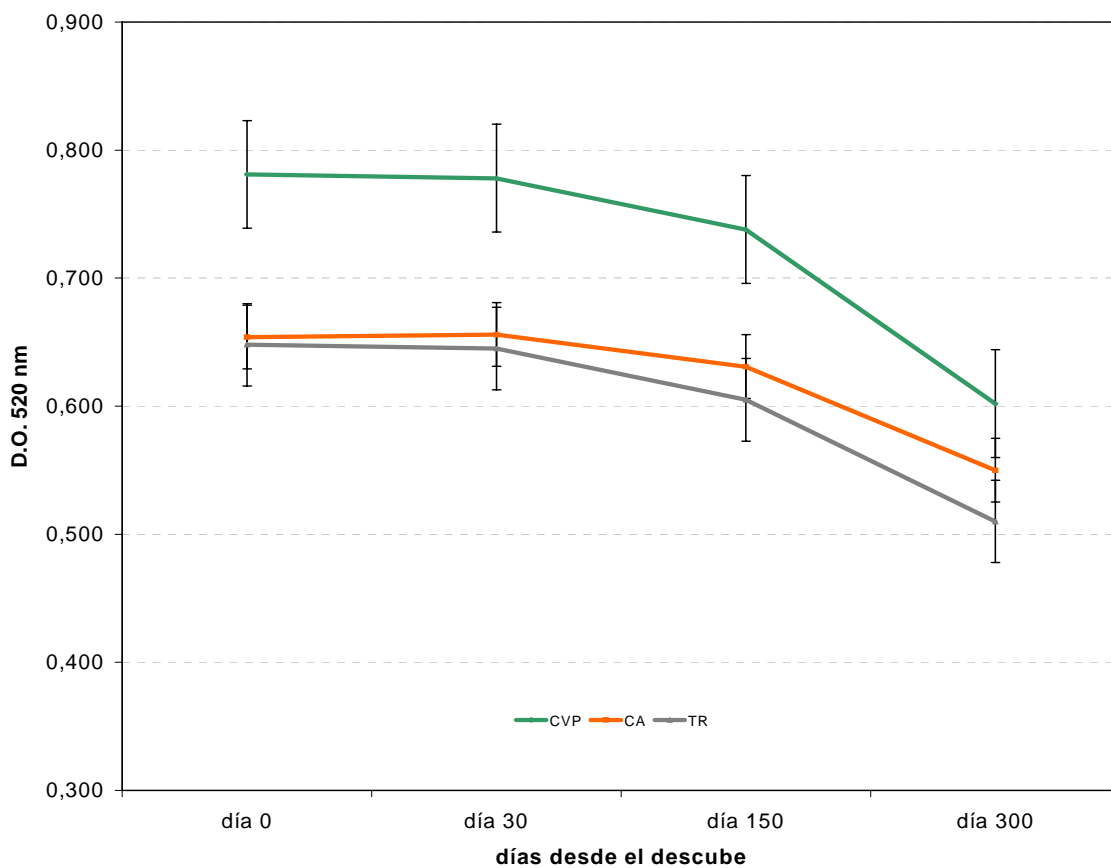


Fig. 4.7 Evolución del color rojo en vinos obtenidos de los diferentes tratamientos de coberturas de suelos (las barras verticales indican ± 1 desviación típica)

Evolution de la couleur rouge pendant l'élevage des vins obtenu de différents traitements de couverture du sol (les barres indiquent ± 1 écarte typique)

La D.O. 520 (figura 4.7) es un indicador de la cantidad de pigmentos antocíánicos bajo sus distintas formas coloreadas, por lo que es de esperar que tienda a disminuir con la conservación, a medida que los antocianos se van degradando. Esto ocurrió con los vinos de todos los tratamientos independientemente de la cantidad inicial de pigmento.

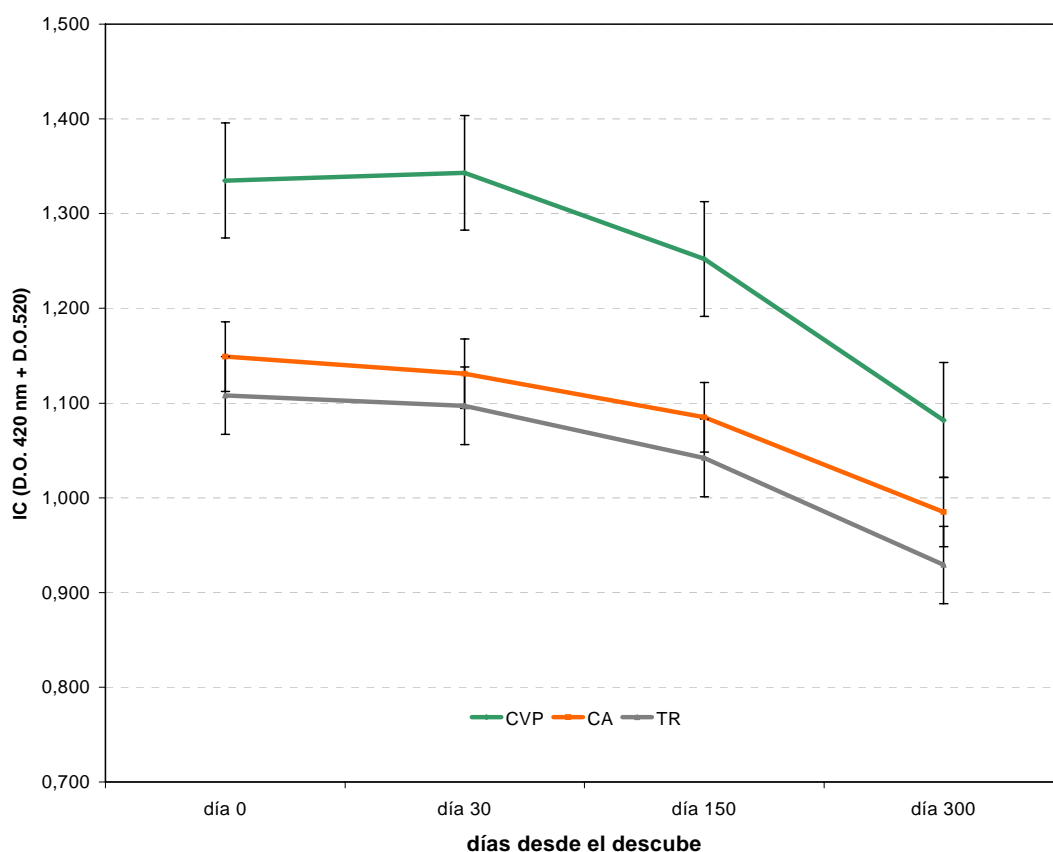


Fig. 4.8 Evolución de la Intensidad Colorante (DO420 + DO520) en vinos obtenidos de los diferentes tratamientos de coberturas de suelos (las barras verticales indican ± 1 desviación típica)

Evolution de l'intensité colorée (DO420 + DO520) pendant l'élevage des vins obtenu de différents traitements de couverture du sol (les barres indiquent ± 1 écarte typique)

Puede verse en la figura precedente (Fig.4.8) que la IC disminuye a partir del día 150 en forma notable y es consecuencia de la degradación de los

antocianos. En el tratamiento CVP la caída es más notable, sobre todo desde el día 30 en adelante (0,253 unidades de DO menos). CA y TR muestran una diferencia de 0,164 y 0,179 respectivamente. Esto puede deberse a que estos tratamientos presentaban una mayor cantidad de flavonoles (ver tabla 4.6), los que estarían actuando como copigmentos. Sin embargo, de acuerdo a lo encontrado por Vila (2002) el color copigmentado de vinos Cabernet Sauvignon prácticamente desapareció al 9º mes de conservación. En base a este antecedente, puede suponerse que, aún en los tratamientos con más posibilidades de copigmentación (CA y TR) por mayor contenido de flavonoles, habrá una caída más notable hacia el final de la conservación.

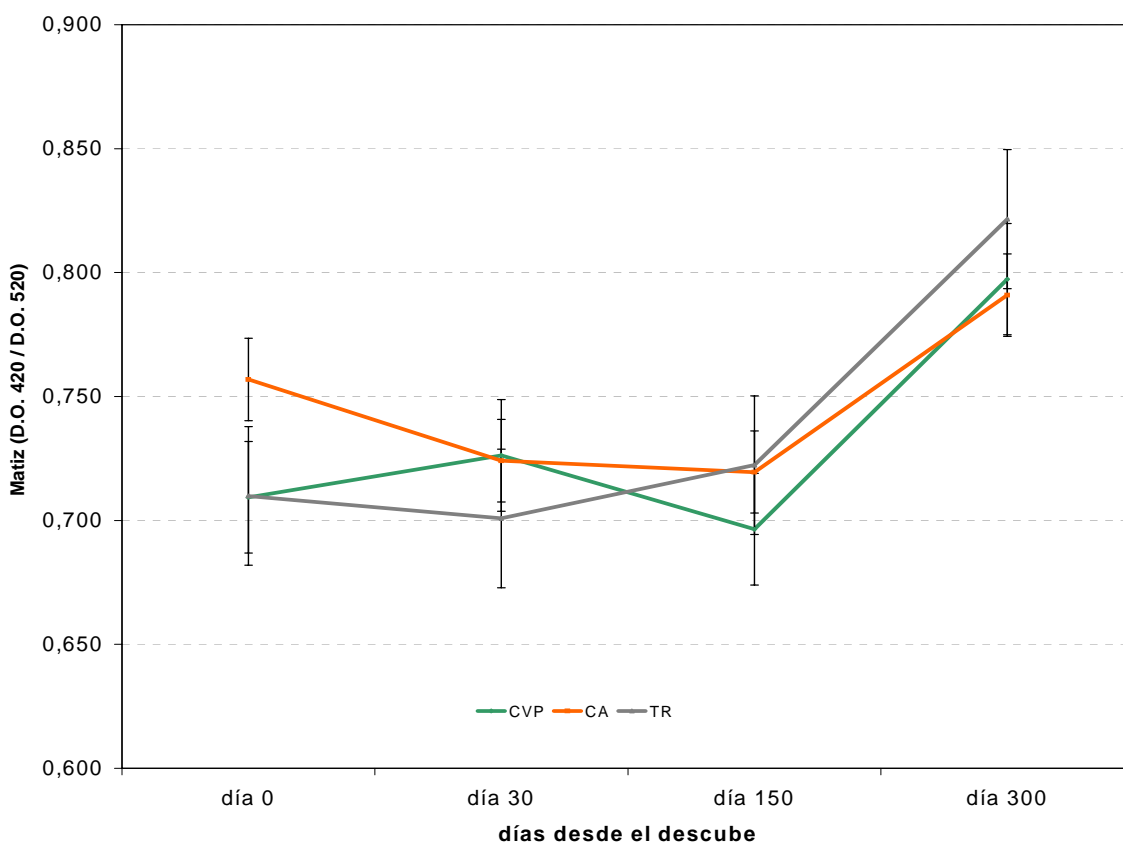


Fig. 4.9 Evolución del Matiz (DO 420 / DO 520) en vinos obtenidos de los diferentes tratamientos de coberturas de suelos (las barras verticales indican ± 1 desviación típica)
Evolution de la nuance (DO420 / DO520) pendant l'élevage des vins obtenu de différents traitements de couverture du sol (les barres indiquent ± 1 écarte typique)

Si se analiza la figura 4.9 puede observarse que en todos los casos hay un aumento del matiz durante la etapa de conservación, más notable hacia el final de la misma. Incluso puede verse que en el caso de los vinos del tratamiento CA el matiz bajó en los primeros meses. Debe tenerse en cuenta que la medida del matiz resulta del cociente entre el color amarillo (D.O. 420) y el color rojo (D.O. 520). La absorbancia en el color rojo es un indicador de los pigmentos antociánicos bajo sus distintas formas coloreadas y como se observa en las figuras 4.6 y 4.7 esa caída es menos notable en los tratamientos CA y TR. Según se cree esto podría deberse a la presencia de mayor cantidad de flavonoles que protegen a los antocianos a través de la copigmentación. A partir del día 150, cuando la copigmentación habría disminuido notablemente (Vila, 2002) el matiz se incrementa. No se encuentra explicación para el aumento en el día 30 posterior disminución en el tratamiento CVP, probablemente se deba a un error experimental o de muestreo.

4.6 Características organolépticas de los vinos

En la tabla 4.8 se muestran los resultados obtenidos del análisis sensorial de los vinos. Los degustadores indican en una escala arbitraria de 0 a 5 la intensidad de la sensación percibida. El valor 0 indica la falta de percepción y el 5 la máxima. Las sensaciones percibidas son visuales, táctiles y gustativas.

| Tratamiento | Ardiente | Concentrado | Untuoso | Ácido | Amargo | Áspero | Astringente | Color | Matiz | Tipicidad Varietal |
|-------------|----------|-------------|---------|-------|--------|--------|-------------|-------|-------|--------------------|
| CVP | 3,0 a | 2,9 a | 3,1 a | 3,0 a | 1,0 a | 2,3 a | 1,5 a | 3,6 a | 3,3 a | 4,1 a |
| CA | 3,0 a | 3,1 a | 3,0 a | 3,0 a | 2,2 b | 3,5 b | 2,6 b | 3,0 b | 3,0 a | 3,0 b |
| TR | 3,1 a | 3,0 a | 3,1 a | 2,9 a | 2,3 b | 3,6 b | 2,6 b | 2,7 b | 2,1 b | 3,0 b |

Tabla 4.8 Análisis sensorial de los vinos obtenidos de los distintos tratamientos de coberturas de suelo (las letras distintas indican diferencias significativas en la prueba de Tukey para un $p \leq 0,05$).
Analyses sensoriel des vins obtenus de différents traitements de couverture du sol (les lettres différentes indiquent différences dans la prouve a Tukey pour une valeur de $p \leq 0,05$)

Si bien este tipo de análisis contiene connotaciones hedónicas indeseables, presenta gran utilidad como complemento del resto de los parámetros analizados. Puede observarse que las diferencias no son significativas en el caso de las sensaciones de ardor (alcohol), concentración, untuosidad y acidez, a pesar de que en dos de ellas (alcohol y acidez) analíticamente si fueron significativamente diferentes.

Las diferencias si fueron significativas al considerar los parámetros Amargo, Áspero, Astringente, Color y Matiz. En general las variables que denotan sensaciones bucales táctiles, tanto las que son agradables (concentración, untuosidad) como las que son desagradables (áspero) están correlacionadas positivamente con los contenidos globales de fenoles, taninos y antocianos (Vila, 2002). En este caso los vinos correspondientes a los tratamientos CA y TR resultaron más amargos, más astringentes y más ásperos. Esto se debería a los mayores contenidos de flavanoles y taninos catequinos y coincide con lo mencionado en la bibliografía donde se expresa que los taninos catequinos a menudo están asociados a la astringencia de los vinos. Estos taninos y en especial las proantocianos (oligopolímeros), son los principales responsables de la astringencia de los vinos tintos, mientras que los monómeros contribuyen significativamente al gusto amargo. Su actividad (astringencia) disminuye si la polimerización es muy elevada y esa polimerización puede aumentar significativamente en caso de una restricción hídrica (Ojeda, 1999). Para el caso de flavanoles (quercetina) se sabe que posee gusto amargo con débil astringencia. Teniendo además la capacidad de actuar como fuerte copigmento formando complejos con las antocianos favoreciendo la disolución y la retención de estas en el vino, lo que se traduce en un aumento del color (Boulton, 1999).

Las diferencias en la percepción del color están fuertemente vinculadas al mayor contenido encontrado de antocianos (ver figuras 4.6 a 4.9). En la figura 4.9 se observa el incremento del matiz en el caso del tratamiento TR, que hace a los degustadores bajar el puntaje en este aspecto los vinos provenientes de esas uvas.

La síntesis del perfil organoléptico de los vinos, se muestra en un gráfico radial en la figura 4.10. En ella puede observarse que las diferencias prácticamente no se perciben en el caso de las sensaciones de ardor (alcohol), concentración, untuosidad y acidez.

Las diferencias si son visibles al considerar los parámetros Amargo, Áspero, Astringente, Color y Matiz donde se destacan los vértices, deseables en el

caso del color para el tratamiento CVP y no deseables en el caso de Amargo y Áspero de los tratamientos CA y TR.

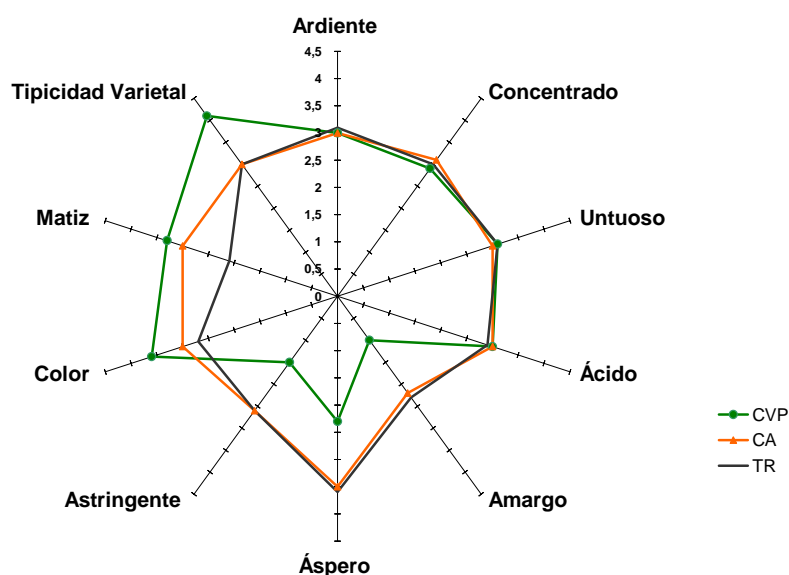


Fig. 4.10 Perfil sensorial de los vinos obtenidos de distintos tratamientos de coberturas de suelo

Profil sensoriel des vins obtenus de différents traitements de couverture du sol

Respecto del carácter varietal, se cree que el caso del tratamiento CVP resulta ser significativamente diferente por un mayor contenido de pirazinas (no investigadas en este trabajo) que otorgan la sensación de pimienta a los vinos Cabernet Sauvignon y otros. Haselgrove *et al* (2000) proponen que todas las prácticas de manejo de la canopia tendientes a lograr un mayor grado de apertura y exposición al sol de los racimos, son al menos más difíciles de definir en los climas cálidos que en los fríos. Estos mismos autores concluyen que el perfil aromático de la uva es menos predecible, a pesar de eso mientras más sombreado esté una canopia, habrá más caracteres herbáceos. Sin embargo ellos mismos dicen que es un tema de estudio y que por ahora no es posible enlazar o relacionar el perfil aromático con la producción de antocianos. Haselgrove *et al* (2000) afirman también que Cabernet Sauvignon deshojado muestra pequeñas diferencias en la producción de antocianos, sin embargo hay diferencias en el carácter y calidad del vino indicados por otros componentes, incluyendo el carácter varietal. Los antocianos totales declinan en su cantidad a medida que avanza la madurez.

Esta pérdida estaría dada en mayor proporción por la forma malvidina 3 glucósido. En condiciones de sombra aumenta la forma cumarato y se pierde durante la vinificación, lo que explicaría porque uvas con la misma cantidad de antocianos totales, originan vinos con menos intensidad colorante.

4.7 Análisis discriminante

El análisis discriminante consiguió diferenciar la uva del tratamiento TR de CVP y CA. El análisis, con la variante de selección de variables por el método *forward*, logró un 100% de aciertos (casos correctamente clasificados) utilizando sólo dos variables, los flavonoles y el Índice de Polifenoles Totales. Quedando definida la siguiente función discriminante:

$$0,9607 \cdot \text{flavonoles} + 0,3443 \cdot \text{IPT}$$

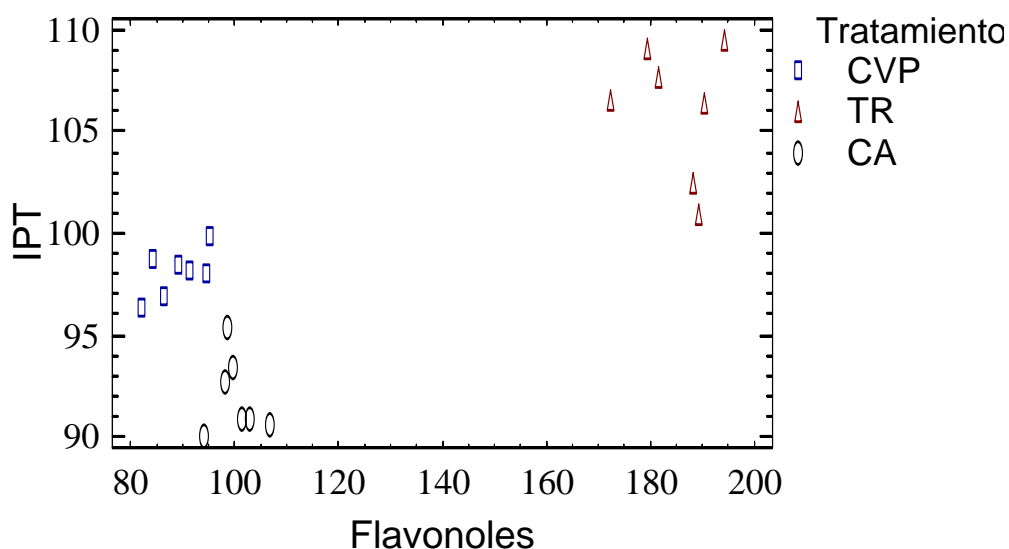


Fig. 4.11 Análisis discriminante para los distintos tratamientos de coberturas de suelo de acuerdo a su perfil polifenólico
Analyse discriminant par les différents traitements de couverture du sol d'accord son profil polyphénoliques

En la figura 4.11, se observa como las uvas de los tratamientos CVP y CA se separan perfectamente de las del tratamiento TR. Para el caso de TR se

observa la importancia que tiene en el caso del IPT el contenido de proantocianidoles y de antocianos (ver tabla 4.6) y relativamente por el contenido de flavonoles, que si bien es un valor elevado, poco aporta al IPT. En el caso del tratamiento CVP, el valor del IPT se ve modificado en gran medida por el aporte de antocianos.

Capítulo 5

Conclusiones

Las coberturas vegetales del suelo, en las zonas bajo riego, modifican el microclima del viñedo. Estas modificaciones se dan tanto en el microclima lumínico (calidad y cantidad) como en el térmico. Esos cambios microclimáticos se traducen en transformaciones de la fisiología de la planta.

En climas cálidos, como el del estudio que se presenta, el suelo desnudo significa un aporte extra de radiación solar, sobre todo si la superficie es de color claro. Ese suplemento de radiación modifica la fisiología de la planta, principalmente los niveles de antocianos y flavonoles en la piel. Las coberturas verdes constituidas por especies de raíces superficiales disminuyen los valores de radiación reflejada por el suelo y la temperatura del aire circundante y en interior de la canopia, sin modificar el vigor y la expresión vegetativa del viñedo. Esto permite alcanzar menores niveles de flavonoles y de taninos lo que otorga vinos más suaves y menos amargos. Los niveles más altos de flavonoles no son, en el caso estudiado al menos, suficientes para una copigmentación que mejore la estabilidad de la materia colorante lo que se observa claramente en un aumento del matiz a partir del quinto mes de conservación. A su vez, los vinos de viñedos con coberturas, resultaran con mejor color (menor degradación de antocianos) y en el caso de Cabernet Sauvignon con mayor tipicidad varietal. El azúcar y por ende el contenido de alcohol no se modifica notablemente, lo que resultará ventajoso en la comercialización, sobre todo si se considera que los vinos tienen más color y más tipicidad varietal. La menor temperatura y menor radiación implican para la vid con cobertura verde, mayor acidez total y menor pH lo que es apreciado desde el punto de vista enológico ya que puede significar menos necesidad de corrección en la bodega, en una zona como la del estudio en la que los valores de acidez son sumamente bajos y pequeñas cantidades de ácido málico (1 a 2 g/L) son apreciadas por los enólogos.

Es importante que las coberturas sean de raíces superficiales y se mantengan desbrozadas permanentemente para evitar la competencia por el agua

y los nutrimentos, de la cobertura con la vid. En el futuro será necesario determinar si el empleo continuado de herbicida y/o el desbrozado provocan algún tipo de selección en las especies de la cobertura y que la misma quede constituida por otras que puedan competir con la vid.

Hipótesis a futuro (en función de los resultados obtenidos)

- Puede ser que en terrenos con superficies oscuras o pedregosas, las modificaciones en el microclima lumínico y/o térmico sean diferentes a las aquí descritas
- Los pH menores encontrados, lo son por la menor temperatura y menos ácido málico respirado y por una mayor la temperatura del suelo y la actividad de la ATPasa absorbiendo más K^+
- La mayor cantidad de quercetina no es suficiente para una adecuada copigmentación
- Si se trabaja varios ciclos seguidos puede ser que el desbrozado y/o la aplicación de herbicida desecantes de contacto, provoque una selección de especies. De ser así, esas nuevas especies competirán con la vid modificando el estado hídrico y nutricional del suelo y el vigor de las plantas
- El comportamiento será distinto en el caso de uvas blancas

Agradecimientos

Deseo dejar expresado mi sincero agradecimiento a las siguientes personas, instituciones, cátedras y laboratorios:

- Ing. Agr. Raúl F. Del Monte, mi director, por la dedicación, esfuerzo y grado de compromiso para con el trabajo ejecutado
- Ing. Agr. Guillermo Ibáñez de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, por su asesoramiento y por facilitar las mediciones del espectro de radiación y disponer de su valioso tiempo.
- Ing. Agr. Martín Uliarte por su inestimable y desinteresada colaboración en el análisis y transformación de datos de radiación solar
- Sr. Director de la EEA Mendoza y en su persona a las autoridades del INTA por facilitar las instalaciones para la ejecución y solventar la casi totalidad de los costos de los ensayos
- Ing. Agr. Carlos Catania y Enól. Silvia Avagnina por facilitar los medios necesarios para la vinificación de los ensayos, la evaluación sensorial de los vinos y colaborar en la revisión del trabajo final.

- Cátedra de Enología de F.C.Agrarias de la UNCuyo y Bodega Experimental por facilitar los medios necesarios para el análisis, envasado y conservación de los vinos, especialmente al Sr. Andrés Benvenuti
- Jueces que intervinieron en el Análisis Sensorial de los Vinos
- Cátedra de Fisiología Vegetal de la F.C.Agrarias de la UNCuyo por facilitar el uso del radiómetro y cámara de presión.
- Integrantes del Laboratorio de Viticultura de la EEA Mendoza del INTA, especialmente M. Rivero, R. Martos y A. De Biazzi, por la importante ayuda con la ejecución de los análisis de fenoles en uvas.
- Sra. Norma Pieralisi por su colaboración y valioso apoyo en la búsqueda bibliográfica y el seguimiento de los avances del trabajo
- Sección de Mecanización y Bodega Piloto de la EEA Mendoza del INTA, en la persona de los Sres Stocco, Sosa y Funes por su valiosa y eficiente colaboración
- Laboratorio de Suelos de la EEA Mendoza del INTA por la ejecución de los análisis de suelo y pecíolos.
- Dr. Rubén N. Oliva y Profesor MSc Juan B. Cavagnaro por colaborar en la revisión del informe final
- Laboratorio de Poscosecha de la EEA Mendoza del INTA por facilitar los medios para la conservación de las muestras de uva
- Lic. Gilberto Silvano por facilitar los tapones sintéticos para los envases de vino
- Adriana mi esposa y nuestros hijos Natalia, Fernanda y Federico, por el apoyo y paciencia sobre todo en los momentos de más cansancio, desilusiones y tensión.

Bibliografía

1. Amerine, M. and Ough, C. 1980: *Methods for analysis of musts and wines*, p.341. Wiley and Sons, New York.
2. Amrani Joutei, K.; Glories, I.; Mercier, M. 1994: *Localisation des tannins dans la pellicule de baies de raisin*. *Vitis* 33:133-138
3. Ancel, J. 1986: *Effects de la non culture sur le système racinaire de la vigne et sur quelques caractéristiques du sol*. *Annales ANPP*, 2^e Symp. Int. sur la non culture de la vigne et les autres techniques d'entretien du sol, Montpellier (France), 26-28 novembre 1986, pp 337-344
4. Baldi, A.; Romania, A.; Mulinacci N.; Vincieri, F.; And Casett, B. 1995: *HPLC/MS application to antocyanins of Vitis vinifera L*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 43: 2104-2109
5. Bate-Smith, E.C. 1954: *Astringency in foods*. *Foods* 23:124

6. Bergqvist, J.; Dokoozlian, N.; Ebisuda, N. 2001: *Sunlight exposure and temperatures effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the San Joaquin valley of California*. Am. J. Enol. Vitic. 52:1, pp1-7.
7. Boulton, R. 1999: *El fenómeno de la copigmentación en los vinos tintos*. Seminario Internacional hacia la Enología del siglo XXI. 3-7 de mayo de 1999. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina
8. Boulton, R. 2001. En: Zoecklein, B.; Fugelsang, K.; Gump, B.; Nury, F. 2001: *Análisis y producción de vino*. Ed. Acribia. Zaragoza. España. pp 79-83
9. Bourde, L., Bagard, G.; Salva, N.; Uscidda, D.; Vallee, C.; Lavergne, C.; Serpentine, M.J.; Albertini, M. 1999: *Intérêt de l'enherbement naturel maîtrisé et influence d'une concurrence limitée de l'herbe sur la production et qualité des vins*. Revue Française d'Œnologie. 179, pp 16-19
10. Bravdo, B.; Hepner, Y.; Loinger, C.; Cohen, S.; Tabacman H. 1985: *Effects of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon*. Am. J. Enol. Vitic. 36: 132-139
11. Butrose, M.; Hale, C.; Kliewer, M. 1971: *Effect of temperature on the composition of Cabernet Sauvignon berries*. Am. J. Enol. 22: 71-75
12. Cao-Thanh, B. 2003: *Estudio y evolución de los compuestos fenólicos (segunda parte)*. www.vinidea.net
13. Carbonneau, A. et Huglin, P. 1980: *Adaptation of training systems to French regions*. In: Grape and Wine Centennial Symposium Proceedings (18-21 June 1980, Davis, CA) A.D. Webb Ed. pp 376-385
14. Carbonneau, A. et Casteran, P. 1987: *Interactions, training system x soil x rootstock; with regard to vine ecophysiology, vigour, yield and red wine quality in the Bordeaux area*. Acta horticulturae 206, 119-140
15. Carbonneau, A. 1995: *La surface foliaire exposée potentielle –guide pour sa mesure-* Prog.Agr.Viti, 112, 9 pp 204-212
16. Carbonneau, A. 2000: *Apuntes de clase*. Maestría en Viticultura y Enología. UNCuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza. Argentina. Mayo-Diciembre de 2000.
17. Cartechini, A. and Palliotti, A. 1995: *Effect of shading on vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines in the field*. Am. J. Enol. Vitic., 46:2, 227-234.
18. Cheynier V.; Moutounet M.; Sarni-Manchado, P. 1998: *Los compuestos fenólicos*. En: *Enología, fundamentos científicos y tecnológicos*. C. Flanzky. Amv Ediciones. Mundi Prensa. 2000 pp114-133

19. Crippen, D. and Morrison, J. 1986: *The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries*. Am. J. Enol. Vitic. 37: 235-247
20. Delas, J. 1993: *Nutrition azotée, composition des baies et des moûts*. Prog.Agr.Viti, 110, pp 139-142
21. del Monte, R.F.; Mathey, C.A.; Quiroga de Oriolani, M. 1994: *Eficiencia comparativa entre sistemas de labranza y coberturas de flora natural en viticultura regadía*. IV Congreso Latinoamericano de viticultura y enología. Santiago, Chile, 20-25 de noviembre de 1994. Revista de Horticultura Argentina. ASHO 13, pp 34-35 mayo-diciembre de 1994.
22. del Monte, R.F.; Ambrogetti, A.; Catania, C.; Avagnina, S. y Pérez Peña, J. 2000: *Manejo de suelo mediante coberturas vegetales en el viñedo regadío (Cv. Malbec) resultados preliminares ciclo 1999*. Simposio: *Encuentro con el Malbec*. Centro de Estudios Enológicos de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 6 y 7 de abril de 2000.
23. Dokoozlian, N.K. 1990: *Light quantity and light quality within Vitis vinifera L. grapevine canopies and their relative influence on berry growth and composition*. Am. J. Enol. Vitic. 47: 186-192
24. Dokoozlian, N.K. and Kliewer, W.M. 1995 (a): *The light environment within grape vine canopies. I- description and seasonal changes during fruit development*. Am. J. Enol. Vitic., 46:2. 205-217.
25. Dokoozlian, N.K. and Kliewer, W.M. 1995 (b): *The light environment within grapevines canopies. II- Influence of leaf area density on fruit zone light environment and some canopy assessment parameters*. Am. J. Enol. Vitic., 46:2. 219-225.
26. Dokoozlian, N.K. and Kliewer, W.M. 1996: *Influence of light on grape berry growth on composition berries during fruit development*. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121: 869-874
27. Freeman, B. and Kliewer, M. 1983: *Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignan vines. II Grape and wine quality*. Am. J. Enol. Vitic. 34: 197-207
28. Gawel, R. 1998: *Red wine astringency: a review*. Austr. J. Grape Wine Res. 4: 74-95
29. Ginestar C; Eastham, J. Gray, S.; Iland, P 1998: *Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation. I effect of post veraison water deficits on composition of Shiraz grape*. Am. J. Enol. Vitic. 49: 421-428
30. Haselgrove, L.; Botting, D.; Van Heeswijck, R.; Hoj, P.B.; Dry, C. Ford, C.; Iland, P.G. 2000: *Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of Vitis vinifera L. Cv.*

- Shiraz grape berries*. Australian Journal of Grape and Wine Research 6, pp 141-149
31. Hmamouchi, M.; Es-Safi, N. Lahrichi, M.; Fruchier, A. Esaci, E. 1996: *Flavones and Flavonols in leaves of some Moroccan Vitis vinifera cultivars*. Am.J.Enol.Vitic. 47: 186-192
 32. Hrazdina, G.; Parson, G.; Mattick, L.: 1984: *Physiological and biochemical events during development and maturation of grapes*. Am. J. Enolo. Vitic. 35:220-227
 33. Hunter, J.; De Villiers, O.; Watts, J. 1991: *The effect of partial defoliation on quality characteristics of Vitis vinifera L. cv. Cabernet Sauvignon grapes. II skin color, skin sugar and wine quality*. Am. J. Enol. Vitic. 42: 13-18
 34. Igounet, O.; Baldy, Ch.; Robin, J.P; Boulet, J.C. Sanon, M.; Suard, B. 1995: *Effect de revêtements artificial du sol sur la temperature á l'intérieur des grappes de raisin au cours de la maturation*. J. Int. Sci. Vigne Vin 29, 4, 193-204
 35. Iland, P.; Ewart, A.; Sitters, J.: 1993: *Techniques for chemical analysis and stability test of grape juice and wine*. Kitchener Press Pty. Ltd. Adelaide, Australia.
 36. Kasimatis, A.N.; Lider, A.; Kliewer, M. 1975: *Influence of trellising on growth and yield of Thompson Seedless vines*. Am.J.Enol.Vitic. 23: 125-129
 37. Keller, M. and Hrazdina, G. 1998: *Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening*. Am.J.Enol.Vitic. 49: 341-349
 38. Kliewer, M. and Lidder, L. 1968: *Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson seedless fruit*. Am. J. Enol. Vitic. 19: 175-184
 39. Kliewer, M. 1970: *Effects of day temperature and light intensity on growth and composition of Vitis vinifera L grapes*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 95: 693-697
 40. Kliewer, M. and Torres, R.1972: *Effects of controlled day and night temperature on grape coloration*. Am. J. Enol. Vitic. 23(2): 71-76
 41. Kliewer, M. 1977: *Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes*. Am. J. Enol. Vitic. 28: 96-103
 42. Langcake, P. and Pryce, R.J. 1976: *The production of resveratrol by Vitis vinifera and other member of the Vitaceae as a response to infection or injury*. Physiol. Plant. Pathol. 9:77-86

43. Larchvêque, C.; Casanova, A.; Dupuch, V.; Benard, R. 1998: *Influence de la fumure azotée sur une vigne de Vitis vinifera L. Var. Merlot avec enherbement permanent*. J. Int. Sci. Vigne Vin, 32:1, 27-43.
44. Le Goff-Guillou, I.; Marsault, J.; Riou, C. 2000: *Impact de l'enherbement sur le fonctionnement de la vigne, la composition des moûts, les durées de fermentation et la qualité des vins*. Progrès agricole et viticole. 117-5. pp 103-110
45. Leighton, F. y Urquiaga, I. 1999: *Los componentes del vino y sus efectos beneficiosos para la salud humana*. VII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología. Mendoza Argentina. pp 244-265
46. Mc Murough, I. and Mc Dowell, J. 1978: *Chromatographic separation and automated analysis of flavonols*. Anal. Biochem., 91:92-100
47. Maigred D. et Murisier, F. 1992: *Essai d'entretien d'un sol viticole dans une région à faible pluviosité. Un bilan après 16 ans d'expérimentation en Valais*. Rev.suisse Vitic. Arboric. Hort., 24, pp 271-278
48. Morlat, R. 1981: *Effects compares de deux techniques d'entretien du sol sur l'enracinement de la vigne sur le milieu édaphique*. Agronomie, 10, pp 887-896
49. Morlat, R. Robichet, J.; Sigogne, M; Remoue, M.; Venin G.; Leon, H. Et Asselin C. 1984: *Influence de la densité de plantation et du mode et du mode d'entretien du sol su l'alimentation minérale de la vigne*. Connaissance Vigne Vin, 18, pp 83-94
50. Morlat R.; Jacquet, A.; Asselin, C. 1993: *Pricipaux effets de l'enherbement permanent contrôlé du sol dans un essai de longue durée en Anjou*. Prog.Agric.Viti., 110, 19, pp 406-410
51. Matthews, M. and Anderson, M. 1988: *Fruit ripening in Vitis vinifera L. Responses to seasonal water deficits*. Am. J. Enol. Vitic. 39: 313-320
52. Morrison, J. and Noble, A. 1990: *The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties*. Am.J.Enol.Vitic. 41: 193-200
53. Ojeda, H. 1999: *Influence de la contrainte hydrique sur la croissance du péricarpe et sur l'évolution des phénols des baies de raisin (Vitis vinifera L.) cv. Syrah*. Thèse de Doctorat, Ecole National Supérieure Agronomique de Montpellier. France.
54. Ough, C. and Amerine, M. 1988: *Methods for analysis of musts and wines*. Ed. J. Wiley & Sons, N.York. pp 208-210
55. Pearcy, R. 1990: *Sunflecks and photosynthesis in plant canopies*. Ann Rev.Plant Physiol. 41: 421-453
56. Pirie, A. and Mullins, M.1980: *Concentration of phenolic in the skin of grape berries during fruit ripening and development*. Am. J. Enol. Vitic 31:34-46

57. Price, S.F.; Breen, P.J.; Valladao, M.; Watson, B.T. 1995: *Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wine*. Am. J. Enol. Vitic., 46:2, 187-193.
58. Reynolds, A.G.; Pool, M.; Mattick, R. 1986: *Effects of shoot density and crop control on growth, yield, fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 111:55-63
59. Reynolds, A. and Wardle, A. 1989 (a): *Impacts of various canopy manipulation techniques on growth, yield, fruit composition and wine quality of Gewürztraminer*. Am. J. Enol. Vitic. 40: 121-129
60. Reynolds, A. and Wardle, A. 1989 b: *Effects of timing and severity of summer hedging on growth, yield, fruit composition and canopy characteristics on the Chaunac. II Yield and fruit composition*. Am. J. Enol. Vitic. 40: 299-308
61. Ribéreau-Gayon, P. et Stonestreet, E. 1965: *Bull.Soc. Chim. Fr.* pp2649-2652
62. Ribéreau-Gayon, P.; Stonestreet, E. 1966: *Chim. Anal.* 48:188-196
63. Riou, C. et Morlat, R. , 1996: *Valorization agroviticole de l'effet terroir par l'enherbement des sols*. Colloque Les terroirs viticoles. Angers 17-18 juillet 1996, pp 298-304
64. Riou C. et Asselin, C. 1996: *Potencial polyfenólico disponible del rai-sin, estimación rápida por extracción a chaud*. Progrés agricole et viticole. 113:18. pp 382-384.
65. Robin, P.; Abbal, Ph.; Salmon, J.M. 1995: *Fermété et maturation du rai-sin. Définitions et evolution de différents paramètres rhéologiques au cours de la maturation*. Vigne et vin publications internationeles. France. pp 127-137.
66. Robin, J.P.; F. López; D.Roujou De Boubee; O. Igounet; F. Sauvage; Martine Radal Et C. Verries 1998: *La colorations des baies du raisin Syrah au cours de leur maturation. Relations entre les descripteurs de la couleur, dynamique in situ et influence des facteurs de l'environnement*. Vigne et vin publications internationaux. France pp 187-199.
67. Robin, J.P. 2000 (a): *Optimitation de la largeur de vitexol a utiliser et de sa disposition*. Copia del trabajo cedida por J.P. Robin. Año 2000.
68. Robin, J.P. 2000 (b): *Apuntes de clase*. Maestría en Viticultura y Enología. UNCuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza. Argentina. Diciembre de 2000.
69. Robin, J.P.; Sauvage, F.X.; Pardal, M.; Chavelon, M. 2000: *Reflexion du sol et coloration du raisin, l'excitation de la vigne par la lumière rouge se-rait determinante pour la qualité de baies*. J. Int. Sci. Vigne Vin. 34, 3, 101-119

70. Romeyer, F.; Macheik, J. Goiffon, J.; Remeniak, C.; Sapis, J. 1983: *The browning capacity of grapes. 3. Changes and importance of hydroxycinnamic acid-tartaric acid esters during development and maturation of the fruit.* J. Agric. Food Chem. 31: 339-346
71. Salmon, J.M.; Mailhac, N.; Sauvage, F.; Biron, M.; Robin, J.P. 1998: *Effect d'un revêtement réfléchissant artificiel sur le microclimat radiatif et thermique de la vigne et incidence sur la microflore levurienne de surface.* Vigne et vin publications internationales. pp 185-196.
72. Sauvage, F.; Chovelon, M.; Robin, P. 2000: *Le propriétés de reflectance du sol de la parcelle sont a considerer comme des paramétres du terroir.* Copia del trabajo cedidad por J.P. Robin. Año 2000.
73. Sauvage, F.; Abal, Ph.; Pradal, Martine; Robin, J.P.1998: *La solaritation de la vigne en production de raisin de table. Impact qualitatif et influence de l'orientation des grappes.* Fruits, 53:6 pp 421-436
74. Sauvage, F. 1999: *Le technique de la solaritation par usage d'un revêtement de sol reflechissant amella qualité des raisens de table.* GESCO 11º giornate. Vol.2 Sicili, junio de 1999 pp 724-732.
75. Sears, F. y Zemansky, M. 1979: *Física General.* Ed. Aguilar Madrid 1979 (5ª edición) 1045 págs.
76. Shaulis N. and May, P. 1971: *Responses of Sultana Vines to training on divided canopy and to shoot crowding.* Am. J. Enol. Vitic. 22:215-222
77. Smart, R. 1973: *Sunlight interception by vineyards.* Am.J. Enol. Vitic. 24:141-147
78. Smart, R.; Shaulis, N.; Lemon, R. 1982: *The effect of Concord vineyard microclimate on yield. I- the effect of pruning, training and shoot positioning on radiation microclimate.* Am. J. Enol. Vitic 33: 99-108
79. Smart, R. 1985: *Principles of grapevine canopy management microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review.* Am. J. Enol. Vitic. 36: 230-239
80. Smart, R.; Robinson, J.; Due G.; Brien C.1985 (a): *Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I-Definition of canopy microclimate.* Vitis 24:17-31
81. Smart, R.; Robinson, J.; Due G.; Brien C.1985 (b): *Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. II-Effects on must and wine composition.* Vitis 24:119-128
82. Smart, R. 1988: *Shoot spacing ad canopy light microclimate.* Am. J. Enol. Vitic. 39:325-333
83. Smart, R.; Smith, S.; Winchester, R. 1988: *Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon.* Am. J. Enol. Vitic. 39: 250-258

84. Souquet, J.; Cheynier, V.; Sarni-Manchado, P.; Moutounet, M.1996: *Les composés phénoliques du raisin*. J. Int. Sci. Vigne Vin, N° hors series, pp 13-23
85. Soyer, J.P.; Delas, J.; Molot, C.; Andral, P.; Casteran, P. 1984: *Technique d'entretien du sol en vignoble bordelais. Conséquence sur la vigne (production, vigueur, enracinement, nutrition) et sur le sol après 20 ans d'expérimentation* Progr.Agr.Vitic. 101, pp 315-320
86. Uliarte, M. y Del Monte, R.F.2003: *Evaluación comparativa de coberturas vegetales en el manejo de viñedos regadíos de Mendoza (Argentina)*. IX Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología; 24 al 28 de noviembre de 2003. Santiago de Chile.
87. U.S. Department Agriculture Handbook 18- Soil Survey Manual 1954: *Munsell Soil Color Charts*. Munsell Color Company Inc. Baltimore USA.
88. Vallone, R.C.; Pérez Peña, J.; Nijensohn, L.; Cavagnaro, B. 1998: *Parámetros edafológicos y fisiológicos relacionados con la oportunidad de riego en vid*. Informe Final de la SECyT de la UNCuyo. 51 pp.
89. Vila, H. 2002: *Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec*. Tesis de Maestría en Viticultura y Enología. Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo. ENSA Montpellier. INTA INRA. Mendoza.
90. Wolf, T.; Pool, R.; Mattick, L.1986: *Responses of young Chardonnay grapevines to shoot tipping, ethephon and basal leaf removal*. Am. J. Enol. Vitic. 37: 263-268
91. Yokotsuka, K.; Nagao, A.; Nadazawa, K.; Sato, M.1999: *Changes in anthocyanins in berry skin of Merlot and Cabernet Sauvignon grape, growth in two soils modified with limestone or oyster shell versus native soil over two years*. Am. J. Enol. Vitic. 50:1-12
92. Zoecklein, B.; Fugelsang, K.; Gump, B.; Nury, F. 2001: *Análisis y producción de vino*. Ed. Acribia. Zaragoza. España. pp 79-83