

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

***INFLUENCIA DEL DESHOJADO EN DOS MOMENTOS  
FENOLÓGICOS DEL CICLO DE LA VID *Vitis Vinífera* cv  
TANNAT; EN LA PRODUCCIÓN, LA COMPOSICIÓN  
DE LA UVA Y EL MOSTO Y EN *Botrytis cinerea* Pers.***

por

**Gabriel CARROSIO BENVENUTO  
Rodrigo GRENNI RAVIOLO  
Federico PELUFFO FOURMET**

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2005

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

\_\_\_\_\_  
Nombre completo y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

A Milka Ferrer, Gustavo González, Vivienne Geep por aceptar acompañarnos en este proceso y por su valiosa cooperación.

A Wilfredo Ibáñez, por su colaboración en el análisis estadístico de la base de datos del ensayo.

Al establecimiento “Viñedos Luis Alberto Varela”, especialmente a Ricardo Varela y a Miguel Ocampos, por brindarnos el material en donde se ejecutara el ensayo de campo, así como la información proporcionada por los mismos.

Al equipo técnico del laboratorio del I.NA.VI, integrado por: Darwin Charamelo, Juan Balado, Laura Barreiro, Rosa Bochicchio, Gabriela Gatto, Graciela Gil, Alicia Tessore, por su protagónica participación en este trabajo, así como el interés que han manifestado sobre el mismo.

Al equipo que participó de la Cátedra de Fruticultura, sección viticultura: Ivette Sibille, Diego Picardo, Juan Manuel Abella por su colaboración en los trabajos de campo, en el laboratorio de la Facultad y en el procesamiento de la información.

Y un especial agradecimiento a nuestras familias, sin las cuales este trabajo no podría haber sido posible:

Familia CARROSIO - BENVENUTO

Familia GRENNI - RAVIOLO

Familia PELUFFO - FOURMENT

## LISTA DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICOS

Figura N°1: Diagrama del desarrollo del grano. _____	15
Figura N°2: Esquema del sistema de conducción. _____	37
Cuadro N°1: Producción promedio total y saña, por planta según tratamiento. ____	48
Cuadro N°2: Porcentaje de la producción promedio por planta afectada por podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> Pers.), según tratamiento. _____	51
Cuadro N°3: Parámetros químicos de la uva en cosecha, para cada tratamiento.	
Cuadro N°4: Parámetros químicos del mosto, para cada tratamiento. _____	57
Cuadro N°5: Temperaturas máximas de racimos externos y frecuencia de temperaturas absolutas, en inicio de madurez (10 días), según tratamiento.	65
Cuadro N°6: Parámetros fenólicos de la uva en cosecha. _____	67
Cuadro N°7: Número de racimos quemados por planta, y porcentaje en que los mismos se encontraban afectados; cuantificados en cosecha según tratamiento. _	68
Cuadro N°8: Número de racimos quemados según lado cardinal de la planta (este, oeste), y porcentaje en que los mismos se encontraban afectados, en cosecha. ____	69
Cuadro N°9: Número de racimos quemados por lado cardinal de la planta (este, oeste), y porcentaje en que los mismos se encontraban afectados, en cosecha, según tratamiento.	69
Gráfico N°1: Seguimiento del peso de grano para cada tratamiento. _____	48
Gráfico N°2: Seguimiento del volumen de racimo para cada tratamiento. _____	49
Gráfico N°3: Evolución del volumen de los racimos de los diferentes tratamientos, hacia el final del período de madurez (del 16/2 al 21/3). _____	51
Gráfico N°4: Evolución por tratamiento de la incidencia de ataque de <i>Botrytis cinerea</i> Pers. durante la madurez, según tratamiento. _____	53
Gráfico N°5: Evolución por tratamiento de la severidad de ataque de <i>Botrytis cinerea</i> Pers. durante la madurez, según tratamiento. _____	53
Gráfico N°6: Luminosidad en los racimos, para el día 17 de febrero, según tratamiento. _____	54
Gráfico N°7: Número de horas con temperaturas del racimo por encima de 25°C y 30°C, durante el período de madurez, según tratamiento. _____	55
Gráfico N°8: Humedad relativa media diaria en la zona de los racimos durante los últimos 15 días del período de madurez (8/3 al 22/3), según tratamiento. ____	56
Gráfico N°9: Evolución de los azúcares durante la madurez, según tratamientos. _	59
Gráfico N°10: Temperatura diaria promedio de 30 días, durante el período de madurez, según tratamiento. _____	60
Gráfico N°11: Evolución de la acidez total durante la madurez, según tratamiento.	61
Gráfico N°12: Evolución del pH durante la madurez, según tratamiento. _____	62

Gráfico N°13: Evolución de los Antocianos Totales a pH1, según tratamiento.	62
Gráfico N°14: Luminosidad y evolución de la temperatura media del racimo, según tratamiento.	63
Gráfico N°15: Evolución de la extractibilidad de los Antocianos, según tratamiento.	65
Gráfico N°16: Evolución del índice de madurez de las semillas Mp, según tratamiento.	66



## TABLA DE CONTENIDOS

PAGINA DE APROBACIÓN _____	II
AGRADECIMIENTOS _____	III
LISTA DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICOS _____	IV
1 INTRODUCCIÓN _____	4
2 REVISION BIBLIOGRÁFICA _____	6
2.1 DESCRIPCIÓN VARIETAL _____	6
2.1.1 Descripción Botánica _____	6
2.1.2 Características de la uva y el vino _____	6
2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO _____	7
2.2.1 Fisiología de la hoja _____	7
2.2.1.1 Funciones de las hojas _____	7
2.2.1.2 Las hojas en el cultivo de vid _____	9
2.2.2 Edad de la hoja _____	10
2.2.3 Partición de asimilados _____	10
2.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO. _____	12
2.3.1 Fases de desarrollo del fruto _____	12
2.4 PARÁMETROS FÍSICOS DE LA UVA Y COMPOSICIÓN DE LA UVA Y EL MOSTO. _____	16
2.4.1 Parámetros físicos de la uva _____	16
2.4.2 Composición de la uva y el mosto _____	16
2.4.2.1 Sólidos solubles _____	16
2.4.2.2 Acidez Total _____	17
2.4.2.3 pH _____	18
2.4.2.4 Compuestos fenólicos _____	19
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PODREDUMBRE GRIS _____	22
2.5.1 Agente causal _____	22
2.5.2 Importancia _____	22
2.5.3 Ciclo del hongo _____	23
2.5.4 Factores que inciden en el desarrollo de Botrytis cinerea Pers. _____	24
2.5.4.1 Climáticos _____	24
2.5.4.2 Varietales _____	25
2.5.4.3 Otros factores _____	25
2.5.5 Estrategias y medios de control _____	25
2.5.5.1 Sistema de conducción y poda _____	26
2.6 DESHOJADO _____	27
2.6.1 Influencia del deshojado en la capacidad productiva de la planta _____	30
2.6.1.1 Superficie Foliar _____	30
2.6.1.2 Rendimiento _____	30

2.6.2	Influencia del Deshojado en los parámetros físicos de la uva y en la composición de la uva y el mosto	31
2.6.2.1	Parámetros físicos de la uva	31
2.6.2.2	Composición de la uva y el mosto	32
2.6.3	Influencia del deshojado en el desarrollo de Botrytis cinerea Pers.	35
2.6.4	Quemado de sol	35
3	MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO Y SU MANEJO	37
3.1.1	Descripción del viñedo	37
3.1.2	Manejo de la vegetación	38
3.1.3	Tratamientos fitosanitarios	38
3.2	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	39
3.2.1	Diseño experimental	39
3.2.2	Tratamientos	39
3.2.3	Análisis Estadístico	40
3.3	MEDICIONES A NIVEL MICROCLIMÁTICO	40
3.3.1	Seguimiento de la temperatura y humedad relativa entorno al racimo	40
3.3.2	Seguimiento de la temperatura en el interior del racimo	40
3.3.3	Medición de intensidad de luz a nivel del racimo	40
3.4	EVALUACIONES SOBRE Botrytis cinerea Pers.	41
3.4.1	Identificación de estructuras con probable fuente de inóculo en invierno	41
3.4.2	Detección de infecciones tempranas en floración – cuajado	41
3.4.3	Evolución de la podredumbre gris durante la maduración	41
3.4.4	Cuantificación de la producción afectada por Botrytis cinerea Pers. en cosecha	41
3.5	MEDICIONES SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO	42
3.5.1	Seguimiento del crecimiento de pámpanos y feminelas	42
3.5.2	Estimación del área foliar deshojada en cuajado	42
3.5.3	Estimación del área foliar deshojada en envero	42
3.6	MEDICIONES SOBRE EL CRECIMIENTO DEL RACIMO	43
3.6.1	Seguimiento del volumen del racimo	43
3.7	DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL EQUILIBRIO VEGETO-PRODUCTIVO	44
3.7.1	Peso de cosecha	44
3.7.2	Peso de Poda	44
3.7.3	Índice de Ravaz	44
3.8	SEGUIMIENTO DE LA COMPOSICIÓN DE LAS UVAS DURANTE LA MADUREZ	44
3.8.1	Mediciones de peso de grano, sólidos solubles, acidez total y pH	45
3.8.2	Análisis de los compuestos fenólicos	45
3.9	OBSERVACIONES RESPECTO AL QUEMADO DE SOL	47
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48

4.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA PRODUCCIÓN POR PLANTA	48
4.1.1 Producción total y sana por planta	48
4.1.2 Peso de grano y Volúmen de racimo	48
4.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA PODREDUMBRE GRIS	51
4.2.1 Determinación en cosecha	51
4.2.2 Evolución de la incidencia y la severidad	53
4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN DE LA UVA Y EL MOSTO	57
4.3.1 Determinación de la composición de la uva en cosecha	57
4.3.2 Determinación de la composición del mosto	57
4.3.3 Evolución de algunos parámetros de la composición de la uva	59
4.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN FENÓLICA DE LA UVA	63
4.4.1 Evolución de la composición fenólica	63
4.4.2 Determinación de la composición fenólica de la uva	67
4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL QUEMADO DE SOL	69
5 CONCLUSIONES	71
6 RESÚMEN	73
7 BIBLIOGRAFÍA	74
8 ANEXOS	82

## 1 INTRODUCCIÓN

A comienzos de 1990, la preparación del país para su integración al MER.CO.SUR hace que el sector vitivinícola sea analizado con detenimiento para determinar su capacidad de competencia. Se concluye, entonces, que el mismo se encontraba orientado hacia un mercado sumamente protegido, altos costos de producción y pocos vinos de calidad. Esto hacía presumir, que la estructura vitivinícola de ese momento no podría resistir una libre competencia, básicamente con Argentina. Tras este contexto, se inician varias acciones y estrategias a diferentes niveles; como el Programa de Reconversión de viñedos y bodegas, políticas de marketing, revisión de antecedentes y nuevos proyectos de investigación nacional. Entre ellos se destaca la participación del Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.NA.VI.) como integrante del Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja (PREDEG), Facultad de Agronomía, INIA Las Brujas, así como la participación de los grupos CREA.

Desde entonces, el sector vitivinícola uruguayo viene incursionado en la filosofía de la elaboración de grandes vinos, notándose un reconocimiento al desarrollo no solamente en el ámbito nacional, sino también en el internacional; ya que a partir de 1993 los vinos uruguayos han sido regularmente premiados en todos los grandes concursos a escala mundial.

Calidad y tipicidad son las bases de sustentación de todos los grandes vinos del mundo, Uruguay formando parte de la “vitivinicultura del Nuevo mundo”, cumple con creces ese doble compromiso, con la alta expresión y peculiaridad que caracteriza a nuestro vino *Tannat* (De Frutos et al 1999).

La Calidad de un vino esta condicionada por la composición de la uva, la cual depende de interacciones complejas entre diferentes factores de producción, como: climáticos, edafológicos, varietales y de manejo del viñedo. Estos últimos tres factores, en cierta medida pueden ser modificados por el hombre, mediante elección y uso de prácticas agronómicas.

La intervención, que realiza el viticultor por intermedio de las prácticas culturales, tiene una marcada influencia en los parámetros productivos y enológicos. El manejo de la vegetación y el control de la producción, mediante la poda invernal, raleo de racimos, sistemas de conducción; vienen siendo sistemáticamente evaluadas a través de ensayos de la Facultad de Agronomía e I.NA.VI, en particular en el *cv Tannat*.

Otra alternativa de manejo de la vegetación es el deshojado, práctica común de muchos viticultores en nuestro medio, que la realizan con el objetivo de disminuir la incidencia de *Botrytis cinerea* Pers. y para mejorar la maduración de las uvas (color y azúcares). Varios investigadores, además, le atribuyen otras ventajas en cuanto a

cualidades enológicas. Sin embargo, en muchas ocasiones se han constatado problemas de quemado de sol, como connotación negativa de dicha práctica.

El objetivo del presente trabajo, consistió en evaluar la influencia de la práctica cultural de deshojado realizado en dos momentos diferentes del ciclo fenológico de la vid, en los parámetros productivos, sanitarios (*Botrytis cinerea* Pers.), la composición de la uva y el mosto, así como el impacto microclimático sobre dichos parámetros.

Al respecto, fueron planteadas las siguientes hipótesis generales:

- El deshojado modifica el microclima entorno al racimo favoreciendo la calidad de la uva.
- El deshojado mejora la producción por planta y su estado sanitario.
- La composición de la uva es modificada por el deshojado.

## **2 REVISION BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN VARIETAL**

Según Alvarez 1909, el cultivar *Tannat* es originario de los bajos Pirineos al suroeste de Francia. Fue introducido a nuestro país por Don Pascual Harriague en 1870 desde Concordia (Argentina) y actualmente es el cultivar con mayor tradición en el Uruguay, ya que se ha adaptado muy bien a las condiciones naturales de nuestro país. Dicho cultivar, está poco extendido no solo en su país de origen sino también a nivel mundial. Actualmente Uruguay es el país con mayor superficie de *Tannat* en el mundo.

#### **2.1.1 Descripción Botánica**

La planta del cultivar *Tannat* es una cepa vigorosa, fértil, de buena a muy buena productividad. En nuestras condiciones el período de brotación ocurre aproximadamente a mediados del mes de septiembre, floración a mediados de noviembre y la madurez de las uvas se da la primer quincena de marzo (Ferraro Olmos 1998).

Las principales características botánicas son:

Hojas: forma cuneiforme, de tamaño mediano a grande, color verde oscuro, siendo el aspecto del limbo ampollado, rugoso, ligeramente ondulado y con bordes achaparrados, presenta tres lóbulos, el seno peciolar está en forma de lira cerrada, con los bordes superpuestos. Los senos laterales superiores son medianamente profundos y los inferiores apenas se marcan. Los dientes son convexos, desiguales, en dos series y el pecíolo de color rojo violáceo.

Racimos: de forma cilíndrica y alados, de tamaño mediano y con alta compactación entre sus granos. Con pedúnculo largo y herbáceo.

Granos: son esferoides o ligeramente ovoides cuando se haya sometida a la presión de las uvas contiguas. De tamaño mediano a pequeño, presentando un color azul intenso a negro azulado en el momento de la madurez. La piel es fina y muy rica en materia colorante (Ferraro Olmos 1998).

#### **2.1.2 Características de la uva y el vino**

Con la uva del cv *Tannat*, es posible obtener vinos con cuerpo, de gran color y buena graduación alcohólica (Alvarez 1909).

González-Neves et al 2003, en un estudio sobre la composición de uvas tintas, en la región sur del Uruguay durante tres años evaluados, registró que las uvas *Tannat* presentaron contenidos significativamente superiores de azúcares, acidez total, polifenoles totales y antocianos, en comparación a las uvas de las variedades *Merlot* y *Cabernet-Sauvignon*.

Los vinos *Tannat*, expresan tonos más rojos, de mayor intensidad colorante, proporciones de azul superior a otros cultivares tintos y contenidos medios de la mayoría de los fenoles (González-Neves et al 1997).

“Los vinos del cultivar *Tannat* tienen un alto grado de perfeccionamiento, desde el punto de vista de la tipicidad tienen un estilo propio y un perfil sensorial muy peculiar. Son intensos y potentes, algunos con una reminiscencia de rusticidad que seduce, otros, más elegantes que encantan, pero siempre serios y austeros. En las condiciones de Uruguay, este vino expresa características de volúmen, forma, fuerza, consistencia, armonía y estructura tánica agradable” (De Frutos y Beretta 1999).

## **2.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO**

### **2.2.1 Fisiología de la hoja**

#### **2.2.1.1 Funciones de las hojas**

Las características de las hojas están vinculadas al hecho de que cada una de ellas es un órgano de nutrición especializado, cuya función principal es llevar a cabo la fotosíntesis. A causa de ello la hoja es ancha y aplanada para tener el máximo de superficie expuesta a la luz solar. Esto también colabora con otra función importante de la hoja, la transpiración y la respiración, pues una mayor superficie genera un mayor intercambio gaseoso ( $O_2$ ,  $CO_2$ , vapor de agua) (Villey 1961).

#### Fotosíntesis

En forma resumida se puede decir que la fotosíntesis es la utilización de la energía radiante del sol para sintetizar compuestos ricos en energía, tales como glucosa, a partir de agua y  $CO_2$ , sustancias que carecen de valor energético desde el punto de vista fisiológico, con producción de  $O_2$  gaseoso y una sustancia reductora que contiene  $H_2$ .

En esta reacción, la energía solar se transforma en energía química potencial, glucosa. Este proceso reabastece de  $O_2$  a la atmósfera. La clorofila de los órganos verdes actúa en la reacción absorbiendo energía solar y poniéndola a disposición de las

sustancias químicas. En esta reacción solo un tres por ciento de la energía absorbida se convierte en energía química (en general).

El proceso químico, es complejo y comprende dos etapas: la etapa de oscuridad, que ocurre por las noches, y la etapa luminosa. En esta última, la energía solar es usada para separar los componentes del agua, liberando O<sub>2</sub> y pasando el H<sub>2</sub> a ciertos compuestos intermediarios inestables. En la etapa de oscuridad, se combinan estos intermediarios con el CO<sub>2</sub> para formar una molécula orgánica (Ville 1961).

### Transpiración

La transpiración es la pérdida de vapor de agua (a través de los estomas de las hojas) hacia la atmósfera. Esto contribuye en dos aspectos de gran importancia en la economía del vegetal, pues colabora en el ascenso del agua a través del tallo, al concentrar en las hojas las soluciones minerales diluidas absorbidas por las raíces, que son necesarias para la síntesis de nuevo protoplasma; y al enfriar las hojas por un mecanismo termorregulador, pues si bien la hoja absorbe el 75% de la luz que le llega, solo emplea cerca del 3% en la fotosíntesis. El resto se transforma en calor, el cual debe eliminarse, para evitar problemas a los tejidos foliares. Parte de este calor es eliminado por la evaporación del agua.

Durante la transpiración el agua pasa por un proceso físico llamado ósmosis desde los vasos del xilema de las nervaduras, a través de las células interpuestas, a las células del mesófilo próximas a los espacios aeríferos de la hoja, donde se vaporiza (Villey 1961).

### Respiración

A través de las hojas las plantas respiran, absorbiendo oxígeno del aire y expulsando anhídrido carbónico.

Esta función se realiza a través de los estomas. La respiración actúa inversamente con relación a la fotosíntesis; en esta última la energía es almacenada, en tanto que en la respiración es liberada; el oxígeno reacciona con el hidrógeno y el carbono del azúcar formando agua y anhídrido carbónico, con desprendimiento de energía. Esta energía es usada para las diferentes funciones de la planta (Ferraro Olmos 1983).

### Movimiento de agua en la planta.

Acción conjunta entre la transpiración y la presión radical. La evaporación del agua de las células de las hojas y la producción de sustancias osmóticamente activas por fotosíntesis, se combinan para mantener la hipertonicidad de las células de las hojas con respecto a la savia de las nervaduras. Estas extraen agua continuamente de los extremos superiores de los vasos del xilema, lo que tiende a elevar la columna de savia en cada conducto (Villey 1961).

### 2.2.1.2 Las hojas en el cultivo de vid

Todas las hojas de una planta o de una colectividad de plantas no se manejan en las mismas condiciones del medio, particularmente en lo que a luminosidad respecta. La actividad fotosintética no es igual a la actividad fotosintética de una hoja por el número de hojas totales (Champagnol 1984).

Para determinar la productividad fotosintética de un cultivo hay que considerar el follaje, el cual está constituido por hojas en diferentes condiciones. Índice Foliar es la relación entre la superficie de hojas que recibe luz directa y la superficie de hojas totales del viñedo, trata de reflejar las condiciones de todas las hojas del cultivo: de las hojas al sol y de las hojas a la sombra (Champagnol 1984).

Lo importante, entonces, es la superficie foliar expuesta (parte activa del follaje expuesta al sol) indicador del potencial fotosintético de la planta.

El Índice Foliar de un viñedo varía entre 2 a 4 há/há de cultivo (Stoev 1966 citado por Champagnol 1984).

El 70% de la actividad fotosintética de la cobertura vegetal es debido a la luz directa, y ello representa 1/5 de hojas, por esto el interés de aumentar la homogeneización de la cobertura vegetal con el fin de aumentar la superficie foliar que recibe luz directa (Champagnol 1984).

La penetración de la luz en la cuarta capa de hojas de la cobertura vegetal de una viña en espaldera presenta una actividad fotosintética 1/10 del máximo absorbido a la luminosidad óptima; la energía recibida a este nivel es 1/60 de la luminosidad máxima. Las hojas situadas más profundas, de la quinta a la décima, trabajan en el punto de compensación luminosa (Champagnol 1984).

El comportamiento de la cobertura vegetal es muy diferente del comportamiento de una hoja sola. Las hojas expuestas a la luz directa reciben más energía por más horas. Otros autores opinan que al medio día, por efecto de la temperatura, la intensidad fotosintética de las hojas al sol es prácticamente nula y que la de las hojas a la sombra es máxima. La actividad fotosintética de las hojas a la sombra puede representar gran parte de la actividad fotosintética global de la cobertura vegetal (Pogossian 1973 citado por Champagnol 1984). Se estima que la intensidad fotosintética de las hojas a la sombra es igual a un tercio de la intensidad total de las hojas del cultivo, pues las hojas a la sombra representan más de la mitad de la superficie foliar total ( $I_{ft} = 3$ ; hojas al sol 1,2; hojas a la sombra 1,8) (Champagnol 1984).

### **2.2.2 Edad de la hoja**

A medida que las hojas envejecen su actividad fotosintética desciende. Las hojas de la base de las ramas, de tres meses de edad, van a manifestar una caída de la intensidad fotosintética; esta caída es acentuada por la sombra recibida por las hojas más jóvenes ubicadas encima de estas y por una mayor competencia por agua, citoquininas y minerales (Champagnol 1984).

Sobre una rama la actividad de máxima fotosíntesis se va desplazando, en la medida que el tiempo transcurre, desde la base hasta la cima de la rama. En las diferentes etapas del ciclo vegetativo (cuajado, envero, maduración) las hojas que presentan mayor actividad no son las mismas (Champagnol 1984).

A esta actividad es conveniente ajustar las feminelas que son generalmente más eficaces que la hoja de la misma axila que la porta (Stoev 1966; Koblet et al 1971 citados por Champagnol 1984). Esta actividad superior de las feminelas es lógica pues ellas son más jóvenes que la hoja de la rama principal y además ellas están ligadas de una manera directa al racimo (Fornioux et al 1979 citado por Champagnol 1984).

Una hoja de Sultanina de 120 días presenta una fotosíntesis comprendida entre  $1/3$  y  $1/2$  de una hoja de 20 días, a igual luminosidad (Scholefield 1975 citado por Champagnol 1984).

La actividad fotosintética de Sultanina en condiciones óptimas presenta una caída regular de  $10 \text{ mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$  en Julio (hemisferio Norte) a  $8 \text{ mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$  en Setiembre (hemisferio Norte) y cae bruscamente a  $1 \text{ mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$  al inicio de Noviembre (hemisferio Norte). Luego de esta fecha las hojas son completamente senescentes (Scholefield et al 1978 citado por Champagnol 1984).

Otros opinan que la actividad fotosintética a fin de Setiembre (hemisferio Norte) es todavía importante, determinando que la actividad fotosintética del 15 de Setiembre hasta el 30 de Octubre representa el 20-30% de la producción del período “envero-caída de hojas” que corresponde a la constitución de la más grande partición de reservas y un aporte notable desde la brotación de Primavera hasta la floración (Stoev et al 1966; Yang et al 1979 citados por Champagnol 1984).

### **2.2.3 Partición de asimilados**

Koblet 1969, estima que una hoja no debería exportar si no llega a un 30% de su superficie definitiva, Hale et al 1962, sitúan este valor en 50% y Martínez de Toda (1982) en un 80% (todos citados por Champagnol 1984).

Las hojas de ramas sin racimos exportan por más tiempo que las hojas de ramas con racimos (Stoev et al 1977 citado por Champagnol 1984).

Las hojas de las feminelas exportan proporcionalmente con relación a su superficie definitiva, como las demás hojas (Koblet et al 1971 citado por Champagnol 1984), y juegan un rol importantísimo en la fotosíntesis de la cepa, pues son jóvenes y presentan una posición favorable respecto al racimo (Fornioux et al 1979 citado por Champagnol 1984).

A fines de Septiembre (hemisferio Norte), las hojas de la base de las ramas no exportan más los productos de la fotosíntesis (Roblet 1975 citado por Champagnol 1984).

La exportación de los productos de la fotosíntesis neta presenta dos destinos principales: la formación de estructura vegetal (ramas, hojas, raíces, tronco, etc.) y la concentración de glúcidos en forma soluble (granos) o insoluble (almidón en órganos). Para ello se deben de cumplir dos sucesos a la vez: el primero es comandado por un equilibrio hormonal de la planta; y el segundo por el volumen de cosecha que condiciona la partición entre la concentración de azúcares solubles en los granos o el depósito insoluble en otros órganos (Champagnol 1984).

Los productos de la fotosíntesis son distribuidos con un cierto orden de prioridad. En primer lugar satisface los procesos básicos: respiración de la hoja, crecimiento y desarrollo. En segundo lugar la proporción no consumida va a ser una parte polimerizada en almidón por los cloroplastos y la otra parte va a satisfacer las necesidades de los extremos de las ramas y los granos jóvenes. Las necesidades de crecimiento de raíces y tronco son satisfechas a partir del depósito de almidón concentrado en años anteriores. En maduración, los azúcares no consumidos por la respiración o la formación de tejidos, se dirigen a los granos y luego a otros órganos (Champagnol 1984).

A modo de síntesis, los productos de la fotosíntesis serán distribuidos de manera diferencial, en función del momento en que se este transcurriendo en el ciclo de la vida, en el período de crecimiento, el crecimiento apical de la rama tiene mayor prioridad que el joven grano; en el curso de la madurez, el reparto es diferente dependiendo de la expresión vegetativa del viñedo; en los poco vigorosos, en donde el crecimiento vegetativo es interrumpido el grano pasa a ser el órgano al cual se destinan la mayor parte de los fotoasimilados; mientras que en viñedos vigorosos, en el que no hay interrupción en el crecimiento el extremo de la rama sigue teniendo la prioridad (Champagnol 1984).

Desde la primera hasta la tercer o cuarta hoja (comenzando desde la base), 15 días antes de floración, dirigen sus productos a la propia rama en crecimiento. Luego, a

15 días de la floración las hojas más adultas (de la primera a la décima, comenzando desde la base) migran sus productos al racimo, y de la decimotercera a la cima de la rama (que están en pleno crecimiento) migran sus productos a la propia rama en crecimiento (Champagnol 1984).

En enero la migración de productos de la fotosíntesis al tronco y raíces es interrumpida y los racimos pasan a ser el centro de la importación (Stoev et al 1977 citado por Champagnol 1984).

Luego del enero, en la maduración de los racimos, troncos y raíces son provisionados por igual.

Desde el inicio al fin de la maduración se incorporan los productos de las hojas del extremo de las ramas (cuyo crecimiento se detuvo) presentando una migración descendente (Champagnol 1984).

Luego de la cosecha todas las hojas de la rama dirigen sus productos a las raíces y troncos (Champagnol 1984).

El alargamiento de la rama principal, comienza desde la brotación de la yema en setiembre octubre y continua a velocidades variables hasta el momento de la detención del crecimiento, que ocurre por lo general en enero o febrero, a partir del cual comienza a lignificarse hasta caída de hoja (Ribereau-Gayon et al 1989).

## **2.3 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO.**

### **2.3.1 Fases de desarrollo del fruto**

El desarrollo del grano consiste en dos períodos sucesivos de crecimiento, separados por una fase estacionaria, describiendo una curva doble sigmoide (Winkler 1962; Coombe et al 2000 citados por Kennedy 2002).

Los factores que más influyen sobre el crecimiento del fruto son la disponibilidad hídrica, factores genéticos y número de semillas; siendo este último determinante (Champagnol 1984; Fregoni 1999).

#### **Fase I**

Esta primer fase abarca el período comprendido desde cuajado hasta comienzo del enero, se puede subdividir a su vez en una primer fase lenta y una segunda fase de crecimiento rápido (Fregoni 1999).

Su duración es de 24 a 45 días (Champagnol 1984; Fregoni 1999). Dependiendo del tipo de grano, la duración puede ser menor o mayor (5 a 6 semanas para las normales y 3 a 4 semanas para las apirenas sultaninas) (Champagnol 1984). Al final de dicho período el número de células queda definido (Fregoni 1999; Kennedy 2002).

El grano presenta una textura firme y es de color verde debido a la presencia de clorofila en el hollejo, por lo tanto existe actividad fotosintética en el propio grano que contribuye con el crecimiento del mismo (Fregoni 1999). A diferencia de las hojas, las uvas verdes tienen la particularidad de incorporar el CO<sub>2</sub> en ácido málico, más fácilmente que en glúcidos (Ribereau-Gayon et al 1989).

El contenido de azúcares es bajo, contrariamente al de los ácidos orgánicos que se comienzan a acumular, así como otros compuestos tales como taninos, aminoácidos, micronutrientes y compuestos aromáticos (Kennedy 2002; Dokoozlian 2002).

El estímulo hormonal de ésta fase está regulado por las giberelinas, cuya fuente principal es el embrión de las semillas. También intervienen las auxinas y citoquininas (Champagnol 1984; Fregoni 1999).

El racimo como todos los frutos, necesita para su crecimiento la presencia de hormonas (auxinas, citokininas y giberelinas) que estimulan la multiplicación celular. El diámetro de los granos que en el momento de la fecundación es de 1 a 2 mm, pasara a 10 a 20 mm próximo al envero. Las hormonas de crecimiento pueden provenir de órganos externos, pero la mayor parte proviene de las semillas. El tenor de hormonas en los granos próximos al envero es muy alto y tiende a disminuir en función del número de semillas; estos fenómenos explican que el peso final de un grano para un cepaje dado es proporcional al número de semillas (Blouin y Guimberteau 2000).

## **Fase II**

Una disminución importante de la síntesis de hormonas de crecimiento, marca el comienzo de la segunda fase de desarrollo del grano. El crecimiento de dichos granos es fuertemente enlentecido, casi insignificante y las semillas detienen su crecimiento (Blouin et al 2000).

En esta fase se da un retardo del crecimiento del grano, visualizándose en la meseta de la doble sigmoide, este retraso dura de 2 a 4 semanas. Coincide con el desarrollo definitivo del embrión y del endosperma de la semilla. Existe una competencia entre crecimiento de la semilla y crecimiento del grano (Fregoni 1999). Ocurre aquí el fenómeno de la disminución de clorofila y la adopción de un aspecto translúcido que termina en el cambio de color (Fregoni 1999). El grano adquiere en forma progresiva, la coloración típica del cultivar, en las uvas blancas el verde pasa al amarillo (flavones) y en las uvas tintas al rojo mas o menos intenso (antocianos) (Champagnol 1984).

En esta fase el grano reduce y anula la fotosíntesis pero inicia la síntesis de los aromas, los polifenoles y otros compuestos estrechamente correlacionados a las características genéticas del cultivar (Fregoni 1999).

Hacia el final del envero las paredes celulares del mesocarpo y endocarpo inician el proceso de hidrólisis de los pectatos (ablandamiento) (Fregoni 1999).

La concentración de ácidos se mantiene alta y el tenor de azúcares bajo (Dokoozlian 2002).

Esta fase también se caracteriza por una fuerte disminución de sustancias tipo auxinas, giberelinas y citoquininas, al tiempo que se observa una leve emisión de etileno, junto con un aumento gradual del ABA (Coombe 1973 citado por Champagnol 1984).

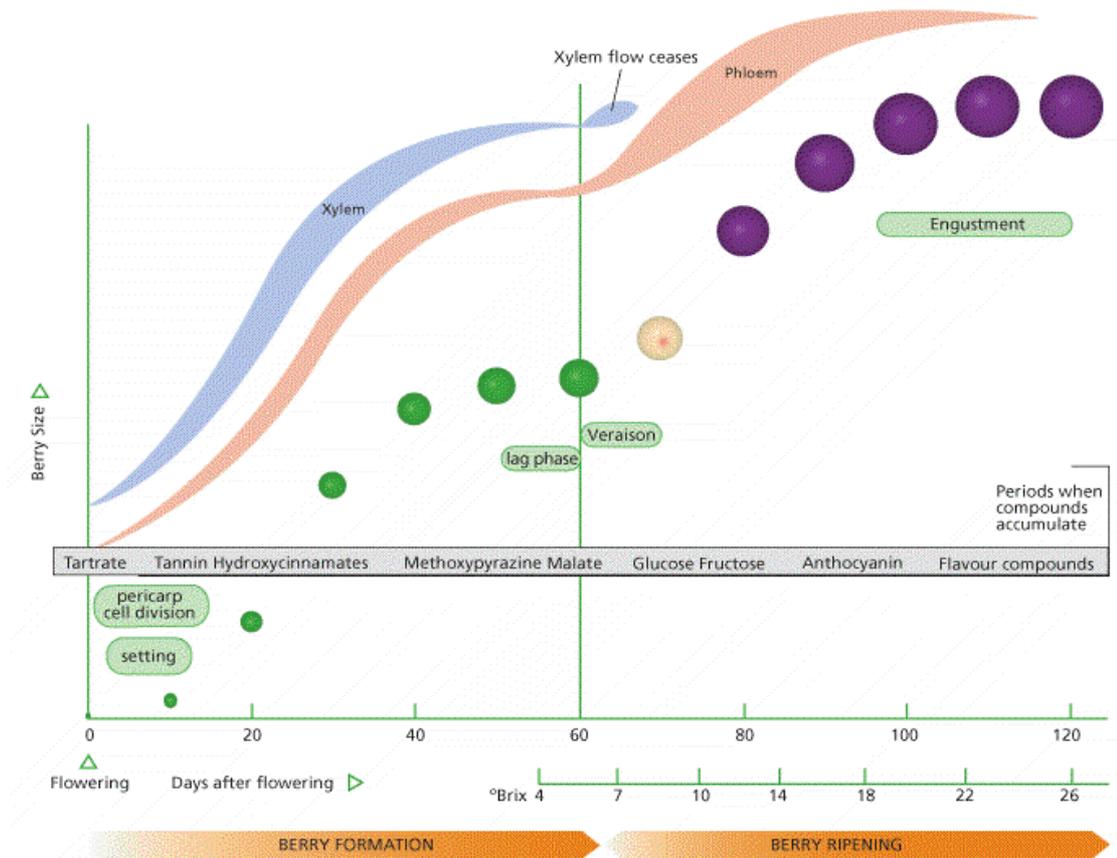
### **Fase III**

Esta fase dura unos 50 días (entre envero y madurez). En ella se reanuda el crecimiento del grano, el cual no es consecuencia de la multiplicación celular, como lo es en la primera fase de crecimiento, si no que se da por un agrandamiento de las células, aumentando el volumen del grano, en el cual se produce una distensión celular, acumulándose azúcares y agua. A su vez, se producen diversas modificaciones específicas del fruto que conducen a la madurez (Blouin y Guimberteau 2000).

Los diversos órganos del racimo, no aumentan de peso en la misma proporción durante el periodo de madurez. La pulpa crece más que la película y el peso de las semillas varía poco. El crecimiento del grano en esta fase, va a depender de las condiciones climáticas, particularmente de la alimentación hídrica de las plantas (Blouin y Guimberteau 2000).

Por último, si la uva permanece en la planta se da la sobremaduración, que comienza cuando la uva alcanza su máximo desarrollo y su más alta riqueza en azúcar. Se puede considerar, que durante esta etapa, el grano ya no recibe nada de la planta, pierde agua y concentra el jugo (Peypaud 1984).

Figura N°1: Diagrama del desarrollo del grano.



Fuente: Ilustración de Jordan Koutroumanidis 2001, en Understanding berry development, James Kennedy, Department of Food Science and Technology, Oregon State University, Corvallis, OR, 2002.

## **2.4 PARÁMETROS FÍSICOS DE LA UVA Y COMPOSICIÓN DE LA UVA Y EL MOSTO.**

El estado de madurez de la uva, es el primer factor que condiciona la calidad de los vinos (Peynaud 1984); conocer lo que sucede durante esta etapa fisiológica es muy importante, debido a los grandes cambios físicos y químicos que se producen durante este proceso.

La uva llega a su madurez, cuando el fruto ha alcanzado el estado mas adecuado para la utilización que se le va a dar, o propósito definido; por lo que el estado de madurez no es absoluta ni representa al producto final en los cambios que se lleven a cabo en los granos (Winkler 1962).

### **2.4.1 Parámetros físicos de la uva**

Durante la madurez se da un aporte continuo de agua hacia el fruto, lo que explica en gran medida el aumento de peso y volumen de los granos (Amerine 1956; Hrazdina et al 1984; Ollat et al 2002).

Durante la maduración ocurre el proceso de ablandamiento de los hollejos, debido a la degradación del almidón y de las cadenas pécticas por la enzima poligaracturonasa. Esta enzima transforma la pectina en ácido galacturónico disminuyendo la dureza y aumentando la elasticidad y permeabilidad a los gases de las células (Champagnol 1984).

### **2.4.2 Composición de la uva y el mosto**

#### **2.4.2.1 Sólidos solubles**

El grano es un órgano de acumulación de azúcares, fundamentalmente a partir de envero (Andrades 1990). Esta rápida acumulación se explica por la movilización de las reservas de la cepa (hojas y partes leñosas) que son transferidas al fruto (Champagnol 1983; Fregoni 1999).

Los hidratos de carbono de la uva están representados en su mayoría por la glucosa y la fructosa; las cuales provienen de la hidrólisis de la sacarosa almacenada tras la fotosíntesis en las hojas (Andrades 1990). Estos azúcares, se presentan en el envero en cantidades similares, produciéndose un leve exceso de la fructosa con respecto a la glucosa, avanzada la madurez (Ribereau-Gayon et al 1980)

El nivel de acumulación de azúcares depende de la actividad fotosintética, pues la mayor parte de los mismos provienen de las hojas (Fregoni 1999).

La acumulación de azúcares está influenciada por múltiples factores, como la temperatura, lluvias, insolación, cultivar, portainjerto y la relación vigor-productividad (Fregoni 1999).

La duración del día durante el periodo de maduración, determina la cantidad de azúcares formados por fotosíntesis y acumulados en la uva. Por lo tanto, en regiones en donde las temperaturas son elevadas, o en una región templada cuando acontecen veranos más cálidos de lo normal, son los que dan las uvas más ricas en azúcares. Sin embargo, un exceso de calor y déficit hídrico, bloquean la fotosíntesis e impiden una evolución normal de la maduración (Peynaud 1984).

#### **2.4.2.2 Acidez Total**

La acidez es uno de los parámetros fundamentales para juzgar la calidad de la uva, incluso en función de su destino enológico. Un vino insuficientemente ácido es plano y con un color poco estable; mientras que un vino demasiado ácido es agresivo y desequilibrado (Fregoni et al 1991).

La acidez depende de la variedad, de las condiciones climatológicas y del suelo, su nivel esta en función del estado de madurez de la uva (Andrades 1990). La composición ácida de la uva es el factor más importante que determina la calidad de sus productos, especialmente el vino (Amerine et al 1967 citado por Andrades 1990). Un cambio en los ácidos orgánicos y su efecto en el pH de la uva, puede ejercer una influencia sobre factores como el aroma, la extracción de antocianos en la elaboración del vino y la estabilidad del color de los productos de la uva (Ribereau-Gayon et al 1989).

Los ácidos predominantes son el tartárico y el málico, alcanzando el 70-90 % de esta fracción. Otros ácidos importantes, que se encuentran en bajas concentraciones son: cítrico, succínico, fumárico, acético y ascórbico (Fregoni 1999).

En el transcurso de la madurez, la acidez disminuye por varios mecanismos, entre ellos: a) una movilización de bases que neutralizan los ácidos del fruto, proceso ligado al movimiento del agua en la planta, b) por dilución del contenido de las células de los granos, debido al aporte continuo de agua desde envero hasta madurez, c) por la combustión interna del ácido málico durante la respiración celular, proceso que se ve favorecido por las altas temperaturas (Ribereau-Gayon et al 1989).

Peynaud 1984, menciona que hacia la madurez, parte del ácido málico se transforma en azúcares, que si bien no sería una causa importante del aumento de dicho parámetro, si es una razón más de la disminución del ácido.

El ácido málico y tartárico explica la evolución de la acidez en la maduración. El málico disminuye en forma rápida y pronunciada durante la maduración, mientras que el tartárico desciende lentamente o se mantiene constante, con fluctuaciones no definidas (Andrades 1990).

Las mayores causas de variación de la acidez de un mosto son el tipo de vid, la evolución del clima estacional, el ambiente y las técnicas del cultivo (Fregoni et al 1991).

La arquitectura de la planta, manteniendo los racimos más o menos expuestos a los rayos solares, puede modificar el contenido de acidez de la uva. El ácido málico principalmente sufre de forma negativa la exposición al sol; pero también se modifica el ácido tartárico (Fregoni et al 1991).

La degradación del ácido málico esta relacionada con la tasa respiratoria de las células, que es directamente afectada por la temperatura del tejido (Muñoz et al 2002).

### **2.4.2.3 pH**

En el transcurso de la madurez ocurre un aumento en el pH, como consecuencia de la disminución de los ácidos orgánicos y por la neutralización de los mismos formando sales (Andrades 1990).

El valor de pH en la madurez varía entre 3 - 4,2 y está determinado por la abundancia relativa de moléculas de ácidos orgánicos y de cationes vacuolares y citoplasmáticos (potasio) (Fregoni 1999).

Por su parte, González-Neves et al 2003 obtiene en cosecha valores de pH que van desde 3,33 a 3,58 en tres años de estudio, para las variedades *Tannat*, *Cabernet-Sauvignon* y *Merlot*; presentando las uvas *Tannat* los valores más bajos, registrándose en promedio un valor de 3,36.

En climas cálidos, la acidez de los vinos es insuficiente y el pH es alto, en consecuencia presentan problemas de conservación (Boubals 1991). Además, un pH bajo aumenta la extracción de antocianos del hollejo de las uvas y la intensidad de color en el vino (Hunter et al 2002).

#### 2.4.2.4 Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos son un conjunto de sustancias sumamente heterogéneas, que tienen en común la existencia de al menos un grupo fenólico en su molécula (Ribereau-Gayon 1968).

Existen dos grandes grupos de compuestos fenólicos: los ácidos fenólicos (benzoicos y cinámicos) y los flavonoides (flavonoles, antocianos y taninos). Las diferencias de estructura entre ambos grupos consisten principalmente en que los ácidos fenólicos tienen un único anillo, mientras que los flavonoides, están formados por dos anillos fenólicos unidos por una cadena de tres átomos de carbono (Ribereau-Gayon 1968).

Las moléculas fenólicas tienen gran capacidad de reacción y existen, sobre todo, combinadas con un ácido orgánico o un azúcar (como en los ácidos fenólicos, los flavonoles y las antocianidinas), o bien, con ellas mismas, para formar un polímero (taninos). El grado de polimerización depende del número de moléculas fenólicas que se condensan: desde dos o tres moléculas hasta incluso diez moléculas.

Los taninos que se encuentran en mostos y vinos jóvenes, corresponden a dímeros o trímeros (taninos hidrolizables), mientras que en los vinos viejos los taninos pueden llegar a contener diez moléculas condensadas (taninos condensados, no hidrolizables, protoantocianidinas). Su grado de condensación condiciona su calidad gustativa y depende de la maduración y de la calidad de la vendimia y del envejecimiento del vino. Las moléculas con un grado de polimerización elevado, constituidas por varios monómeros, al ser moléculas muy grandes y menos solubles, precipitan (Ricardo Da-Silva 1992; Souquet et al 1996; Souquet et al 2000).

En viticultura la importancia es capital, no solamente a causa de su rol en la coloración de los frutos, sino también en las particularidades gustativas exclusivas que se comunican luego a los vinos (Champagnol 1984).

La importancia de los compuestos fenólicos en enología, es atribuida por su intervención en los caracteres organolépticos del vino (sapidez, astringencia, dureza y color), en problemas de higiene alimenticia (efecto vitamínico P y acción bactericida) y a las transformaciones que sufre el vino (tratamientos y añejamiento). Estas sustancias provienen principalmente de las partes sólidas de las uvas y son las responsables de todas las diferencias entre los vinos blancos y tintos (Ribereau-Gayon et al 1980). Uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad en uvas tintas, es el color que adquieren en la maduración por la acumulación en el hollejo de pigmentos denominados antocianos (Winkler 1962).

Las cualidades gustativas de estos compuestos, también varían según la naturaleza y grado de polimerización: en vendimias insuficientemente maduras, las semillas y los escobajos aportan taninos groseros, agresivos y herbáceos que son poco apreciados (astringencia). Por el contrario, los taninos aportados por el hollejo de vendimias bien maduras, que aseguran un equilibrio óptimo que evoluciona en el tiempo en diferentes formas y grados de polimerización. El conjunto de compuestos fenólicos participa en este equilibrio (Champagnol 1984; Martínez De Toda 2002).

Estas sustancias, no se consideran esenciales desde el punto de vista metabólico para los seres que las producen y se las agrupa bajo la denominación común de productos de metabolismo secundario, concepto muy amplio que engloba sustancias de naturaleza y función tan diversa, como pigmentos, esencias y sustancias con acción fungicida y bactericida (Salisbury y Ross 1996).

El hollejo y las semillas son los lugares en donde se presentan la máxima concentración de los compuestos fenólicos (Champagnol 1984; Andrades 1990; Ricardo-Da-Silva 1992; Amrani y Glories 1995; Souquet et al 1996).

Los antocianos y los flavonoles se localizan en las vacuolas de células del hollejo de las uvas tintas. Los ácidos fenólicos se concentran en la pulpa y en los hollejos; y los taninos son abundantes en las semillas y en menor grado en las películas (Ribereau-Gayon 1968; Amrani y Glories 1995; Souquet et al 1996;).

La madurez fenólica, se puede definir, como el momento en que se alcanza un estado de combinación particular de los polifenoles de los hollejos y las semillas, que determinan un descenso en la astringencia de estos compuestos y la máxima extractibilidad de los antocianos (Di Stéfano et al 2000).

La estimación del potencial fenólico no sustituye a la determinación tradicional de la madurez tecnológica, en la cual interviene la riqueza en azúcares y ácidos. Sin embargo, estos análisis proporciona información muy interesante para el manejo de la vinificación (Saint-Cricq et al 1999, Di Stéfano et al 2000). Coincidiendo con lo mencionado por González-Neves y Ferrer 2005, quienes mencionan además, que la determinación de estos compuestos y su seguimiento en la maduración, no permiten definir un momento óptimo de cosecha.

Saint-Cricq et al 1999, plantean que el control de la madurez fenólica se basa en tres observaciones durante la maduración: en primer lugar, la acumulación de antocianos y taninos en los hollejos; en segundo lugar, la degradación de las membranas de las células que determinaran la facilidad de liberación de estos compuestos; y en tercer lugar, la capacidad de las semillas en liberar los taninos.

En los hollejos se observa una acumulación de antocianos y taninos que cuando las condiciones del terreno lo permiten alcanzan un máximo próximo a la madurez tecnológica (Saint-Cricq et al 1999). Por su parte González-Neves y Ferrer 2005 mencionan que la acumulación de antocianos depende de la variedad y esta relacionada al “terroir”, en la mayoría de los ensayos realizados por estos autores los contenidos en antocianos totales y extraíbles se obtuvieron antes de la madurez tecnológica, salvo para un año en que se situó muy próximo; en cuanto a la concentración de los taninos del hollejo también observaron una tendencia creciente durante la maduración, particularmente en el *cv. Tannat*.

En general a medida que avanza la madurez, la uva presenta una mayor aptitud para liberar los antocianos, debido a la degradación de la membrana celular del hollejo, la intensidad de este fenómeno depende de la variedad (Saint-Cricq et al 1999), a diferencia de lo observado por González-Neves y Ferrer 2005, quienes registraron una tendencia creciente en el índice %EA durante la maduración y más marcada para el *cv. Tannat*.

La cantidad de taninos extraíbles de la semilla disminuye en mayor o menor intensidad (Saint-Cricq et al 1999), coincidiendo con lo observado por González-Neves y Ferrer 2005, en los años y variedades ensayadas.

Durante el proceso de maduración hay una acumulación de compuestos fenólicos. Tal acumulación es muy variable debido a la fuerte influencia de las condiciones del cultivo, de la variedad de uva, así como de la climatología (González-Neves y Ferrer 2005).

Los taninos de las películas, son sumamente abundantes en el envero (la mitad o más del tenor máximo) (Ribereau-Gayon 1972; citado por Champagnol 1984). Estos son los más deseados por sus cualidades gustativas (Champagnol 1984).

La síntesis de compuestos fenólicos depende de una buena luminosidad, temperatura y la amplitud térmica diaria (Champagnol 1984), todo lo que altere las condiciones óptimas por exceso o por defecto, supone una inhibición en la síntesis de dichos compuestos (Carbonneau et al 1980 citado por Andrades 1990).

La temperatura y la amplitud térmica juegan un rol considerable sobre la acumulación de compuestos fenólicos (Champagnol 1984).

La formación de antocianidinas en la piel de las uvas depende del suministro del aminoácido fenilalanina, como precursor, y de glucosa (Pirie y Mullins 1980; Hunter et al 1991); a su vez es necesaria la luz (fotoactivación) para que se active la enzima (fenilalanina-amonio-liasa) responsable de este proceso (Champagnol 1984). Por tal motivo Boubals (1991) menciona que la exposición directa de los racimos al sol es

necesaria para que la uva adquiriera una coloración suficiente; por su parte Winkler (1962) dice que las variedades tintas, si bien todas requieren luz para su coloración, algunas no necesariamente requieren una exposición directa del sol.

La temperatura es el factor más importante en determinar la coloración de las uvas, muchas observaciones indican que el color de la mayoría de las variedades es mayor en regiones con estaciones frescas que en aquellas muy calurosas; y que en las regiones templadas la coloración mejora en la medida que aumenta la diferencia entre las temperaturas nocturnas y diurnas (Kliewer et al 1972; Champagnol 1984).

La exposición de los racimos a la radiación solar puede ser 5°C a 10°C mas elevada, que los racimos más sombreados, si bien los primeros pueden presentar una mayor coloración debido a la mayor intercepción de luz, dependen de que la temperatura no sea excesiva. El intervalo de temperaturas para un óptimo desarrollo del color debe estar comprendido entre los 15°C y 25°C (Kliewer et al 1977). Temperaturas superiores a 35°C se inhibe la formación de antocianos; la coloración de los racimos es mayor a temperaturas diurnas de 20°C que ha 30°C a iguales condiciones de luminosidad, temperaturas nocturnas de 15°C resultaron más favorables que a 25°C. Temperaturas diurnas y nocturnas de 25°C y 15°C respectivamente, fueron mas positivas que cuando permaneció la temperatura a 25°C día y noche (Kliewer et al 1972).

## **2.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PODREDUMBRE GRIS**

### **2.5.1 Agente causal**

*Botrytis cinerea* Pers. (forma imperfecta) es un hongo superior, perteneciente a la clase Ascomycetes, orden Moniliales y genero *Botrytis*. La forma perfecta se encuentra bajo la denominación de *Botryotinia fuckeliana*.

### **2.5.2 Importancia**

La Podredumbre gris de la vid, es desarrollada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers., esta enfermedad es considerada de las mas peligrosas por los vitivinicultores preocupados por elaborar vinos de calidad. Ocasiona daños irreversibles en varios estados y órganos durante el ciclo de la vid, sobre todo durante la madurez de los racimos. En general, esta enfermedad afecta la cantidad y calidad de la cosecha obtenida. En años favorables hay daños de orden cuantitativo que rondan el 30% del rendimiento. La eliminación de racimos o sus partes enfermas, ocasionan costos suplementarios. Pero el daño mas importante es cualitativo, debido a las modificaciones de la composición de

las uvas infectadas, secreciones de enzimas polifenol oxidasicas (Laccasa) que perjudicaran la vinificación y la conservación de los vinos elaborados. En muchas ocasiones, cuando la aparición de síntomas es explosiva, el viticultor puede verse obligado a anticipar la cosecha, aunque no se haya alcanzado la madurez óptima, lo que se reflejará en la calidad del vino resultante. De lo anterior, surge la necesidad por parte de los viticultores de disponer de herramientas para determinar con anticipación el riesgo potencial de desarrollo de esta enfermedad, cuando se acerca la época de la vendimia (Bitón 2003).

*Botrytis cinerea* Pers. puede afectar a todos los órganos verdes de la planta, principalmente a los racimos, tanto en el período floración-cuajado, como enverocosecha. Los ataques en ambos períodos pueden ocasionar pérdidas importantes en la producción. A su vez en el período envero-cosecha se pueden ver afectados parámetros de calidad (Arias 1992)

Los vinos tintos provenientes de uvas atacadas por *Botrytis cinerea* Pers., tienen menos color y el color rojo es oxidado; debido al desarrollo del hongo debajo de la película del grano que actúa destruyendo a los antocianos (Boubals 1991).

Las funciones fenólicas se oxidan rápidamente en quinonas. La vulnerabilidad de la vendimia depende de la abundancia de sistemas enzimáticos que catalizan la reacción y en particular, de la actividad de la Tirosinasa y de la Laccasa. La oxidación controlada conduce a la “maduración” del vino, pero la oxidación demasiado rápida o demasiado completa compromete la calidad del producto: visual y gustativamente (gustos y olores indeseables) (Ribereau-Gayon et al 1980).

### **2.5.3 Ciclo del hongo**

El ciclo del hongo comienza en la primavera, cuando éste invade las inflorescencias y otros tejidos sensibles. Si las infecciones ocurren temprano, las flores se necrosan y caen, pero si estas ocurren al final de la floración, las infecciones permanecen latentes hasta que los granos empiezan a madurar (Arias 1992).

Durante la floración, el hongo se introduce en los estambres, crece a través de los filamentos y penetra la zona del receptáculo, donde queda quiescente. Con la maduración de las uvas, las infecciones latentes reasumen su crecimiento y el hongo crece en forma sistemática desde el receptáculo hasta el grano, culminando el proceso con la pudrición del mismo (García et al 2001).

En el período cuajado-envero, el grano de uva presenta en el hollejo, sustancias que inhiben la germinación de los conidios, por lo que durante esta etapa no se producirían infecciones, salvo que estos granos presenten heridas por donde sí es posible

la penetración del hongo; sin embargo, durante el período de madurez, el grano va aumentando la concentración de azúcares, tornándose progresivamente más sensible a ser infectado, hasta alcanzar un grado de máxima susceptibilidad (Arias 1992).

Durante el invierno, el hongo sobrevive principalmente como esclerocios sobre sarmientos, como micelio en las grietas de la madera y en menor cantidad en las yemas (Arias 1992).

En el Uruguay no ha sido observada la presencia de esclerotos sobre los sarmientos o sobre otros órganos durante el invierno, pero sí el desarrollo de conidios y conidióforos del hongo sobre los granos afectados (Marroni y Guido 1998).

## **2.5.4 Factores que inciden en el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers.**

### **2.5.4.1 Climáticos**

Los factores climáticos tienen una influencia muy importante en el desarrollo del hongo, fundamentalmente la temperatura, humedad relativa y precipitaciones. Se citan temperaturas de 5°C a 30°C, con un óptimo a los 20°C (Latorre et al 2002). Por otro lado se ha postulado que la humedad relativa superior a 90%, sería suficiente como para provocar la infección (Bulit et al 1998). Varias investigaciones, han demostrado infecciones in-vivo con alta humedad, sin embargo se ha reportado que éstos resultados sugieren que en condiciones de campo, una alta humedad relativa, no sería suficiente para iniciar la germinación y eventualmente producir una severa infección. Es posible que en condiciones de alta humedad ocurran condensaciones imperceptibles sobre el hospedero, proporcionando de éste modo el agua necesaria para iniciar la germinación y eventualmente producir infección (Latorre et al 2002). Otros autores han demostrado que la germinación se favorece en presencia de nutrientes exógenos, exudados azucarados o de polen (Kosuge et al 1964; Salinas et al 1989 citados por Latorre et al 2002).

Ferrer et al 2001, comentan que las lluvias previas a la cosecha, producen un efecto explosivo sobre la aparición de las podredumbres del racimo.

La exposición de los racimos al sol disminuye de forma significativa el desarrollo de la podredumbre gris, debido a que al elevarse la temperatura del grano, se favorece la ausencia de humedad y fundamentalmente el agua libre sobre el racimo (Bitón 2003).

#### **2.5.4.2 Varietales**

La susceptibilidad varietal a esta enfermedad, está dada por características del racimo, siendo más sensibles aquellos cultivares que presenten racimos compactos y granos de epidermis fina, según Arias 1992; Bitón 2003. Dentro de los racimos, los granos internos son los más afectados (Pieri et al 2001).

La compacidad se refiere a la mayor o menor proximidad de las uvas contiguas en el racimo, cuando es elevada, los granos se hallan en íntimo contacto, apretados (*Folle Noir*), mientras que cuando están visiblemente separados, la compacidad es baja, tal es el caso de *Moscatel de Hamburgo* (Ferraro Olmos 1998). Este mismo autor, ha hecho descripciones en cuanto a ésta característica, así como al grosor que presentan las películas (hollejo) de los granos de muchas variedades, a modo de ejemplo se citan algunas de ellas que amerita su comparación: el cultivar *Tannat*, presenta un racimo de compacidad elevada y el grano un hollejo o piel fina; *Cabernet-Sauvignon* presenta una media a baja compacidad y un hollejo grueso con abundante pruina; mientras que el cultivar *Merlot* presenta compacidad mediana y un hollejo de grosor medio.

Ferrer et al 2003, observaron una mayor sensibilidad a *Botrytis cinerea* Pers. en el cv. *Tannat* cuando se lo comparo con *Cabernet-Sauvignon* y *Merlot*, siendo este último el que presentó una menor sensibilidad a dicha enfermedad. A su vez, el cv. *Tannat* registro cinco años de ataques por *Botrytis cinerea* Pers. de los seis años evaluados, siendo el año 2000 en el cual no se manifestó la enfermedad.

#### **2.5.4.3 Otros factores**

Todos aquellos factores tanto bióticos como abióticos que causen heridas, promueven indirectamente el desarrollo de la podredumbre gris, al generar vías de entrada para la infección, los más frecuentemente observables son: granizo, viento, oídio (*Uncinula necator*), lagartas del racimo (*Argyrotaenia sphaleropa*, *Bonagota cronaodes*, *Cryptoblabes gnidiella*) (Arias 1992).

Así como todo aquello que promueva un excesivo vigor, como ser: exceso de nitrógeno y portainjerto, entre otros (Spínola 1997).

#### **2.5.5 Estrategias y medios de control**

Las estrategias y medidas de control para *Botrytis cinerea* Pers., se basan en el conocimiento del comportamiento del hongo a lo largo del ciclo fenológico de la vid, así como de los factores ambientales que inciden sobre su desarrollo. Disponer de esta información es de vital importancia ya que nos permite identificar los estados en que la

planta es sensible a este hongo; a su vez nos brinda las herramientas necesarias para establecer estrategias de control más eficientes, tanto económica como ambientalmente.

Si bien la estrategia a seguir es diferente para cada zona y variedad (Arias 1992), las mismas deben basarse en combinaciones entre métodos culturales y químicos. También debería evaluarse la posibilidad de combinar métodos biológicos

La mayoría de los métodos químicos, se basan en aplicaciones preventivas de fungicidas en determinados momentos del ciclo de la vida, como ser: fin de floración (cuajado), comienzo de cerrado de racimo, inicio de envero y 21 días antes de la cosecha.

Entre los métodos culturales, pueden destacarse: evitar variedades de racimo compacto en lugares bajos, destruir fuentes de inóculo antes y después de cosecha, retirar y destruir material de poda, control del riego, evitar excesos de nitrógeno, control de malezas, arreglo de racimos, evitar excesos de follaje y sombreado, y principalmente buscar un sistema de conducción y poda que permitan una buena aireación de los racimos (Latorre 1986).

#### **2.5.5.1 Sistema de conducción y poda**

La arquitectura de los distintos sistemas de conducción, influye notablemente sobre el microclima circundante al nivel de los racimos y por lo tanto genera diferentes condiciones para eventuales desarrollos de podredumbre gris.

Las vides en el Uruguay, se encuentran generalmente conducidas por los siguientes sistemas: espaldera baja, espaldera alta, lira, parral y otros (Spínola et al 1997). Si bien, aún se ven viñedos conducidos en espaldera baja, actualmente se está tendiendo a la espaldera alta, lira y en menor medida al tresbolillo; estos han sido promovidos por el Programa de Reconversión Vitivinícola (I.NA.VI), por presentar mayores posibilidades productivas y de calidad.

En estudios realizados por Ferrer et al 2001, 2003; en el que se confrontaron el sistema de conducción en lira con la espaldera alta, concluyeron que el sistema lira presentó para la mayoría de los años y las variedades estudiadas una menor incidencia de *Botrytis cinerea* Pers.; y explican que este comportamiento diferencial se podría deber al microclima favorable para el desarrollo de la podredumbre al nivel de los racimos y la insuficiente penetración de fitosanitarios al interior de la espaldera. En este mismo trabajo, los autores encontraron que el tipo y la intensidad de poda, influyeron en forma significativa sobre el daño de *Botrytis cinerea* Pers. para el cv *Tannat*, resultando la poda corta, para la mayoría de los años e independientemente del sistema de

conducción, mas afectada que la poda larga; esto se debería a un amontonamiento y a una mayor compacidad de los racimos en la poda corta.

## 2.6 DESHOJADO

Con los años, la importancia de la gestión del follaje ha ido aumentando, pasando de ser una práctica utilizada inicialmente para controlar el crecimiento, obtener rendimientos sostenibles y controlar las enfermedades, a convertirse en una práctica integral, absolutamente esencial en viticultura y enología de cara a la obtención y mejora de la calidad de la uva y el vino.

Los aspectos de gestión del follaje deben discutirse dentro de un contexto de gestión global que permita optimizar la vid de cara a la producción de uvas de gran calidad (Hunter et al 2002).

Una de las herramientas que usualmente se integra a la gestión del follaje, es la práctica cultural de deshojado, la cual consiste generalmente en suprimir las hojas basales de los pámpanos alrededor de la zona fructífera (Tardáguila 1993), siendo la operación en verde la que mejora de manera más significativa la calidad de las uvas (Chovelon, 1999).

Por su parte Blouin et al 2000, dicen que la eliminación racional de algunas hojas en la base del pámpano, siendo estas poco activas, favorece la ventilación e iluminación de los racimos, contribuyendo a reducir la incidencia de *Botrytis cinerea* Pers. y además facilita la maduración general, favoreciendo el desarrollo del color y la disipación de aromas vegetales.

Esta, es una práctica que permite mejorar el estado sanitario, la calidad de los racimos y facilitar la vendimia manual (Andrade et al 2001).

Los efectos benéficos del deshojado basal dependen de las zonas vitícolas y de las condiciones climáticas del año, en el caso de la D.O. del Duero, cuando ocurren veranos frescos, la respuesta es satisfactoria y es más notoria cuando se realizan conjuntamente con el raleo de racimos (Yuste et al 2001).

La incidencia del deshojado en diferentes momentos fenológicos de la vid ha sido evaluada por diversos investigadores con resultados variables.

Un importante factor para determinar el momento de deshoje (pre-floración o post-floración) es el factor climático, especialmente en las fases fenológicas de floración y polinización (Persuric et al 2001).

Persuric et al 2001, llegaron a la conclusión, luego de dos años de estudio sobre la variedad *Malvazija* en Istrie, que un deshoje en pre-floración favorece la calidad de las uvas y disminuye el ataque de hongos, principalmente cuando en el período floración- polinización reina un clima húmedo.

El deshojado suele realizarse en aquellas regiones en donde la radiación solar es insuficiente, fundamentalmente en uvas tintas que requieren una exposición directa del sol para el desarrollo del color (Winkler 1962). Cuando las plantas crecen y producen en condiciones de clima de alta luminosidad, el deshojado no logra efectos categóricos que permitan diferenciar ni química ni organolepticamente la composición de las uvas, como sí se aprecia notoriamente en zonas de climas con déficit de luz y temperatura (Lavín et al 2001).

La cantidad y calidad de luz que reciben los racimos en la madurez es determinante de la calidad de la uva, si son insuficientes por estar a la sombra la composición de la uva puede verse alterada (Smart et al 1988).

Si bien no es recomendable racimos completamente a la sombra, porque es necesaria la luz solar para la síntesis de antocianos y otros componentes de la uva; en aquellas regiones muy calurosas, las altas exposiciones de los racimos del lado oeste deben evitarse para impedir un sobre calentamiento de la temperatura de los granos; en estas condiciones el deshojado debe minimizarse teniendo en cuenta el grado de sombreado de los racimos (Spayd et al 2002).

Andrade et al 2001, obtuvieron al eliminar las hojas basales y feminelas ubicadas en los seis primeros nudos del pámpano sobre la variedad “*Jaen*” en la región de Dão en Portugal, un 40% más de radiación al nivel de los racimos con respecto al testigo sin deshojar.

Muñoz et al 2002, evaluaron las condiciones microclimáticas generadas por efectuar un deshojado severo 10 días antes del envero sobre la variedad *Cabernet-Sauvignon* en el Alto Jahuel en Chile; en este trabajo comprobaron un aumento muy significativo de la luminosidad con respecto al testigo, registrando un aumento de 23% de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) al nivel de los racimos; en cuanto a las temperaturas en torno al racimo, registraron diferencias en la temperatura mínima, siendo esta inferior en los tratamientos deshojados y una mayor amplitud térmica con respecto al testigo.

El resultado del efecto de la luz en la composición de la fruta es muy dependiente de hasta que punto se eleva la temperatura como resultado del incremento de la exposición solar (Dokoozlian et al 2001). La temperatura de los granos es función de la forma en que los rayos solares llegan al racimo, si esto ocurre de manera muy directa pueden provocar fuertes elevaciones en la temperatura de las bayas más expuestas;

elevaciones de hasta 10°C por encima de la temperatura del aire en la variedad *Merlot*, en Bordeaux, Francia han sido observadas por Pieri et al 2001.

Esta práctica es recomendada también en aquellas condiciones de cultivo donde es frecuente observar un gran desarrollo vegetativo, con varias capas de hojas distribuidas de tal forma que un bajo porcentaje de ellas queda bien expuestas (condición que determina un excesivo sombreamiento), limitando la madurez del fruto (Champagnol 1984; Smart 1985) explicado por una relación (superficie foliar expuesta/peso de cosecha) muy baja, registrándose efectos favorables sobre la constitución de los racimos a partir del umbral de 1 m<sup>2</sup> de hoja/ kilo de fruta (Renard et al 2001, en viñedos de Midi-Pyrénées, sobre las variedades *Duras*, *Negrete*, *Cot* y *Colombard*). Esta puede ser una práctica entonces, para modificar la relación fuente/fosa con el fin de lograr un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, con el objetivo de obtener una adecuada composición de los frutos (Tardáguila 1993).

En viñedos poco vigorosos otros autores afirman que la supresión de hojas de la base de los pámpanos, puede desequilibrar la relación mencionada anteriormente y por ende penalizar la maduración (Andrade et al 2001). Por su parte Vasconcelos et al 2000, dicen que al deshojar en determinadas situaciones puede descender la relación hoja/fruta a tal punto de retrasar la madurez y por lo tanto este tipo de practicas debe reservarse a viñedos vigorosos, con densas canopias.

La relación fuente/fosa es un indicador del potencial cualitativo de las uvas (Renard et al 2001).

A su vez la disminución de radiación directa sobre la zona de los racimos, promueve el desarrollo de podredumbre gris, debido a una mayor humedad relativa, menor circulación de aire y mayor permanencia de agua sobre los racimos luego de una lluvia, ente otras (Chovelon 1999). La exposición de los racimos a los rayos solares detiene en forma significativa el desarrollo de podredumbre gris (Sipiora 1995; Bitón 2003).

En definitiva, con el deshojado basal se consigue una mayor exposición de hojas y racimos, lo que se considera como un factor importante en la maduración de la uva y en la prevención de la infección por *Botrytis cinerea* Pers. (Sipiora 1995).

## **2.6.1 Influencia del deshojado en la capacidad productiva de la planta**

### **2.6.1.1 Superficie Foliar**

Al deshojar se elimina parte de la superficie foliar de la planta, cuando se realiza de forma parcial o ligeramente, favorece la luminosidad de las hojas más internas de la estructura, compensando la disminución de hojas; mientras que si la eliminación es muy importante, puede quitarle capacidad fotosintética a la planta. Lo importante es saber la superficie foliar expuesta (parte activa del follaje expuesta al sol) pues es un indicador del potencial fotosintético de la planta (ITV 1998).

En un deshojado precoz (cuajado) la reposición foliar puede llegar a recubrir un 50% hacia los racimos, dentro de las 2 semanas que suceden a la operación. Esta reposición compensa parcialmente la supresión de hojas. En cambio un deshoje tardío (envero) presenta una tasa de reposición baja o nula (ITV 1998).

La eliminación de hojas en un viñedo de poco vigor, no necesariamente se justifica, debido a que en estas condiciones el área foliar expuesta puede resultar limitante para el normal desarrollo de la uva y a su vez los cambios microclimáticos al nivel de los racimos no serían muy notorios. En cambio en un viñedo muy vigoroso en donde el área foliar no sería limitante, el deshojado se justifica dado la gran influencia que ejerce sobre el microclima del racimo (Muñoz et al 2002).

### **2.6.1.2 Rendimiento**

Según Gutiérrez 2002, que trabajó sobre la variedad *Listán Negro*, encontró que el deshojado afectó diversos parámetros productivos, entre los cuales menciona un menor rendimiento en forma significativa de los tratamientos de deshojado en comparación al testigo, sin encontrar diferencias entre distintos momentos.

A su vez Percival et al 1994; determinaron que el deshojado mejora los componentes del rendimiento, donde deshojados tardíos (en verano) producen mayores rendimientos por aumento en el peso de racimo, en comparación al testigo y en menor medida en comparación al deshojado temprano (en cuajado).

A diferencia de los dos anteriores, Chovelon 1999, dice que el deshojado precoz genera un menor tamaño de grano, pero no necesariamente afecta significativamente el rendimiento.

Bledsoe et al 1988, quienes practicaron deshojado con tres niveles de severidad y en cuatro momentos del ciclo de la vid, no encontraron diferencias en el rendimiento (producción por planta), ni en los componentes del rendimiento (peso de grano).

Andrade et al 2001, concluye que deshojados en cuajado no generan efectos en el rendimiento.

## **2.6.2 Influencia del Deshojado en los parámetros físicos de la uva y en la composición de la uva y el mosto**

### **2.6.2.1 Parámetros físicos de la uva**

El crecimiento de los granos durante el periodo herbáceo puede verse incrementado debido a la mayor exposición de los racimos al sol; en varios ensayos se ha observado incrementos en el tamaño de los granos en función de la luminosidad que reciben, debido a que la luz estimula la división y expansión celular. Este fenómeno también es estimulado por el aumento de las temperaturas en un rango óptimo que va de 20°C a 25°C, mientras que temperaturas que exceden los 35°C lo inhiben (Dokoozlian 2002). Aumentos exagerados de la temperatura, traen un incremento en la tasa respiratoria y la subsecuente deshidratación del grano, afectando negativamente la división y elongación celular (Crippen et al 1986).

El deshojado precoz puede retardar el crecimiento de los granos (diámetro y peso de bayas), pero en cosecha se determinó que el estrés inducido, generó muy poca incidencia sobre el rendimiento final (ITV 1998).

Sin embargo otros autores afirman que el deshoje temprano hace descender el peso medio de los racimos (Sipiora 1995; Gutiérrez 2002). La eliminación de hojas en el periodo herbáceo puede afectar la división celular y por lo tanto reducir el tamaño final de grano. Posiblemente esto ocurre si el número de hojas eliminadas es suficiente como para reducir la disponibilidad de carbohidratos destinados al crecimiento de grano. Tal efecto encontró Gutiérrez 2002 en un ensayo trabajando con la variedad *Listan Negro*, cuando realizó un deshoje severo en cuajado.

Según Leborgne y Rodríguez 2003, quienes practicaron el deshojado en cuajado sobre el cv *Tannat*, como una alternativa para reducir el tamaño de grano; no encontraron diferencias significativas en este parámetro. Estos autores, infieren que las plantas presentaban una adecuada relación fuente/fosa y que la cantidad de fotoasimilados en esta primera fase de crecimiento fue suficiente como para no limitar el crecimiento del grano. Sin embargo, obtuvieron una mayor relación hollejo/pulpa en los granos, que podría estar explicada por un mayor peso de hollejo; concordando con otros autores que dicen que exposiciones tempranas del racimo a la luz generan una pared cuticular más gruesa.

A su vez Muñoz et al 2002, no observaron efectos del deshojado en envero, sobre el peso de grano o de racimo en *Cabernet-Sauvignon* en la Región Metropolitana del valle del Maipo, Chile.

### **2.6.2.2 Composición de la uva y el mosto**

#### **Sólidos solubles, Acidez total y pH**

En cuanto a la técnica de deshoje y su influencia sobre los parámetros químicos, existen diversas opiniones; algunos piensan que la eliminación de una parte importante del follaje al nivel de los racimos, bastante temprana, es importante para favorecer las transformaciones en la uva; otros en cambio opinan que las hojas deben permanecer hasta cosecha (Ribereau-Gayon et al 1989).

Un mayor número de hojas por cepa de viña (alta relación hoja/fruta), ocasiona una acumulación suplementaria de glúcidos en las uvas, dependiendo de las condiciones climáticas del año, así como de las diferentes variedades y “terroir” (Murisier 1996 citado por Renaud et al 2001). Sin embargo, por lo menos en la parte baja de la cepa, como las hojas impiden la exposición directa de las uvas a los rayos del sol (luz y temperatura), se pueden dificultar las transformaciones de ácidos orgánicos en glúcidos (Ribereau-Gayon et al 1989).

Según Smart 1985, la exposición de los racimos al sol, aumenta la concentración de sólidos solubles y pH; mientras que los contenidos en ácidos orgánicos disminuyen especialmente el ácido málico. Contrariamente a esto último, Percival et al 1994, menciona que no hay ningún efecto benéfico del deshojado en los siguientes parámetros: sólidos solubles, pH y acidez titulable. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Leborgne y Rodríguez (2003) y Andrade et al (2001) al efectuar ésta práctica.

Tanto con un deshoje en cuajado, como 10-15 días antes de cosecha, se obtendrá un aumento del porcentaje de los glúcidos en los racimos, pues se mejora la exposición de los racimos al sol (Ferraro Olmos 1983; Sipiara 1995; Gutiérrez 2002). A pesar de esto, el deshoje temprano en cuajado muestra los mejores resultados (Sipiara 1995; ITV 1998; Gutiérrez 2002).

Zufferey et al 2001, establecieron que temperaturas en el entorno de 35°C, hacen descender bruscamente la asimilación, y a 40°C-45°C la asimilación es nula, inhibiendo la acumulación de azúcares y la normal maduración; coincidiendo con lo establecido por Kliewer 1977, que establece como umbral, temperaturas del racimo mayores a 37°C.

Otros autores opinan que un deshoje muy severo provoca una baja en el tenor de azúcares, pues la capacidad fotosintética de la planta se ve afectada (Ferraro Olmos

1983; ITV 1998). Sin embargo Andrade et al 2001, concluyen que al eliminar hojas basales y feminelas, no afecta la concentración de azúcares respecto al testigo sin deshojar.

Felix 2003, observó que el deshojado ocasionó un desequilibrio en la planta cuando esta práctica fue efectuada sobre un viñedo que presentaba una relación hoja/fruta adecuada para la acumulación de azúcares. Sin embargo, al realizar un deshoje mas tarde (envero) no afectó el potencial de acumulación de azúcares, probablemente debido a que las hojas eliminadas en ese momento eran fotosintéticamente poco eficientes.

La eliminación de hojas basales con el propósito de modificar el microclima del racimo, puede afectar negativamente la acumulación de los azúcares si las hojas aun son funcionales; pero también es probable que la acumulación de azúcares sea menor, cuando las plantas presentan una baja superficie foliar expuesta, normalmente observable en viñedos con follajes muy densos (Muñoz et al 2002).

Incrementos de la exposición de los racimos al sol, provocan disminución en la acidez (Kliwer 1971; Crippen et al 1971; citados por Dokoozlian et al 2001), la cual puede ser atribuída a incrementos en la degradación del ácido málico debido a la mayor temperatura de la fruta expuesta (Kliwer 1971 citado por Dokoozlian et al 2001).

A su vez deshojados 10-15 días antes de cosecha al nivel de los racimos, obtendrán un descenso de la acidez (Ferraro Olmos 1983).

Dokoozlian et al 2001 en ensayos realizados en California en la variedad *Grenache* y *Cabernet-Sauvignon*, observaron que la exposición de los racimos al sol, provoca un pequeño aumento en el pH, con relación a las uvas situadas a la sombra.

Un deshoje temprano en cuajado produce un descenso del pH en la uva y mosto (Sipiora 1995; Gutiérrez 2002).

Koegelenberg 2002, menciona que los racimos no deberían estar totalmente expuestos a la luz solar directa, ya que podría ocasionar que la temperatura de los racimos, especialmente en los cultivares tintos alcanzara hasta 12°C por encima de la temperatura ambiente, provocando una excesiva respiración del ácido málico, y consecuentemente un descenso de la acidez total y aumento del pH considerable.

### **Compuestos fenólicos**

Cualquier tipo de “operación en verde” que provoque que los racimos y la vegetación queden bien expuestos, actuara sobre el contenido en antocianos y fenoles de la uva (Martínez De Toda 2002).

Spayd et al 2002, observaron que racimos expuestos del lado oeste de la fila presentaron una excesiva radiación solar provocando un incremento de la temperatura absoluta de los granos, reduciéndose los contenidos en antocianos. En este mismo trabajo vieron que los racimos tanto del este como del oeste presentaron un mismo incremento en la temperatura de los granos sobre la temperatura ambiental, cuando la radiación solar era la máxima (al medio día); pero la mayor temperatura absoluta de los granos se registró en los racimos del lado oeste, temprano en la tarde cuando se da la máxima temperatura del ambiente.

La exposición de los racimos al sol (a través del deshojado), favorece la síntesis y concentración de antocianos y polifenoles totales (Smart 1985; ITV 1998; Gutiérrez 2002). El efecto mas marcado se da en el deshoje precoz (cuajado) (ITV 1998; Gutiérrez 2002).

Serrano et al 2001, opina que el deshoje genera una ganancia de polifenoles totales entre 10% y 30% de antocianos respecto al testigo sin deshojar, siendo el efecto mas marcado en el deshojado precoz; observando también que los vinos obtenidos a partir de estos tratamientos presentaban un potencial polifenólico mas estable en el tiempo.

Andrade et al 2001, logró mediante el deshojado en cuajado de hojas y feminelas hasta el sexto nudo, una mejor exposición de los racimos a la radiación solar, favoreciendo el aumento de la concentración de antocianos y compuestos fenólicos.

Hunter et al 1991, al probar distintas intensidades de deshojado en diferentes momentos, observaron que el deshojado realizado en enero presentó los mayores contenidos de antocianos al compararlo con los deshojes realizados al mes de la brotación, en cuajado y en grano tamaño arveja.

Leborgne y Rodríguez 2003, obtuvieron al deshojar, un leve incremento en los antocianos totales, éstos autores comentan que esperaban un incremento mayor aún, debido a que la exposición solar de los racimos aumenta la actividad de la PAL (Fenilalanina amonio-liasa) y por lo tanto la síntesis de estos compuestos se ve favorecida. Pero sí obtuvieron un incremento importante en los niveles de antocianos fácilmente extraíbles, siendo un 20% más que el testigo; y comentan que probablemente la uva se encontrase mas madura en el tratamiento deshojado.

Por su parte Felix 2003, dice que sobreexposiciones del racimo al sol, son perjudiciales porque los hollejos se endurecen, disminuyendo la extractibilidad de los antocianos.

### **2.6.3 Influencia del deshojado en el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers.**

La epidemiología de *Botrytis cinerea* Pers. así como la de otros patógenos, exige un conocimiento profundo del microclima circundante en los racimos, el cual puede ser modificado por el sistema de conducción y prácticas vitícolas, entre las que aparece el deshojado (Pieri et al 2001).

En cuanto a este tema se hallaron varias versiones del efecto del deshojado sobre el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers. Por un lado algunos autores afirman que el deshojado (principalmente en variedades vigorosas) en cualquier momento fenológico de la vid, limita el desarrollo del hongo, disminuyendo su incidencia, severidad y el empleo de plaguicidas destinados al control de dicho hongo, esta acción es explicada por un mayor efecto de los rayos solares directos, una mejor aireación, un descenso de humedad en la zona de los racimos y una mejor llegada de productos fitosanitarios. A su vez, los tratamientos en cuajado presentan los mejores resultados (Ferraro Olmos 1983; Bledsoe et al 1988; English et al 1990; Howell et al 1994; Percival et al 1994; Sipiora 1995; ITV 1998; Bitón 2003).

Pieri et al 2001, dicen que durante el día en respuesta al grado de iluminación que impone el deshojado, los racimos reciben luz directa, provocando una elevación de la temperatura desfavorable para *Botrytis cinerea* Pers.; pero en las horas nocturnas, los racimos deshojados presentan menor temperatura, lo cual los hace más propicios a la humectación, induciendo un depósito de rocío sobre los granos, favorable para el desarrollo del hongo.

El efecto negativo de la radiación solar sobre el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers., se debe al calentamiento de los granos, es sabido que las temperaturas superiores a los 25°C enlentecen el desarrollo del hongo y a 30°C limitan completamente su crecimiento; en determinadas horas del día los granos expuestos experimentan un incremento de la temperatura superior a la temperatura media del aire (Bitón 2003).

### **2.6.4 Quemado de sol**

En muchas situaciones, como consecuencia directa del deshojado se han reportado daños a nivel del racimo por quemado de sol. Williams et al 1987, encontró para la variedad *Thompson Seedless*, que deshojados muy severos pueden provocar un aumento de la exposición de los racimos al sol, provocando quemaduras en los tejidos; por tanto la intensidad de dicha práctica debería estar relacionada y adaptada a cada zona vitivinícola, a cada variedad y a los objetivos de la producción. Por el mismo motivo, Blouin et al 2000, dicen que si bien el deshojado es muy recomendable generalmente debe practicarse de un solo lado de la fila, el cual debería ser el que reciba menor exposición a los rayos solares, evitando así quemado por el sol.

Por su parte Felix 2003, quien practicó deshojado en el cv. *Tannat*; observó que la eliminación de hojas sobre el lado norte de la fila (Hemisferio Sur), dejaba a los racimos muy expuestos a la radiación solar, produciéndose quemado. Este autor, recomienda que el deshojado se realice de una manera diferencial, teniendo en cuenta el lado de la fila a la hora de efectuar ésta práctica.

Hunter et al 2002, comenta que exposiciones tempranas de los racimos a los rayos solares (principalmente UV), favorecen la disminución de la susceptibilidad de dichos racimos a las quemaduras e infecciones durante el período de madurez.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO Y SU MANEJO

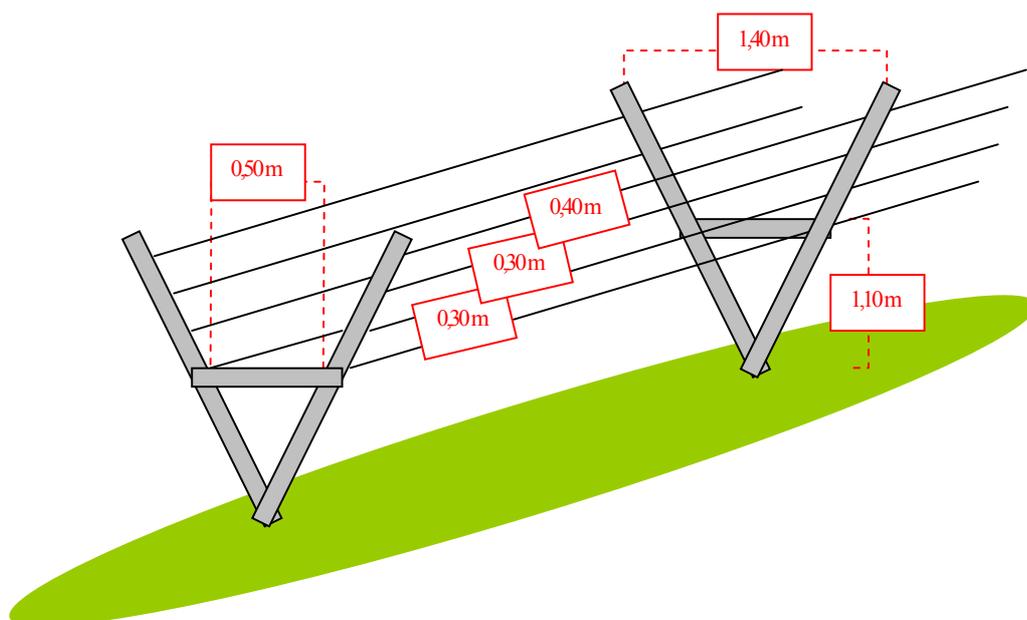
##### 3.1.1 Descripción del viñedo

El ensayo fue realizado en un viñedo comercial, en el departamento de Canelones localizado en la zona de Cuatro Piedras, durante la temporada 2003-2004.

El viñedo está constituido por plantas del cultivar *Tannat* (*Vitis vinifera* L.) injertadas sobre SO<sub>4</sub> (*Vitis berlandieri* P. x *Vitis riparia* M.), de once años de edad. El sistema de conducción es en lira, con una apertura superior de 1,40 metros. Está constituida por cuatro hileras de alambres sobre cada poste inclinado, el primer alambre se encuentra a 1,10 metros con respecto al suelo, al que le siguen una segunda, tercera y cuarta hilera de alambre a 0,30, 0,30 y 0,40 metros, respectivamente. La primera hilera de alambre de ambos postes, se encuentran a una distancia de 0,50 metros entre ellas, que son las que sirven de soporte a los dos cordones productivos de la planta.

Presenta un marco de plantación de 0,90m (entre plantas) x 3,2m (entre filas). Las filas están orientadas en sentido norte-sur, con una leve inclinación hacia el este.

**Figura N°2:** Esquema del sistema de conducción.



El tipo de poda es Royat o poda corta, conformando un cordón hacia ambos lados (de forma bilateral), en donde se insertan los pitones. Cada pitón se encuentra constituido por una yema a la vista. En el invierno del año 2003 (01 de agosto) se podó a 4 o 5 pitones por brazo, quedando constituida cada planta por 8 a 10 yemas a la vista.

### 3.1.2 Manejo de la vegetación

Durante el período en estudio fueron realizadas las siguientes operaciones: limpieza en forma semanal de los brotes que crecían en el tronco, eliminación de pámpanos estériles tratando a su vez de respetar el número de pámpanos que se pretendió dejar en la poda, utilización de laderos y atado de pámpanos para ordenar la vegetación y llevarla a la lira, enrollado del pámpano en el último alambre, cuando éstos sobrepasaban en exceso el mismo.

### 3.1.3 Tratamientos fitosanitarios

Fecha	Producto	Dosis
29/09/03	Folpet	1 kg/há
	Clorotalonil	0,3 kg/há
	Azufre	8 kg/há
06/10/03	Folpet	1 kg/há
	Clorotalonil	0,3 kg/há
15/10/03	Folpet	1,5 kg/há
	Clorotalonil	0,3 kg/há
23/10/03	Folpet	1,5 kg/há
	Clorotalonil	0,6 kg/há
29/10/03	Folpet	1,5 kg/há
	Fosfito Potásico	3 ltr/há
	Azufre	10 kg/há
05/11/03	Fosfito Potásico	3 ltr/há
	Captan	1 kg/há

Fuente: Ing. Agr. Ricardo Varela.

Fecha	Producto	Dosis
14/11/03	Fosfito Potásico	3 ltr/há
	Captan	1 kg/há
21/11/03	Pyrimetamil	3,3 kg/há
	Captan	1,5 kg/há
26/11/03	Fosfito Potásico	3 ltr/há
03/12/03	Oxic. Cobre	3 kg/há
	Fosfito Potásico	3 ltr/há
	Azole	0,3 ltr/há
18/12/03	Oxic. Cobre	6 kg/há
	Azufre	3 kg/há
02/01/04	Oxic. Cobre	6 kg/há
	Flusilazol	75 cm <sup>3</sup> /há
15/01/04	Oxido Cuproso	4,5 kg/há

(Ver Anexo N°1 y N°2.)

## **3.2 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO**

### **3.2.1 Diseño experimental**

Con el fin de partir de un material homogéneo se observó el viñedo durante el invierno seleccionando plantas, las cuales debían cumplir las siguientes características: similar vigor (evaluado a través de la uniformidad del diámetro del tronco 10 cm por encima del injerto) y estructuras productivas completamente formadas (dos cordones con 8 a 10 pulgares totales). Las plantas de los extremos de las filas no fueron tenidas en cuenta para el ensayo.

El diseño utilizado fue de parcelas completas al azar, en donde cada parcela está constituida por una planta.

Cada tratamiento estaba conformado por un número de 30 repeticiones. Para acentuar el efecto buscado por cada tratamiento y contar con material para realizar los muestreos durante la maduración, se procedió a manejar de igual manera una a dos plantas adyacentes a cada repetición.

El número total de unidades experimentales del ensayo fue de 90 plantas.

### **3.2.2 Tratamientos**

Se efectuaron los siguientes tratamientos:

1) Testigo (T): sin deshojado.

2) Tratamiento N°1 (DC): Se realizó un deshojado cuando el racimo presentaba una inclinación horizontal y había alcanzado casi la totalidad de bayas cuajadas (09/12/03), correspondiéndose al estado fenológico 29 según la escala propuesta por Eichhorn y Lorentz 1993 (Ver Anexo N°3).

3) Tratamiento N°2 (DE): se realizó un deshojado durante el envero, el día 03/02/04, coincidiendo con el estado fenológico 36 según la escala propuesta por Eichhorn y Lorentz 1993 (Ver Anexo N°3).

El “deshojado”, consistió en eliminar manualmente las hojas basales de los pámpanos, incluyendo feminelas. El criterio para su realización, fue el de despejar todo follaje existente entorno al racimo. Esto llevó a deshojar hasta la hoja opuesta al último racimo, cuando esta se orientaba hacia fuera del dosel. Esta práctica fue realizada en los dos planos de la vegetación de la lira, para ambos tratamientos (Ver Anexo N°4 y N°5).

### **3.2.3 Análisis Estadístico**

Los datos fueron analizados en el programa Statal Analysis System (S.A.S.), donde se realizaron Análisis de Varianza y comparación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) con  $p \leq 0,05$  para todos los parámetros analizados. A su vez para establecer relaciones entre variables se utilizó el modelo Binomial de Pearson.

## **3.3 MEDICIONES A NIVEL MICROCLIMÁTICO**

### **3.3.1 Seguimiento de la temperatura y humedad relativa entorno al racimo**

Mediante el uso de un dataloguer HOBO Pro-series Humedad Relativa y Temperatura, Omset; se registró la temperatura y humedad relativa entorno al racimo en intervalos de 15 minutos. Se colocaron un total de dos dataloguer: uno de ellos en el Testigo y el otro en el tratamiento DC el día 06/11/2003 (Ver Anexo N°6, Foto A).

### **3.3.2 Seguimiento de la temperatura en el interior del racimo**

Para dicho seguimiento se contó con 10 sensores de temperatura Kooltrak, los que se colocaron en el interior del racimo, registrando la temperatura cada 2 horas a partir de su programación; 4 de ellos en el tratamiento Testigo colocados el día 21/11/04, tanto del lado este, oeste como en racimos interno y externo, otros 4 en el tratamiento DE colocados de igual manera y 2 en el tratamiento DC en racimos externos del lado este y oeste de la estructura (Ver Anexo N°6, Foto B).

### **3.3.3 Medición de intensidad de luz a nivel del racimo**

Para las mediciones de la intensidad de luz, se contó con un luxómetro marca Li Cor, modelo Li-185A (USA), el cual cuantifica la llegada de luz a la zona del racimo. Dicha labor se llevó a cabo en cuatro momentos del ciclo (grano tamaño arveja, envero, 15 días post-envero y 45 días post-envero) en horas del mediodía y días totalmente despejados, procediendo en primer lugar a registrar la máxima llegada de luz al viñedo y posteriormente registrando entre 40 y 50 muestras por tratamiento del sector interno y externo de la lira y del lado este y oeste de la fila.

La idea era poner el sensor en una zona en la cual captara la mayor luminosidad posible, para luego expresar el porcentaje de intensidad lumínica al nivel de los racimos,

tanto del interior, como exterior de los racimos y del lado este y oeste de cada tratamiento.

### **3.4 EVALUACIONES SOBRE *Botrytis cinerea* Pers.**

#### **3.4.1 Identificación de estructuras con probable fuente de inóculo en invierno**

Se recolectaron estructuras de diferentes partes de la planta; ritidoma, hojas del suelo, sarmientos, zarcillos y restos de racimos en el suelo y en la planta. Luego se hizo cámara húmeda con dicho material y posterior observación en microscopio para determinar presencia-ausencia de algunas de las estructuras del patógeno

#### **3.4.2 Detección de infecciones tempranas en floración – cuajado**

En ese momento mediante leves movimientos de los racimos se procuró recolectar restos florales a los cuales se les realizó cámara húmeda determinándose presencia-ausencia de alguna de las estructuras del patógeno.

#### **3.4.3 Evolución de la podredumbre gris durante la maduración**

A partir del 02/03/04 se comenzó a evaluar la evolución de *Botrytis cinerea* Pers., mediante observación de síntomas a nivel de racimos (Ver Anexo N°7). Para lo cual fueron tomados al azar 30 racimos por tratamiento y marcados para las sucesivas determinaciones. Estas se realizaban cada cuatro días, determinándose “incidencia” (numero de racimos afectados) y “severidad” (granos afectados por racimo).

#### **3.4.4 Cuantificación del producción afectado por *Botrytis cinerea* Pers. en cosecha**

Para cada una de las 30 plantas cosechadas por tratamiento, se determinaba el peso total, posteriormente se eliminaban los racimos o las partes de racimos afectada con *Botrytis cinerea* Pers. y se pesaba la producción sana, obteniéndose por diferencia la producción afectada por dicho patógeno.

### **3.5 MEDICIONES SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO VEGETATIVO**

#### **3.5.1 Seguimiento del crecimiento de pámpanos y feminelas**

Se comenzó marcando 14 pámpanos por tratamiento, distribuidos equitativamente del lado este y oeste. A partir del día 04/11/03 y en forma semanal se comenzó con las mediciones de largo de pámpano, número de feminelas y longitud promedio de las mismas.

#### **3.5.2 Estimación del área foliar deshojada en cuajado**

Sobre 12 pámpanos representativos de las plantas del ensayo fue estimada el área foliar total y el área foliar deshojada, a través del método de la cuadrícula. Este consistió en agrupar las hojas de cada pámpano en 5 categorías que difieren en tamaño, contabilizando el número de hojas por categoría y por pámpano, determinándose de esta manera el área foliar total por pámpano. Posteriormente se deshojaba cada pámpano, con el mismo criterio descrito en el punto 3.2.2 y se estimaba el área foliar deshojada sobre las hojas extraídas (Ver Anexo N°8).

#### **3.5.3 Estimación del área foliar deshojada en envero**

Para esto se utilizó el programa SEAF (sistema de estimación del área foliar) propuesto por Carbonneau. Para dicha estimación, seleccionamos 20 plantas por cada tratamiento y dos pámpanos de cada planta, a los cuales se les realizaron las mediciones necesarias de: largo de nervadura principal de las hojas del pámpano, largo de nervadura principal de las hojas de las feminelas de dichos pámpanos, y número de pámpanos por planta, registrando a su vez el número de plantas por hectárea.

Este programa nos permitió calcular tanto el área foliar total por planta y por hectárea, como el área foliar deshojada en dicho momento (Ver Anexo N°8).

## **3.6 MEDICIONES SOBRE EL CRECIMIENTO DEL RACIMO**

### **3.6.1 Seguimiento del volumen del racimo**

A partir del 12/12/03, se comenzó el seguimiento del volumen de los racimos. Los mismos fueron seleccionados de acuerdo a las siguientes características: tamaño homogéneo, racimos de fácil acceso (fuera de la estructura) y largo del pedúnculo. Se marcaron 50 racimos por tratamiento, en igual número tanto del lado este como oeste.

Para dicho seguimiento, se utilizó un recipiente de forma tronco cónica, al que se le colocó próximo a su extremo superior, dos escalas graduadas, opuestas diametralmente. Ambas escalas presentaban intervalos de 5 centímetros cúbicos, ya que las mismas fueron calibradas, mediante una pipeta aforada de 5,00 ml.

El método consistía en introducir el racimo en el recipiente y enrasarlo con agua hasta el aforo; posteriormente se lo retiraba, dejando escurrir bien el agua que contenía el interior del racimo, para luego mediante la observación de ambas escalas, cuantificar el volumen ocupado por el mismo (Ver Anexo N°9).

El hecho de tener un recipiente doblemente calibrado, compensaría en parte, el desnivel generado al efectuar las mediciones a campo, ya que el dato registrado era el promedio de lo observado en ambas escalas.

Es de destacar, que el agua usada durante este procedimiento en alguna oportunidad contenía un producto fúngico, a los efectos de conservar la sanidad de los racimos sujetos a esta metodología. Los productos utilizados fueron Iprodione (0,001%), Folpet (0,0025%) y Hipoclorito de Sodio (0,5%).

Es importante mencionar, que en total se utilizaron dos recipientes con las mismas características constructivas, difiriendo solamente en el tamaño. El de menor tamaño (capacidad 1 litro) se utilizó al principio del seguimiento, y hacia el final del mismo, se utilizó el de mayor tamaño (capacidad 2 litros), conforme al aumento en tamaño de los racimos.

Conjuntamente a la última medición de volumen el día 21/03/04, se procedió a retirar los 50 racimos de cada tratamiento y cuantificar su peso en forma individual.

### **3.7 DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DEL EQUILIBRIO VEGETO-PRODUCTIVO**

#### **3.7.1 Peso de cosecha**

La cosecha se realizó los días 24/03/04, 25/03/04 y 26/03/04 para los tratamientos T, DE y DC respectivamente. Se cosechó y pesó la producción de las 30 plantas por tratamiento en forma individual.

#### **3.7.2 Peso de Poda**

Luego de la poda realizada el 17/07/2004, se procedió a cuantificar en forma individual el peso de toda la madera extraída de cada una de las 30 plantas cosechadas por tratamiento.

#### **3.7.3 Índice de Ravaz**

Para evaluar el equilibrio de las plantas se utilizó el método planteado por Ravaz, que relaciona la producción de fruta y madera por planta.

### **3.8 SEGUIMIENTO DE LA COMPOSICIÓN DE LAS UVAS DURANTE LA MADUREZ**

A partir del día 03/02/04 se comenzó con el seguimiento de la madurez, sobre el ensayo de campo. El mismo, se realizaba semanalmente y consistía en la extracción de dos muestras por tratamiento, de 250 granos para cada una de ellas aproximadamente.

Cada muestra, era sometida al mismo procedimiento. En el laboratorio del I.NA.VI., se separaban los granos de los pedicelos y se dividían en dos sub-muestras de 125 granos cada una.

Una de esas sub-muestras, quedaba en el laboratorio del I.NA.VI, en donde se analizaba la composición fenólica. El resto se analizaba en el laboratorio de la Facultad de Agronomía, determinándose: sólidos solubles, acidez total, pH y peso de granos, hollejos y semillas.

### **3.8.1 Mediciones de peso de grano, sólidos solubles, acidez total y pH**

En la Facultad, se separaban 50 granos de cada sub-muestra, los cuales se pesaban en una balanza digital Dhaus, Scout (USA) y se calculaba el peso medio del grano. Éstos mismos granos se prensaban manualmente, separando pulpa, semillas y hollejos.

Los hollejos se lavaban con un poco de agua, para eliminar los restos de azúcares residuales, se dejaban escurrir, se secaban con papel de filtro y se dejaban secando 30 minutos sobre papel absorbente; e inmediatamente se pesaba. Este mismo procedimiento se realizaba con las semillas. Los hollejos eran guardados posteriormente en Freezer.

El peso de la pulpa, se obtenía por diferencia entre el peso de grano y el peso adicionado de hollejo y semilla.

La pulpa, junto con los restantes granos de la sub-muestra, era procesada con un extractor de jugo marca Philips, modelo HL3236 (Brasil). Con el mosto obtenido, se precedió según metodología planteada por la O.I.V (1990); determinándose sólidos solubles por refractometría (con un refractómetro marca Atago N°1, Brasil), acidez total por acidimetría (titulación con NaOH N/10 y azul de bromotimol, como reactivo indicador) y pH por potenciometría, (con un peachímetro marca Hanna, modelo pH 211, Portugal). Es importante mencionar, que durante estas operaciones se mantuvo la temperatura del mosto a 20°C.

### **3.8.2 Análisis de los compuestos fenólicos**

La composición fenólica, fue analizada por el equipo técnico del laboratorio del I.NA.VI., mediante la siguiente metodología:

El potencial fenólico de las uvas fue estimado según el método Glories et al 1993, modificado por González-Neves 2005.

Cada muestra de uva (alrededor de 100 granos) fue utilizada para determinar la riqueza fenólica (A280), el potencial total en antocianos (AntpH1) y el potencial en antocianos extraíbles (AntpH3,2) de las uvas.

Para hacer los análisis los granos enteros fueron molidos con ayuda de una trituradora (Philips, Holanda), con el objetivo de lograr dos muestras de 50 gramos bien homogéneas.

A la primer muestra, se le agregaban 50 ml de solución acuosa a pH 3,2 (5 gramos de ácido tartárico por litro; ajustada a pH 3,2 con la ayuda de una solución 1N de

NaOH). Luego de la homogeneización, la maceración se realizaba por cuatro horas a temperatura de laboratorio (25°C), con agitación manual a cada una hora. El extracto obtenido es filtrado y se analiza la riqueza fenólica y el potencial en antocianos extraíbles sobre lo filtrado.

A la segunda muestra, se le agrega 50 ml de solución pH 1 (HCl 0,1 N). La maceración se realiza en forma idéntica a la descrita anteriormente. El extracto obtenido es filtrado y se analiza para estimar el potencial total en antocianos sobre lo filtrado.

Los extractos filtrados son centrifugados durante tres minutos a 3.000 revoluciones por minuto antes de ser analizados, utilizando una centrifugadora MSE Mistral 2.000 (Sanyo Gallenkamp, Gran Bretaña).

La riqueza polifenólica (A280) se expresa en unidades de absorbancia, determinada a 280 nm, mientras que los antocianos (AntpH1 y AntpH3,2) son dosificados según el método propuesto por Ribereau-Gayon et al 1965 y las concentraciones son expresadas en mg de equivalente en malvidina 3-glucosido por litro.

Los análisis fueron realizados en un espectrofotómetro Shimadzu UV-1240 Mini (Shimadzu Corp., Japón), en dos repeticiones, que utiliza células de cuarzo y de vidrio de un centímetro de recorrido óptico.

Los índices son calculados a partir de diluciones respectivas. Se consideran los valores medios de la densidad del mosto y la relación entre el peso de la pulpa y el peso del grano de cada muestra para calcular cada dilución:

$$\text{Factor de dilución} = (50 + \text{volumen de mosto}) / \text{volumen de mosto}$$

$$\text{Volumen de mosto (ml)} = (50 + \% \text{ pulpa}) / \text{densidad del mosto}$$

Los índices de “madurez celular” (EA) y de “madurez de las semillas” (Mp), el componente tánico de las películas (dpell) y el de las semillas (dTpep) son calculados según las fórmulas propuestas por Glories et al 1993. La proporción relativa de taninos de las películas (dpell%) es también considerada.

$$\text{EA\%} = [(\text{AntpH1} - \text{AntpH3,2}) / \text{AntpH1}] \times 100$$

$$\text{dpell} = (\text{AntpH3,2} \times 40) / 1000$$

$$\text{dTpep} = \text{A280} - \text{dpell}$$

$$dpell\% = (dpell / A280) \times 100$$

$$Mp\% = [(A280 - dpell) / A280] \times 100 = dTpep\%$$

La proporción de taninos en las semillas es Mp%, puesto que el índice EA puede estar considerando una estimación de la extractibilidad de antocianos.

### **3.9 OBSERVACIONES RESPECTO AL QUEMADO DE SOL**

Próximo a cosecha, se seleccionaron 28 racimos al azar, por tratamiento, considerando además el lado (este u oeste) en el cual se encontraban los racimos sobre la lira.

El procedimiento que se realizó, consistió en constatar si el racimo presentaba o no quemado de sol. En caso de presentar, se establecía un porcentaje del área, sobre la cara del racimo afectada.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA PRODUCCIÓN POR PLANTA

#### 4.1.1 Producción total y sana por planta

**Cuadro N°1:** Producción promedio total y sana, por planta según tratamiento.

Tratamiento	Producción total (Kg/pl.)	Producción sana (Kg/pl.) (*)
DC	7,819 a	7,174 a
DE	7,784 a	6,613 a
Testigo	5,972 b	4,194 b

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

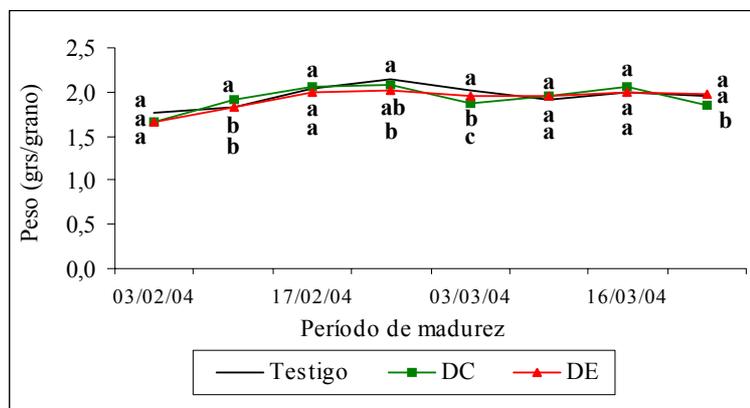
(\*) Equivale a la producción luego de quitarle los racimos con podredumbre.

El cuadro N°1, muestra claramente que los tratamientos en los que se deshojó (DC y DE), presentaron una mayor producción por planta en comparación al Testigo, no habiendo diferencias significativas entre los distintos momentos.

A su vez, en estos mismos tratamientos, se registró una mayor producción de uva sana por planta, en comparación al Testigo.

#### 4.1.2 Peso de grano y Volúmen de racimo

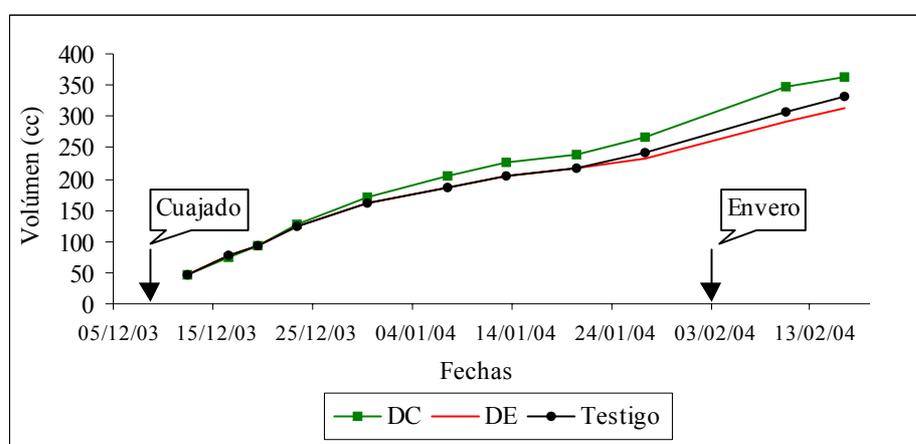
**Gráfico N°1:** Seguimiento del peso de grano para cada tratamiento.



Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

En el gráfico N°1, se intenta mostrar el seguimiento de peso de grano a lo largo de la madurez. Como se aprecia, no es posible observar una clara tendencia del crecimiento de grano en cada tratamiento. Posiblemente esto se deba a que la metodología empleada para dicho propósito no logró una buena representatividad. Por tal motivo se cree conveniente a la hora de evaluar este parámetro, considerar solamente las mediciones obtenidas con el método volumétrico, donde este último proporciona una mayor representatividad.

**Gráfico N°2:** Seguimiento del volúmen de racimo para cada tratamiento.



El gráfico N°2, muestra como el crecimiento del racimo adopta para los tres tratamientos la curva doble sigmoide, tal como menciona Winkler 1962; Coombe et al 2000 citados por Kennedy 2002 para el desarrollo de un grano, en este caso la curva observada es mas extendida en el tiempo, debido a que representa el crecimiento del racimo en su conjunto, en el que cada grano se puede encontrar en un momento diferente de la doble sigmoide.

Puede verse que el deshojado en cuajado (DC), tuvo un incremento en el volúmen del racimo, respecto al deshojado en envero (DE) y al Testigo; el cual ya podía visualizarse a lo largo del periodo de crecimiento herbáceo, a partir de 21 días de realizada esta práctica para dicho tratamiento.

A su vez, se aprecia como los tres tratamientos comienzan con un tamaño promedio de racimo similar, el cual posteriormente con el transcurso de los días se va diferenciando para los distintos tratamientos, registrándose para el DC una progresiva superioridad de volúmen de sus racimos respecto al DE y al Testigo.

Lo visto anteriormente no concuerda con lo mencionado por los autores Sipiora 1995; Chovelon 1999 y Gutiérrez 2002, que expresan que deshojados tempranos reducen el tamaño de grano, que como mencionan en sus trabajos podría estar explicando una menor producción por planta. Cabe mencionar que estos autores realizaron sus investigaciones en viñedos equilibrados en lo que respecta a la relación fuente/fosa, donde la práctica de deshojado genera un desequilibrio en las plantas provocando una menor producción de fotoasimilados que son destinados al fruto; a su vez es el deshojado temprano (DC) el que presenta los mejores resultados, respecto al envero.

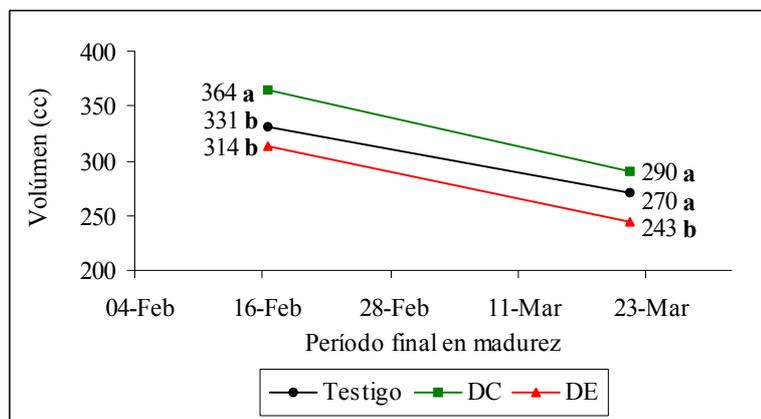
Estos resultados tampoco concuerdan con lo visto por Leborgne y Rodríguez 2003, los cuales no encontraron diferencias significativas en el tamaño de grano, al deshojar en cuajado, sobre el cv *Tannat*.

Por lo tanto el deshojado en cuajado, puede influir o no sobre el crecimiento o tamaño potencial del grano, según la intensidad en la cual se realice y la situación productiva involucrada. Las causas, que en el presente ensayo, podrían estar explicando el mayor volumen de los racimos del tratamiento realizado en cuajado, son las siguientes:

1- En las condiciones del presente ensayo, se contó con plantas de gran vigor, donde las estructuras eliminadas fueron hojas adultas y feminelas en activo crecimiento, con muchas hojas jóvenes, lo que nos hace pensar en esta instancia, que probablemente se le extrajo mas fosa que fuente. De esta manera, el deshojado practicado no provocó los desequilibrios mencionados anteriormente, por el contrario, la relación pudo acercarse mas al óptimo.

2- Por otro lado, el haber eliminado hojas en este momento, mejoró la luminosidad en torno al racimo, existiendo la posibilidad de una mayor fotosíntesis del propio grano; ya que como menciona Fregoni 1999, el grano cuando es verde, presenta clorofila en su hollejo, existiendo actividad fotosintética que contribuye al crecimiento del mismo.

**Gráfico N°3:** Evolución del volúmen de los racimos de los diferentes tratamientos, hacia el final del período de madurez (del 16/2 al 21/3).



Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

El gráfico N°3, muestra la evolución del volúmen de los racimos hacia el final del período de madurez, en donde todos los tratamientos perciben un descenso en el volúmen de dichos racimos. No se puede afirmar con precisión el momento a partir del cual comienza a descender, ya que el gráfico muestra el descenso producido entre dos puntos: el 16 de febrero (que fue el último día del seguimiento del volúmen de los racimos) y el 21 de marzo (48 horas aproximadamente antes de iniciar la cosecha).

En este ensayo puede verse que los racimos de los tratamientos deshojados (DC y DE) registran el mayor descenso, debido principalmente a la deshidratación de los granos expuestos a la radiación solar; tal como menciona Peynaud 1984.

## 4.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE *Botrytis cinerea* Pers.

### 4.2.1 Determinación en cosecha

**Cuadro N°2:** Porcentaje de la producción promedio por planta afectada por podredumbre gris (*Botrytis cinerea* Pers.), según tratamiento.

Tratamiento	Producción (Kg/pl.)	Producción afectada (Kg/pl.)	Porcentaje afectado (%)
DC	7,819	0,645	8 c
DE	7,784	1,171	15 b
Testigo	5,972	1,778	30 a

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

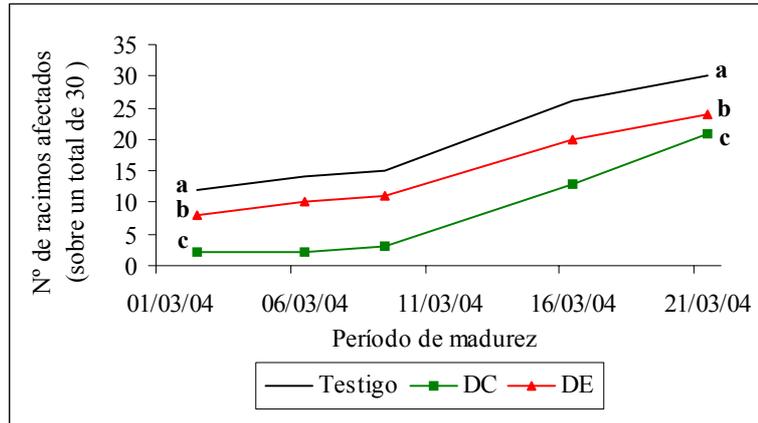
De la producción total por planta, resultó ser el Testigo el que presentó un mayor porcentaje de uva con *Botrytis cinerea* Pers. en el momento de la cosecha, mientras que el deshojado realizado en cuajado (DC), resultó ser el tratamiento que presentó el menor porcentaje de la producción total con presencia de esta enfermedad. A su vez el realizado en envero (DE) presentó un comportamiento intermedio, ya que los tres se diferenciaron estadísticamente.

Del análisis anterior, se desprende que la práctica cultural de deshojado, afectó positivamente el estado sanitario de la uva en el momento de la cosecha. La práctica, resultó ser efectiva en cuanto a limitar el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers. Confirmando una vez más, lo mencionado por Bledsoe et al 1988; Howell et al 1994; Percival et al 1994; Pieri et al 2001; Bitón 2003, entre otros, que tratan este tema, en cuanto a la mayor radiación solar directa, mejor aireación, descenso de la humedad en torno al racimo y una mejor exposición de los racimos a los productos fitosanitarios, que se consigue al deshojar.

En cuanto al momento de efectuar la práctica, se desprende también, que el deshojado en cuajado presentó una menor producción afectada por *Botrytis cinerea* Pers. que la observada deshojando en el envero. Esto se podría deber a que un deshojado temprano generaría condiciones desfavorables al desarrollo de este patógeno por un mayor período de tiempo, lo que coincide con lo expuesto por los autores Ferraro Olmos 1983; Bledsoe et al 1988; English et al 1990; Howell et al 1994; Percival et al 1994; Sipiora 1995; ITV 1998; Bitón 2003. A su vez, el haber deshojado en cuajado a diferencia del envero, mejoró las condiciones microclimáticas y la exposición de los racimos a los productos fitosanitarios, en momentos claves para el control de esta enfermedad.

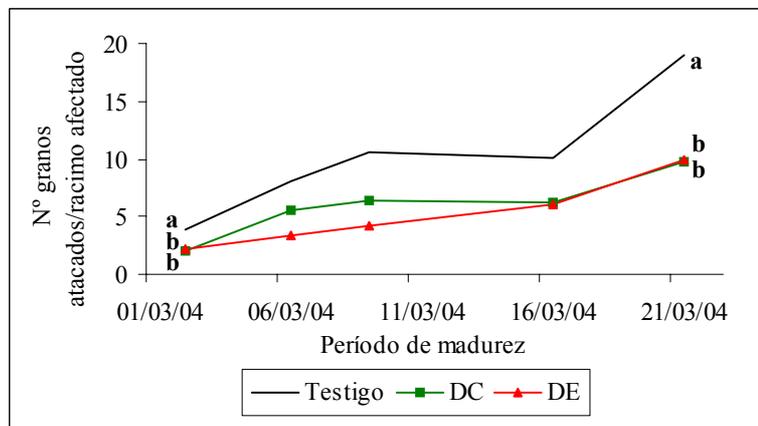
#### 4.2.2 Evolución de la incidencia y la severidad

**Gráfico N°4:** Evolución por tratamiento de la incidencia de ataque de *Botrytis cinerea* Pers. durante la madurez, según tratamiento.



Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

**Gráfico N°5:** Evolución por tratamiento de la severidad de ataque de *Botrytis cinerea* Pers. durante la madurez, según tratamiento.



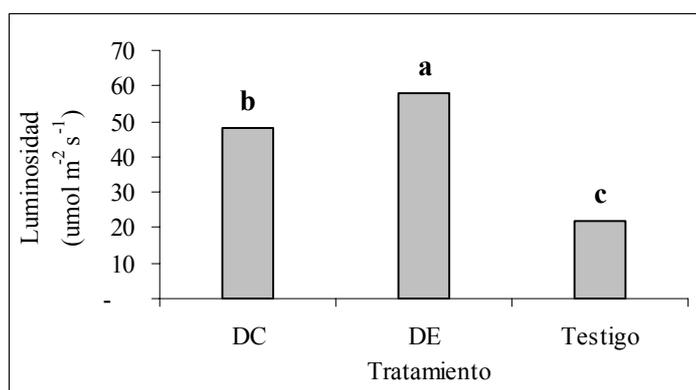
Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

El seguimiento muestra que los tres tratamientos (DC, DE y Testigo), registran un incremento en la evolución de la incidencia y severidad de ésta enfermedad a lo largo del período de madurez (Gráfico N°4 y N°5). Este hecho se debe principalmente, a la mayor susceptibilidad que adquieren los racimos al avanzar la madurez, concordando con Arias 1992.

Como se puede apreciar, el deshojado en cualquiera de los dos momentos fenológicos limita el desarrollo del hongo disminuyendo su incidencia y severidad, concordando con los autores Ferraro Olmos 1983; Bledsoe et al 1988; English et al 1990; Kliewer et al 1990; Howell et al 1994; Percival et al 1994; Sipiora 1995; ITV 1998 y Bitón 2003. A su vez, el tratamiento en cuajado presenta los mejores resultados (gráfico N°4) durante toda la madurez como lo indican Bledsoe et al 1988; English et al 1990; Kliewer et al 1990; Howell et al 1994; Percival et al 1994; Sipiora 1995; ITV 1998 y Bitón 2003. El testigo por su parte fue el tratamiento que se vio más afectado (incidencia y severidad) respecto a los tratamientos deshojados (DC y DE).

Esta diferencia entre los deshojados y el testigo puede ser explicada por un cambio en el microclima en la zona de los racimos, cambios que se manifiestan principalmente en una mayor llegada de los rayos solares directos a los racimos y un aumento de la temperatura de los granos, como lo muestran los gráficos N°6 y N°7.

**Gráfico N°6:** Luminosidad en los racimos, para el día 17 de febrero, según tratamiento.

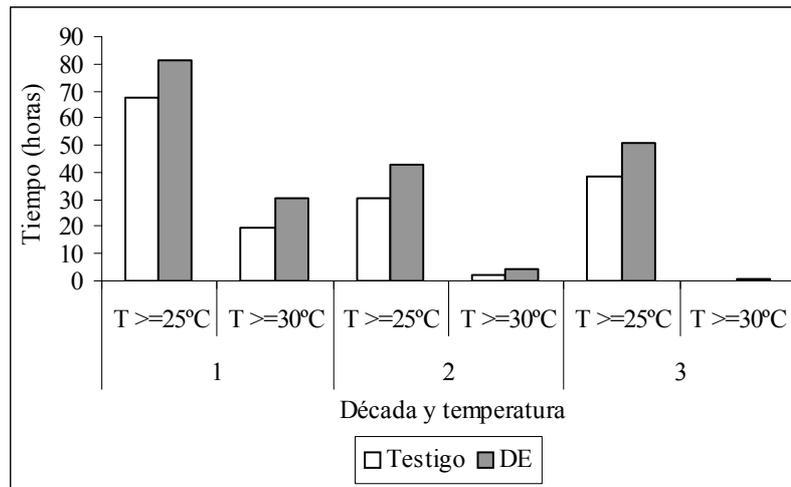


Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

En el gráfico N°6, se aprecia claramente como los tratamientos deshojados reciben una mayor cantidad de luz directa en los racimos, comparado con el testigo. Parece valido interpretar, entonces, que estos reciben una mayor radiación solar directa y que ésta posiblemente estaría ejerciendo un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers., como mencionan Sipiora 1995, Chovelon 1999 y Bitón 2003. Entre los deshojados, se aprecia para esa fecha determinada, que el deshojado en enero (DE) presenta una mayor radiación solar incidente, uno de los motivos es que este se había deshojado recientemente. Es importante destacar que el deshojado en cuajado (DC) recibió durante gran parte del ciclo de la vid altos niveles de radiación solar, lo que estaría limitando el desarrollo del hongo por más tiempo y en estados fenológicos esenciales para el control.

Por tanto, el efecto negativo de la radiación solar sobre el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers. podría deberse más a un efecto indirecto del calentamiento que ésta genera sobre los granos de uva, que al efecto directo de la mayor llegada de luz propiamente dicha.

**Gráfico N°7:** Número de horas con temperaturas del racimo por encima de 25°C y 30°C, durante el período de madurez, según tratamiento.



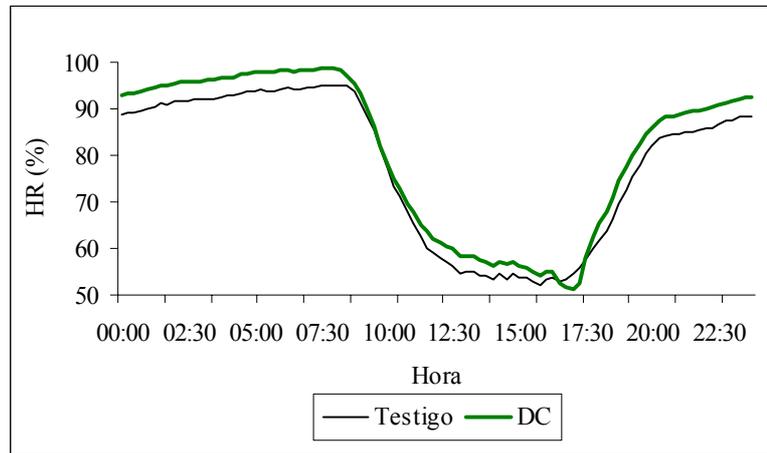
(\*) las décadas corresponden a los siguientes intervalos:  
1 (del 4/2 al 13/2); 2 (del 20/2 al 29/2) y 3 (del 13/3 al 22/3).

Las temperaturas seleccionadas para analizar este factor climático son las que la bibliografía cita como inhibitorias ( $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ) y limitantes ( $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ) del desarrollo del hongo mencionadas por Bitón 2003.

El gráfico N°7, muestra como el tratamiento deshojado presenta mayor duración de horas con temperaturas inhibitorias y limitantes al desarrollo del hongo durante todo el periodo de madurez. Puede apreciarse como en la medida que nos acercamos a cosecha la cantidad de horas con temperaturas inhibitorias y limitantes para ambos tratamientos disminuye sustancialmente, lo que se corresponde con la evolución de la incidencia y severidad, donde a partir de mediados de marzo se verificó un importante incremento de estas variables en todos los tratamientos (Gráficos N°4 y N°5).

Estas entonces, serían una de las causantes de la diferencia en la incidencia y severidad encontradas entre tratamientos en cosecha y concuerdan con lo expresado por Latorre et al 2002 y Bitón 2003.

**Gráfico N°8:** Humedad relativa media diaria en la zona de los racimos durante los últimos 15 días del período de madurez (8/3 al 22/3), según tratamiento.



Como puede apreciarse en el gráfico N°8, la humedad relativa durante la mayor parte del día del tratamiento deshojado es superior a la registrada en el testigo. Si bien en este gráfico se muestra solo este periodo, es importante mencionar que la humedad relativa del tratamiento deshojado siempre fue superior al testigo durante todo el periodo de madurez. Por lo que si bien una mayor humedad relativa puede ser favorable para el desarrollo del hongo, este factor climático por si solo en este ensayo, no explica la menor incidencia y severidad registrada en los tratamientos deshojados.

El hecho de que la humedad relativa del deshojado, fuera superior a la observada en el testigo, se contradice con lo observado por muchos autores, tal como Ferraro Olmos 1983; Bledsoe et al 1988; English et al 1990; Howell et al 1994; Percival et al 1994; Sipiora 1995; ITV 1998; Bitón 2003. A su vez, son contradictorios con los resultados de llegada de luz y temperatura del racimo (Gráfico N°6 y N°7) observado en este ensayo, ya que como dice Blouin et al 2000, Pieri et al 2001 y Bitón 2003, el deshojado mejora la radiación directa al nivel de los racimos provocando un aumento en la temperatura del mismo favoreciendo la ausencia de humedad relativa.

Es importante aclarar que se contó solo con la información de dos aparatos (uno para el testigo y otro para el deshojado en cuajado), donde el error experimental no pudo ser minimizado debido a que se registró solo una repetición por cada tratamiento.

La mayor incidencia y severidad observada en el Testigo durante todo el periodo puede ser una de las causas de la menor producción por planta registrada en cosecha (ver Cuadro N°1). Si bien en este ensayo no se determinaron pesos de racimos afectados por

*Botrytis cinerea* Pers., muchos autores confirman una disminución importante de la producción por planta, tal el caso de Bitón 2003 y Arias 1992.

### 4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN DE LA UVA Y EL MOSTO

#### 4.3.1 Determinación de la composición de la uva en cosecha

**Cuadro N°3:** Parámetros químicos de la uva en cosecha, para cada tratamiento.

Tratamiento	Sól. Solubles (°Brix)	Azúcares (gr / lt)	Ac. Total (gr / lt)	pH
DC	25,9	257 a	5,5 a	3,54 a
DE	26,2	260 a	5,7 a	3,45 a
Testigo	25,0	248 b	5,9 a	3,41 a

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Unidades: - Azúcares: gramos de sacarosa / litro

- Acidez Total: gramos de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / litro

#### 4.3.2 Determinación de la composición del mosto

**Cuadro N°4:** Parámetros químicos del mosto, para cada tratamiento.

Tratamiento	Sól.solubles (°Brix)	Azúcares (gr / lt)	Alcohol probable (°GL)	Ac. Total (gr / lt)	pH
DC	26,3	261 a	14,4	6,5 a	3,38 a
DE	25,8	255 b	14,1	6,5 a	3,43 a
Testigo	24,5	243 c	13,5	6,6 a	3,39 a

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Unidades: Azúcares (gramos de sacarosa / litro); Acidez Total (gramos de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> / litro); Alcohol probable (grados Gay Lussac).

En lo que respecta a los parámetros químicos evaluados, tanto de la uva como del mosto, solo se registraron diferencias a nivel de los azúcares, no existiendo diferencias para la acidez total y el pH.

#### Azúcares

Al analizar la composición de la uva y el mosto, se observa que los tratamientos deshojados (DC y DE), presentan en ambos casos mayores tenores de azúcar con respecto al Testigo (cuadro N°3 y N°4).

Estos resultados concuerdan con los autores Ferraro Olmos 1983; Smart 1985; Sipiora 1995; Gutiérrez 2002, quienes expresan que el deshojado mejora la exposición de los racimos al sol, aumentando su concentración de glúcidos, siempre y cuando no afecte la capacidad fotosintética de la planta; mientras que no coinciden en su totalidad con lo mencionado por Percival et al 1994; Andrade et al 2001 y los resultados de Leborgne y Rodríguez 2003, que no encontraron diferencias significativas para este parámetro.

Ahora, estableciendo la comparación entre los distintos deshojados (DC y DE), se puede apreciar que en los resultados de la uva, no se diferencian significativamente los niveles de azúcares entre ambos tratamientos, no coincidiendo con lo registrado posteriormente en el mosto, donde se ve que el deshojado temprano (DC) presenta valores de azúcares mayor al deshojado en envero (DE), concordando con lo dicho por Sipiora 1995; ITV 1998; Gutiérrez 2002. Por otra parte Felix 2003, obtuvo menor concentración de azúcares cuando el deshojado fue realizado en cuajado (DC), no encontrando diferencias entre el deshojado en envero (DE) y el Testigo. Si bien estos resultados no coinciden con los obtenidos en nuestro trabajo, las diferencias posiblemente se deban a las diferentes situaciones productivas en las cuales se realizaron los ensayos.

#### **Acidez total**

En lo que respecta a la acidez, los tratamientos deshojados (DC y DE) no se diferenciaron significativamente en comparación al Testigo, tanto en la uva como en el mosto; lo que concuerda con lo expresado por Percival et al 1994; Andrade et al 2001; Leborgne y Rodríguez 2003.

A su vez tampoco se vieron diferencias de acidez entre el tratamiento deshojado en cuajado (DC) y el realizado en envero (DE), lo que no coincide con lo mencionado por Ferraro Olmos 1983.

Con respecto a este parámetro, era de esperar que los tratamientos deshojados (DC y DE) presentaran respecto al Testigo, una menor acidez total hacia el final de la madurez, debido a una mayor exposición de los racimos a la radiación solar, que entre otras cosas genera un aumento de la temperatura de los granos, provocando una mayor combustión del ácido málico, tal como mencionan los autores Smart 1985; Catalina et al 1982 citado por Andrades 1990; Fregoni et al 1991; Kliewer 1971 y Crippen et al 1971 citados por Dokoozlian et al 2001; Koegelenberg 2002; Muñoz et al 2002. Sin embargo, los racimos de los tratamientos deshojados si bien presentaron mayor temperatura respecto a los del Testigo, estas no fueron tan elevadas como para provocar dicho fenómeno.

Como se discutió en el punto 4.2.1, los granos al final del periodo de madurez experimentaron una pérdida de peso mayor para los tratamientos deshojados (DC y DE),

respecto al Testigo, esto provocaría un aumento de la concentración de todos los componentes del grano incluyendo los ácidos; si esto fuese así la explicación del porque se observó igual concentración de acidez en los granos, es debido a que el contenido en ácidos por grano, fue superior en el Testigo y la deshidratación más intensa de los tratamientos deshojados provocó que las concentraciones registradas en cosecha se igualaran.

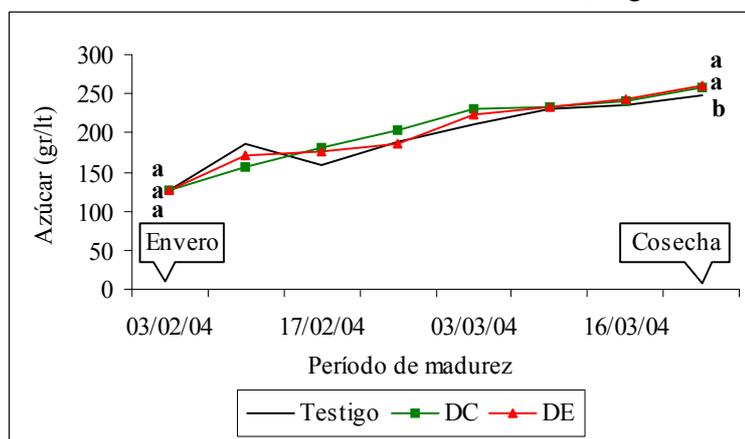
### pH

En cuanto a este parámetro, se observa que los valores están comprendidos entre 3,33 y 3,58; siendo estos los valores mas distantes obtenido por González-Neves et al 2003, en tres años de estudio y para *Tannat*, *Cabernet-Sauvignon* y *Merlot*.

Ya comparando los distintos tratamientos, no se registraron diferencias entre los deshojados (DC y DE) y el Testigo, lo que concuerda con lo expresado por Percival et al 1994; Andrade et al 2001; Leborgne y Rodríguez 2003; y no coincide con lo visto por Smart 1985, al aumentar la exposición de los racimos a la radiación solar. A su vez tampoco se diferenciaron el deshojado en cuajado (DC) del realizado en enero (DE), lo que tampoco coincidiría con lo mencionado por Sipiora 1995; Gutiérrez 2002, donde mencionan que un deshoje temprano en cuajado produce un descenso del pH en la uva y el mosto.

### **4.3.3 Evolución de algunos parámetros de la composición de la uva**

**Gráfico N°9:** Evolución de los azúcares durante la madurez, según tratamientos.



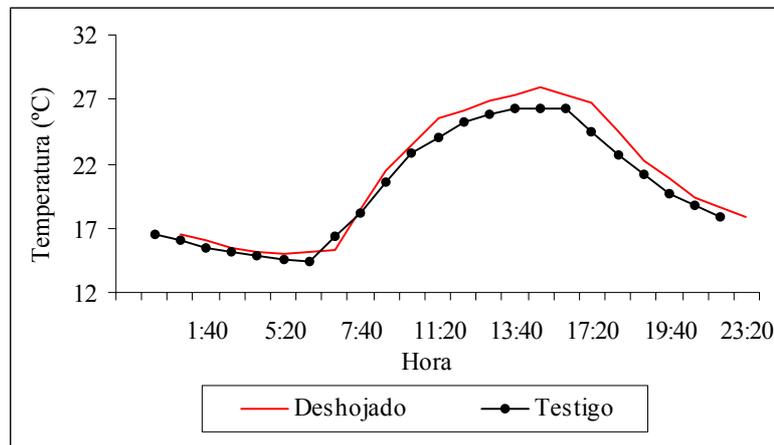
Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Como se muestra en el gráfico N°9, los tenores de azúcares se incrementan a lo largo del periodo de madurez, registrando similar tendencia para los dos tratamientos deshojados (DC y DE) y el Testigo, tal como menciona Andrades 1990 y Peynaud 1984.

Tal como se aprecia al inicio de dicho período, ambos tratamientos deshojados y el Testigo, parten de igual concentración de azúcares, posteriormente durante el transcurso de esta etapa, continúan sin diferenciarse y recién al momento de cosecha se perciben diferentes tenores de este parámetro, siendo en los tratamientos deshojados (DC y DE) mayores al Testigo. Por lo tanto se cree que esta superioridad en los tenores de azúcar que alcanzan los tratamientos deshojados próximo a cosecha, responden mas a un aumento en concentración que en acumulación, tal como ya se discutió en el punto 4.2.1, donde los tratamientos deshojados al final de la madurez, disminuyen su peso en mayor medida que el Testigo, explicado principalmente por una mayor deshidratación de los granos, como menciona Peynaud 1984.

Es importante destacar, en este ensayo, que el momento de la cosecha fue determinado debido a la gran incidencia de *Botrytis cinerea* Pers. que presentó el Testigo principalmente, por tal motivo no se pudo observar una evolución posterior de los azucares, ni de la acidez como para determinar el momento de madurez tecnológica o industrial.

**Gráfico N°10:** Temperatura diaria promedio de 30 días, durante el período de madurez, según tratamiento.



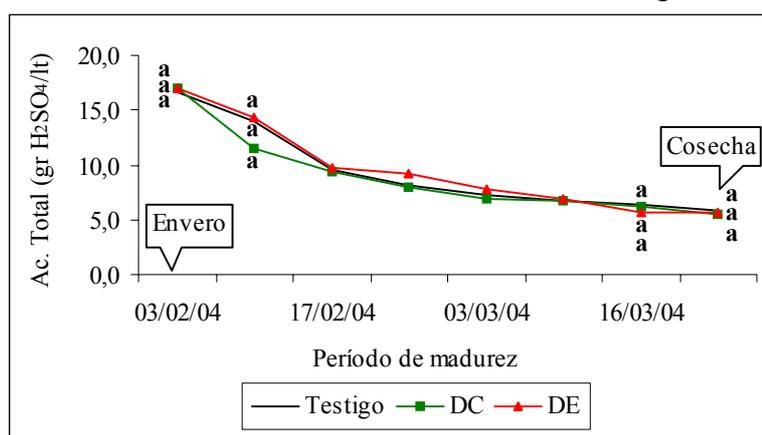
Como muestra el gráfico N°10, si bien el tratamiento deshojado (DE) registra mayores temperaturas en el racimo, respecto al Testigo; estas no fueron lo suficientemente altas como para provocar un descenso en la acumulación de azúcares y

la normal maduración de las uvas, tal como fue mencionado por Kliewer 1977 y Zufferey et al 2001, quienes establecían como temperatura crítica 35°C y 37°C respectivamente.

En este ensayo el hecho de haber eliminado hojas y feminelas de la base de los pámpanos en los dos momentos, no afectó la producción de fotoasimilados, a diferencia de lo observado por Murisier 1996 citado por Renaud et al 2001 y Muñoz et al 2002 cuando realizaron dicha practica.

El efecto de la acumulación de azúcares en los racimos, está muy influenciado por el nivel de equilibrio vegeto-productivo que presenta el viñedo donde se realizó el ensayo. Por tal motivo la concordancia o no con los resultados de otros autores depende, entre otras cosas, de las condiciones del viñedo donde se realizaron dichos trabajos.

**Gráfico N°11:** Evolución de la acidez total durante la madurez, según tratamiento.



Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

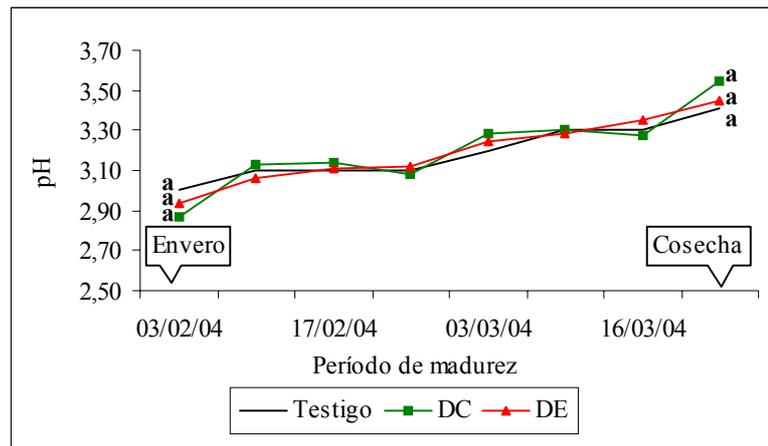
En este ensayo, la acidez total registra a lo largo del periodo de madurez, un descenso con tendencia similar en los dos tratamientos deshojados (DC y DE) y el Testigo, tal como indican los autores Peynaud 1984; Catalina et al 1982 citados por Andrades 1990; Andrades 1990.

Como se aprecia, parten de igual nivel de acidez total, lo que nos podría estar indicando que la práctica de deshojado, no generó diferencias en la acumulación de este parámetro durante el período herbáceo.

Era de esperar para el deshojado realizado en cuajado (DC), que al inicio de la madurez los granos presentasen una mayor acidez total, debido a una posible fotosíntesis

del grano verde, incrementándose la síntesis de ácido málico, tal como lo menciona Ribereau-Gayon et al 1989; como se registra en este ensayo, este fenómeno no se pudo observar.

**Gráfico N°12:** Evolución del pH durante la madurez, según tratamiento.



Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

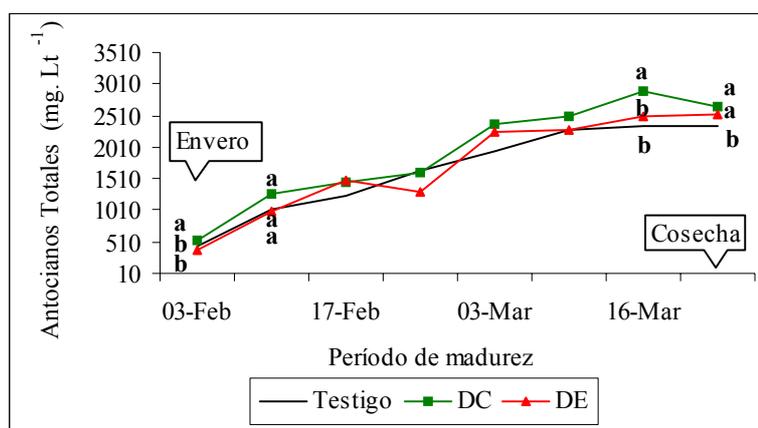
Como se muestra en el gráfico N°12, los dos tratamientos (DC y DE) y el Testigo, tienden a un aumento durante el período de madurez, tal como lo menciona Andrades 1990, no habiendo diferencias entre ellos, tanto al inicio como durante el transcurso de dicho período.

Tal como fue mencionado por autores como Sipiora 1995 y Gutierrez 2002, se esperaba para el deshojado realizado en cujado (DC), que al inicio de la madurez los granos presentasen un menor pH. Como se aprecia en los resultados, este fenómeno no se observó.

## 4.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN FENÓLICA DE LA UVA

### 4.4.1 Evolución de la composición fenólica

**Gráfico N°13:** Evolución de los Antocianos Totales a pH1, según tratamiento.



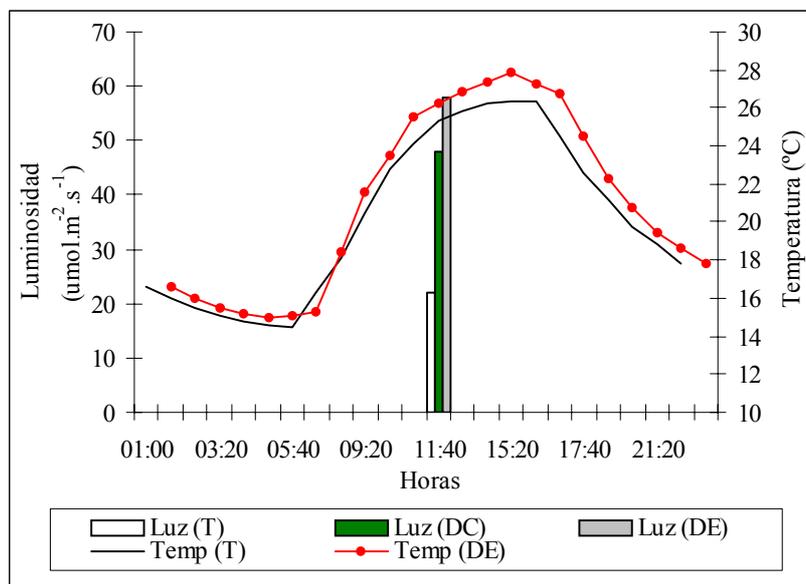
Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

En el gráfico N°13, se aprecia un aumento en los antocianos para los tratamientos y el testigo durante gran parte del periodo de maduración, y hacia el final se observa que el contenido de antocianos tiende a permanecer estable e incluso a disminuir; similares tendencias han sido mencionadas, al estudiar la evolución de estos compuestos, por Saint-Cricq et al 1999 y González-Neves y Ferrer 2005.

Previo a la cosecha, al parecer, se alcanzaron los máximos tenores en antocianos. De confirmarse esto, se estaría en condiciones de afirmar que los contenidos máximos en antocianos se dieron previamente a la madurez tecnológica, como lo ha reportado González-Neves y Ferrer 2005; este comportamiento es claramente observado en el deshojado en cuajado (DC).

En cuanto a la evolución de los contenidos en Antocianos discriminando por tratamiento, se aprecia una superioridad en las uvas del deshojado en cuajado (DC) para la mayoría de los muestreos realizados en el periodo; hacia el final del periodo se registra una ligera disminución del DC que provoca que en cosecha, no se diferencie estadísticamente del deshojado en envero (DE), pero ambos resultaron superiores al Testigo.

**Gráfico N°14:** Luminosidad y evolución de la temperatura media del racimo, según tratamiento.



(\*) Luminosidad: registrada el 17/2, en un día despejado.

(\*\*) Temperatura: diaria promedio de 30 días durante el periodo de madurez.

En el gráfico N°14, se puede observar las diferencias en cuanto a los dos factores más importantes que inciden en la síntesis de los compuestos fenólicos, en particular en los antocianos.

Al observar la luminosidad interceptada por los racimos se observa una notoria superioridad de los tratamientos deshojados con respecto al Testigo, esto contribuye en parte, a explicar los mayores tenores en antocianos que se observaron en este ensayo; y confirma la influencia de este factor en la coloración de las uvas, como lo han reportado Winkler 1962; Kliewer et al 1972; Boubals 1991 y Gutiérrez 2002.

En cuanto a la evolución de la temperatura de los granos, se aprecia que en los momentos de mayor temperatura, probablemente, esta no fue lo suficientemente alta como para inhibir la síntesis de antocianos; esto último ocurriría según Kliewer et al 1972, con temperaturas medias superiores a los 35°C.

A continuación en el cuadro N°5, se puede ver que las temperaturas medias máximas, registradas al inicio de la madurez, son apenas 1°C y 2°C más elevadas en el deshojado en envero, que en el deshojado en cuajado y testigo respectivamente; y las temperaturas máximas absolutas, superiores a los 35°C se registraron únicamente en el deshojado en envero, en 4 oportunidades, sobre 40 mediciones realizadas en los

momentos del día en que los racimos alcanzan las temperaturas mas altas. Por lo tanto, en este ensayo, el incremento de las temperaturas de los racimos observadas por estar mas expuestos a la radiación solar, no fue lo suficientemente elevado, como para disminuir la formación de antocianos; a diferencia de lo reportado por Spayd et al 2002, en el que si observaron un menor contenidos en antocianos en racimos muy expuestos a la radiación solar.

Con respecto a las diferencias observadas en luminosidad y temperaturas del racimo (Gráfico N°14 y Cuadro N°5) entre los distintos tratamientos en que se deshojó, se cree que los mayores tenores en antocianos en el deshojado en cuajado (DC) durante gran parte del período de madurez, se deba a que si bien este tratamiento recibió menos luminosidad que el deshojado en envero (DE), esta igual fue suficiente como para estimular la formación en antocianos y las temperaturas del racimo probablemente en este tratamiento hayan sido sensiblemente mas bajas durante el día y por lo tanto mas adecuadas para la formación de estos pigmentos.

**Cuadro N°5:** Temperaturas máximas de racimos externos y frecuencia de temperaturas absolutas, en inicio de madurez (10 días), según tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>T<sub>máx.μ</sub> (°C)</b>	<b>T<sub>mín.μ</sub> (°C)</b>	<b>Frecuencia (n/40) ≥ 30°C</b>	<b>Frecuencia (n/40) ≥ 35°C</b>
<b>DC</b>	29	17.2	15	0
<b>DE (*)</b>	30	17	16	4
<b>Testigo</b>	28	17	11	0

(\*) -T (°C) corregidas a las 13:00 y 15:00hs, por presentar estos dispositivos 20' de diferencia.

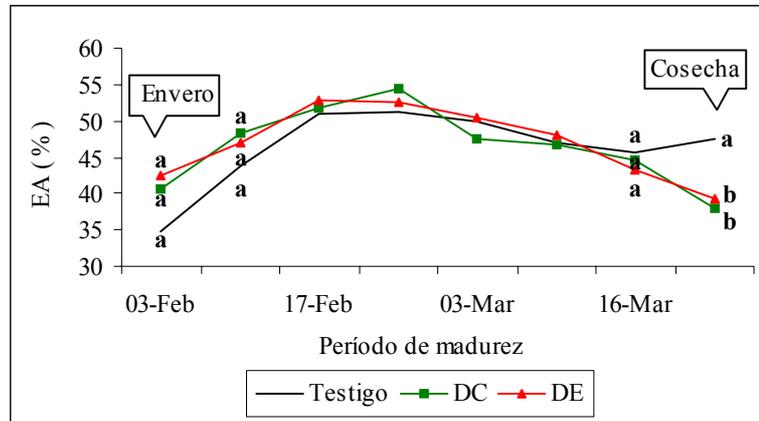
μ- media registrada a las 15:00hs (T<sub>máx</sub>) y (5:00hs) (T<sub>min</sub>).

n/40- N° de registros ≥ T°C en dos momentos 13:00 hs y 15:00 hs, sobre un total de 40 registros en los dos momentos.

Las diferencias del Testigo y el deshojado en envero (DE), se deben a una mayor luminosidad, porque el incremento de las temperaturas no fue limitante para la coloración

Las diferencias observadas entre los deshojados (DC y DE), son explicadas por las temperaturas mas adecuadas del DC, ya que la luminosidad es un poco menor, pero quizás igual siga siendo suficiente.

**Gráfico N°15:** Evolución de la extractibilidad de los Antocianos, según tratamiento.

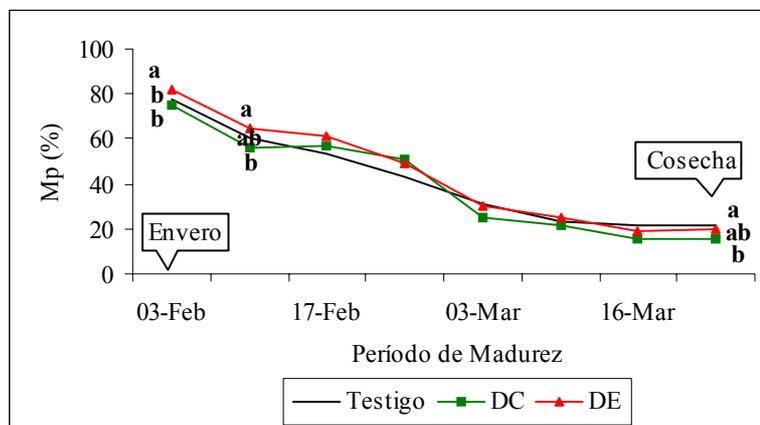


Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Como se ve en el gráfico N°15, la evolución del EA(%) en el transcurso de la madurez, para ambos tratamientos y el testigo, presenta un aumento al inicio de este periodo para luego disminuir gradualmente hacia mas avanzada la madurez, es decir las uvas presentarían al inicio una mayor aptitud de liberación de los antocianos, la cual disminuye hacia la mitad del periodo, para luego aumentar gradualmente hacia el final. Esta evolución no concuerda con lo reportado por Saint-Cricq et al 1999, quienes mencionan en el periodo de madurez generalmente se da una disminución de %EA, y tampoco con lo observado por González-Neves y Ferrer 2005, quienes registraron una tendencia creciente de este índice durante todo el periodo de maduración.

El índice de EA (%) observado al inicio de la madurez, durante gran parte de los muestreos, no se diferencia estadísticamente entre los tratamientos (DC y DE) y el testigo; mientras que en cosecha los tratamientos deshojados se diferenciaron estadísticamente del Testigo, presentando estos los menores índices de extractibilidad registrados durante todo el periodo de maduración.

**Gráfico N°16:** Evolución del índice de madurez de las semillas Mp, según tratamiento.



Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

En el gráfico N°16 se observa como disminuye el índice de madurez de las semillas (Mp%) en el periodo de maduración, presentando al principio una elevada cantidad de taninos extraíbles al nivel de las semillas y hacia el final los tenores son más bajos, coincidiendo con Saint-Cricq et al 1999 y González-Neves y Ferrer 2005, en cuanto a la evolución de este índice. Esta evolución responde a un aumento del grado de polimerización de las moléculas de taninos, lo que hace disminuir su solubilidad como lo menciona Ricardo-Da-Silva 1992.

El índice de madurez fenólica observado en las uvas pertenecientes a ambos tratamientos (DC, DE) y al Testigo, presentaron a lo largo de la maduración una similar disminución, diferenciándose solamente en cosecha el deshojado en cuajado (DC) del testigo, no habiendo diferencias estadísticas entre las demás posibles combinaciones de este ensayo.

#### **4.4.2 Determinación de la composición fenólica de la uva**

**Cuadro N°6:** Parámetros fenólicos de la uva en cosecha.

Tratamiento	A280	AntpH1 (*)	AntpH3.2 (*)	EA%	dpell	Mp%
DC	77,7 a	2643 a	1642 a	38 b	65,7 a	15 b
DE	76,9 a	2531 a	1539 a	39 b	61,6 a	20 ab
Testigo	62,9 b	2321 b	1233 b	47 a	49,0 b	22 a

(\*) mg de glucósido de malvidina por litro.

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Como puede observarse en el Cuadro N°6, los tratamientos que se deshojaron (DC y DE), presentaron una mayor riqueza fenólica (A280) y un mayor potencial de antocianos (AntpH1), con respecto al testigo.

Fundamentalmente el mayor contenido en Antocianos que se obtuvo con los tratamientos deshojados (DC y DE), coincide con lo reportado por Serrano et al 2001; Andrade et al 2001; Gutiérrez 2002; Leborgne y Rodríguez 2003, a su vez estos autores dicen que el deshoje en cuajado produce los efectos mas importantes en cuanto a los antocianos y si bien en este ensayo, en cosecha, no se diferencian estadísticamente los distintos momentos del deshojado, el deshojado en cuajado (DC) fue el tratamiento que durante gran parte del período de madurez registró los mayores tenores en antocianos, presentando un máximo en el muestro realizado previo a la cosecha, como ya se discutió previamente y fue observado en el seguimiento (Gráfico N°13).

A su vez, e independientemente de los tenores totales, los antocianos en las uvas provenientes de los tratamientos deshojados (DC y DE), presentaron una mayor aptitud de liberación, como se aprecia en los menores valores de EA% para dichos tratamientos. Resultados similares fueron encontrados por Leborgne y Rodríguez 2003, quienes obtuvieron al deshojar, un incremento importante en los niveles de antocianos fácilmente extraíbles.

Posiblemente esta mayor extractibilidad de los antocianos, se deba a una mayor exposición de los racimos, acelerando la degradación de las membranas celulares y posibilitando que estas, liberen mas fácilmente a los antocianos.

En este ensayo, no se observó lo dicho por Felix 2003 en cuanto a que sobre exposiciones del racimo al sol, serian perjudiciales, porque los hollejos se endurecen, disminuyendo la extractibilidad de los antocianos.

En cuanto a la madurez fenólica de las semillas, se diferenció estadísticamente, solamente el deshojado en cuajado respecto al testigo; presentando este último, una mayor contribución de taninos de semilla (Mp%) al contenido fenólico de la uva.

Los tratamientos deshojados, aportan una mayor cantidad de taninos provenientes de las películas, en comparación al Testigo, tal como lo indica el dpell.

#### 4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL QUEMADO DE SOL

**Cuadro N°7:** Número de racimos quemados por planta, y porcentaje en que los mismos se encontraban afectados; cuantificados en cosecha según tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>N° de racimos afectados/planta</b>	<b>% de racimos afectados/planta</b>	<b>% del racimo afectado</b>
<b>DC</b>	1,9 <b>b</b>	10	15 <b>b</b>
<b>DE</b>	3,5 <b>a</b>	18	22 <b>a</b>
<b>Testigo</b>	0 <b>c</b>	0	0 <b>c</b>

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Como se aprecia en el cuadro N°7, los tratamientos deshojados (DC y DE) presentan racimos dañados por quemado de sol, con relación al Testigo; el cual no registra racimo afectado. A su vez para los tratamientos deshojados (DC y DE), es el realizado en envero (DE) el que presenta mayores daños por quemado de sol, tanto en número de racimos como en porcentaje del racimo afectado. Esto último puede estar explicado por el hecho de que deshojando en cuajado (DC) los granos perciben un acostumbamiento progresivo hasta que se generen los momentos de mayor riesgo de daño por quemado de sol, disminuyendo así su susceptibilidad, tal como lo menciona Hunter et al 2002 y a su vez el grano es verde por lo cual puede regular la temperatura mediante el mecanismo de transpiración. Durante el proceso de madurez, los granos se recubren de una capa cerosa “la pruina”, perdiendo la capacidad mencionada anteriormente. Todo esto lleva a que deshojando en envero (DE), los granos sufran una exposición brusca a la radiación solar en un momento en que dichos granos tienen limitada su capacidad de regular la temperatura.

**Cuadro N°8:** Número de racimos quemados según lado cardinal de la planta (este, oeste), y porcentaje en que los mismos se encontraban afectados, en cosecha.

<b>Lado cardinal</b>	<b>N° de racimos afectados/planta</b>	<b>% de racimos afectados/planta</b>	<b>% del racimo afectado</b>
<b>Este</b>	1,6 <b>b</b>	8	15 <b>b</b>
<b>Oeste</b>	3,8 <b>a</b>	20	20 <b>a</b>

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

Coincidentemente con lo expresado por Blouin et al 2000 y Felix 2003, se ve que del lado de la estructura donde los racimos se encuentran expuestos a las radiaciones solares de mayor intensidad que ocurren durante el día (lado oeste para este ensayo), es donde se generan los mayores daños por dicho fenómeno, tanto en número de racimos afectados como en su porcentaje.

**Cuadro N°9:** Número de racimos quemados por lado cardinal de la planta (este, oeste), y porcentaje en que los mismos se encontraban afectados, en cosecha, según tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Lado cardinal</b>	<b>N° racimos afectados/planta</b>	<b>% de racimos afectados/planta</b>	<b>% del racimo afectado</b>
<b>DC</b>	<b>Este</b>	0,5 <b>c</b>	5	13 <b>c</b>
	<b>Oeste</b>	1,4 <b>ab</b>	15	16 <b>b</b>
<b>DE</b>	<b>Este</b>	1,1 <b>bc</b>	12	18 <b>b</b>
	<b>Oeste</b>	2,4 <b>a</b>	24	24 <b>a</b>

Letras distintas indican valores estadísticamente diferentes con  $p \leq 0,05$ .

El cuadro N°9 simplemente intenta agrupar en forma resumida lo mencionado y discutido en los dos cuadros anteriores.

## **5 CONCLUSIONES**

**A)** La eliminación racional de hojas basales sin afectar la capacidad fotosintética de la planta, es beneficiosa en cuanto a productividad y calidad global de la uva, fundamentalmente en aquellos viñedos que presentan densa canopia.

**B)** El microclima del racimo fue mejorado mediante la práctica de deshojado, favoreciendo la exposición de los racimos al sol, cumpliendo un rol fundamental en los siguientes aspectos:

- La mayor radiación solar aumentó la temperatura de los granos actuando negativamente sobre el desarrollo de *Botrytis cinerea* Pers.
- Aumentó la luminosidad en los racimos favoreciendo la formación del color.
- El aumento de la luminosidad y leve incremento de la temperatura de los granos favoreció la concentración de los azúcares.
- Esta mayor exposición de los racimos al sol provocó un mayor número de racimos quemados, en especial en el deshojado en enero. Esto no necesariamente implica una desventaja de la práctica ya que no afectó negativamente la producción ni la normal composición de la uva.

**C)** El deshojado efectuado en este ensayo (en cuajado y enero), resultó ser una herramienta sustancial para el control de *Botrytis cinerea* Pers., mejorando el estado sanitario de la uva en cosecha; e indirectamente aumentando la producción por planta, al reducir las pérdidas de peso ocasionadas por dicho hongo.

El haber intervenido en etapas más tempranas del ciclo fenológico de la vid (cuajado), determinó que al inicio de la madurez, la infección a nivel de los racimos fuese menor, resultando en cosecha una menor incidencia de esta enfermedad.

**D)** En cuanto a la composición de la uva en cosecha y en el mosto, el deshojado mejora la concentración de azúcares de la uva (para ambos tratamientos en igual magnitud) respecto al Testigo, sin afectar los parámetros acidez total y pH. Sin embargo en el mosto, si se dan diferencias en los tenores de azúcares entre los deshojados, siendo el realizado en cuajado (DC) el que presenta los mejores resultados.

**E)** La composición fenólica de la uva fue modificada por el deshojado, incrementando la riqueza fenólica y los antocianos totales, lo que nos estaría indicando un potencial fenólico mayor en las uvas procedentes de estos tratamientos. A su vez las uvas presentaron una mayor aptitud para liberar los antocianos, lo que estaría indicando un mayor estado de degradación de las células del hollejo o madurez celular.

Desde el punto de vista de la madurez fenólica de las semillas, el deshojado en cuajado (DC) presentó una menor extractibilidad de los taninos de la semilla con respecto al Testigo.

**F)** En definitiva, esta práctica resulta ser una herramienta muy importante a tener en cuenta dentro del manejo integral de un viñedo; en donde la necesidad de realizarla, el momento, su intensidad y la forma dependerán de las características particulares de dicho viñedo.

## **6 RESÚMEN**

El ensayo fue realizado durante la temporada 2003-2004 en un viñedo comercial ubicado en la región sur del Uruguay. El mismo consistió en evaluar la influencia del deshojado basal realizado en dos momentos diferentes del ciclo fenológico de la vid en *Vitis vinifera* cv *Tannat*, sobre parámetros productivos, composición de la uva y el mosto e incidencia de *Botrytis cinerea* Pers., y determinar los factores microclimáticos que explican dichos comportamientos. El diseño utilizado fue de parcelas completas al azar, en donde cada parcela estaba constituida por una planta y cada tratamiento estaba conformado por un número de 30 repeticiones. Los tratamientos deshojados se realizaron en Cuajado y Envero; contando con un Testigo sin deshoje; el criterio fue despejar todo follaje existente entorno al racimo. En cosecha se registró la producción total y afectada (por *Botrytis cinerea* Pers.) por planta, composición de la uva y el mosto e incidencia de quemado de sol. A lo largo del ciclo se realizaron los seguimientos de volumen de racimos, peso de grano, incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* Pers., parámetros microclimáticos entorno al racimo (luz, temperatura y humedad relativa) análisis de rutina (Sól.sol., Ac.titulable, y pH) y potencial fenólico (AntpH1, EA%, Mp%). Los tratamientos deshojados (DC y DE) presentaron respecto al Testigo, una mayor producción por planta; menor incidencia de *Botrytis cinerea* Pers, (principalmente el deshojado en cuajado); mayor concentración de azúcares al momento de cosecha y mayores contenidos de antocianos totales y extraíbles.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. 2º edición México, Noriega. Limusa.838 p.
2. ALVAREZ, T. 1909. Viticultura General. Montevideo. Imprenta artística de Dormaiche y Reyes. 322 p.
3. AMRANI, K.; GLORIES, Y. 1995. Tanins et anthocyanes: localisation dans la baie de raisin et mode d'extraction. R.F.Æ. 153: 28-31.
4. ANDRADE, I.; PEDROSO, V.; MARTINS, S.; BRITES, J.; LOPES, C. 2001. Influence de l'effeuillage sur le comportement du cepage "Jaen" dans la region de Dao. In actas GESCO N°12. pp 431-436.
5. ANDRADES, M. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura y Enología Profesional. N°9: 21-30 p.
6. ARIAS, A. 1992. Los Parásitos de la Vid: Estrategias de Protección Razonada. 3ª edición. Madrid. Mundi-Prensa.304 p.
7. BITÓN PORSMOQUER, S.M. 2003. El Deshoje y su impacto contra la *Botrytis*. Viticultura/Enología profesional. N° 86: 55-62 p.
8. BLEDSOE, A.M.; KLIEWER, W.M.; MAROIS, J.J. 1988. Effects of timming and severity of leaf removal on yield and fruit composition of *Sauvignon Blanc* grapevines. American Journal of Enology and Viticulture 39(1): 49-54 p.
9. BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. 2000. Maturation et maturité des raisins. Usuels Feret de Levigae et Duvin. Ed. feret merignac cedec, France, 151 p.
10. BLUMETO, G.A.; ESPINO, M.; IRURTIA, M.D. 2000. Efecto de las diferentes técnicas culturales de regulación de la producción por planta y el sistema de conducción, sobre los parámetros productivos y enológicos del cv Tannat (*vitis vinífera L.*) Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 139 p.
11. BORGES, A.; RONCHI, M. 2001. Efecto de dos sistemas de conducción, Lira y Espaldera, en el rendimiento y la calidad de uva y vino en *Vitis vinífera L.* cv TANNAT. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 126 p.

12. BOUBALS, D. 1991. Los Factores de Calidad de las Viníferas tintas. *Viticultura/Enología profesional*. N° 14: 48-50 p.
13. DISEGNA, E. 2003. Sistema de Estimación de Área Foliar en vid, *Vitis Vinífera cv Tannat*. CD serie LIA 02 de octubre de 2003. INIA.
14. CHAMPAGNOL, F. 1984. *Elements de Physiologie de la vigne et de Viticulture Generale*. Imp. Déhan. Montpellier, Francia. 351 p.
15. CRIPPEN, D.D.; MORRISON, J.C. 1986. The effects of sun exposure on the compositional development of *Cabernet-Sauvignon* berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 37(4): 235-242 p.
16. DE FRUTOS, E.; BERETA, A. 1999. *Un siglo de tradición; primera historia de uvas y vinos del Uruguay*. Montevideo. Uruguay. Ediciones Santillana. 240 p.
17. DI STÉFANO, R.; BORSA, D.; BOSSO, A.; GARCÍA, E. 2000. Sul significato e sui metodi di determinazione dello stato di maturita dei polifenoli. *L'Enologo* N°12:73-76 p.
18. DOKOOZLIAN, N.K.; BERGQVIST, J.A. 2001. Influence of sunlight exposure on the berry growth and composition of two red wine grape cultivars. In *actas GESCO* N°12. pp 77-84.
19. \_\_\_\_\_. 2002. Table Grape Berry Growth and development. In <http://cetulare.ucdavis.edu/pub/grape0302.pdf>
20. ENGLISH, J.; BLEDSOE, A.; MAROIS, J.; KLIEER, W. 1990. Influence of grapevine canopy management on evaporative potential in the fruit zone. *American Journal of Enology and Viticulture* 41: 137-141 p.
21. FELIX, E.J. 2003. Efectos de diferentes intensidades y momentos de deshojado en *Vitis vinífera, cv. TANNAT*, sobre parámetros cuali-cuantitativos de la uva y el vino. Tesis de Maestría Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía y Francia, Universidad de Montpellier. 70 p.
22. FERRARO OLMOS, R. 1983. *Viticultura moderna*. Montevideo, Hemisferio Sur. 893 p.
23. \_\_\_\_\_. 1998. *El viñedo uruguayo, sus variedades*. Cuaderno vitícola 1° Edición. Montevideo. Uruguay. Impal S.R.L. 106 p.

24. FERRER, M.; GONZÁLEZ-NEVES, G.; BURGUEÑO, J.; GIL, G.; GABARD, Z.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; TESSORE, A. Efecto de la regulación de la producción por planta mediante diferentes intensidades de poda invernal, raleo químico y raleo manual de racimos, sobre los parámetros productivos y enológicos del cv. *TANNAT*. Extraído de la publicación Investigación en Viticultura y Enología. Facultad de Agronomía-INAVI período 1994-2000. 71-81 p.
25. \_\_\_\_\_.; GONZÁLEZ-NEVES, G.; CAMUSSI, G. 2001. Influencia del sistema de conducción, el raleo de racimos y el sistema de poda sobre el daño de podredumbre de racimos.
26. \_\_\_\_\_.; GONZÁLEZ-NEVES, G.; CAMUSSI, G. 2001. L'evolution des systemes de conduite du vignoble uruguayen. Resultats productifs et Enologiques. In Actas Simposio GESCO, Montpellier, pp. 597-605.
27. \_\_\_\_\_.; GONZÁLEZ-NEVES, G.; CAMUSSI, G.; SIBILLE, I.; ABELLA, J. 2003. Optimización del manejo del viñedo para disminuir la incidencia de *Botrytis* sp. In Actas Taller - Seminario Zonificación del cultivo de la vid, terroir - terruno y potencial de cosecha. CYTED, Montevideo, pp. 89-97.
28. FREGONI, M.; ZAMBONI, M. 1991. La Viticultura y la Acidez del mosto. Viticultura/Enología profesional. N° 14: 48-50 p.
29. \_\_\_\_\_. 1999. Viticoltura di qualità. Piacenza. Editorial Grafiche. Lama. 707 p.
30. GARCIA, E; FERNANDEZ, S. 2001. El rol de las infecciones tempranas de la epidemiología de la podredumbre del racimo y su importancia para la formulación de estrategias efectivas de manejo de la enfermedad. INIA, Las Brujas. Boletín de difusión N° 272: 69- 74 p.
31. GARNICA, J.M. 2001. La Podredumbre Gris de la Vid. In <http://www.terralia.com/revista21/pagina52.asp>.
32. GONZALES, J.; HERNÁNDEZ, M.; DÍAZ, E.; DARIAS, J. 2001. Evolución de los caracteres madurativos de las variedades tintas *Listan Negro* y *Negromolle*. Viticultura y Enología Profesional. N°76: 27-37 p.
33. GONZÁLEZ-NEVES, G.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R. 1997. Composición fenólica y color de vinos blancos, rosados y tintos del Uruguay. Viticultura y Enología Profesional. N°52: 14-22 p.

34. \_\_\_\_\_. 1998. Caracterización analítica de vinos tintos producidos en las regiones Sur, Suroeste y Litoral Norte del Uruguay en las cosechas 1996 y 1997. *Panorama Vitivinícola* 2(5): 18-24 p.
35. \_\_\_\_\_. 2001. Indices de calidad de las uvas. Maduración y madurez fenólica. *Actas CD. Octavo congreso latinoamericano de viticultura y enología.*
36. \_\_\_\_\_.; FERRER, M.; BARREIRO, L.; GIL, G.; CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. 2003. Composición de uvas tintas producidas en la región sur de Uruguay: incidencia de la variedad de uva. *Actas del Taller-Seminario Zonificación del cultivo de la vid, terroir-terruño y potencial de cosecha.* Ed. CYTED, pp 98-111. Montevideo.
37. \_\_\_\_\_. 2005. Etude de la composition polyphenolique des raisins et des vins des cepages Merlot, Cabernet-Sauvignon et Tannat provenant de vignes conduites en Lyre et en Espalier dans le sud de l'Uruguay. Tesis de Doctorado. Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier, Francia. Montpellier. 279 pp.
38. GUTIERREZ, ALFONSO V. 2002. El deshoje en la variedad Listán Negro. *Viticultura y Enología Profesional.* N°81: 17-22 p.
39. HOWELL, G.S.; CANDOLFI-VASCONCELOS, M.C.; KOBLET, W. 1994. Response of Pinot Noir Grapevine Growth, Yield and Fruit Composition to Defoliation the Previous Growing Season. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(2): 188-191p.
40. HRAZDINA, G.; PARSONS, G.; MATTICK, L. 1984. Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 35(4): 220-227p.
41. HUNTER, J.J.; DE VILLIERS, O.T.; WATTS, J.E. 1991. The effect of partial defoliation on quality characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. *Cabernet-Sauvignon* grapes II- Skin, skin sugar, and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture* 42(1): 13-18 p.
42. \_\_\_\_\_.; ARCHER, E. 2002 Papel actual y perspectivas futuras de la gestión del follaje. *ACE Revista de enología.* In [www.acenología.com/ciencia59\\_2htm](http://www.acenología.com/ciencia59_2htm)
43. ITV, 1998. L'effeuillage de la Vigne. *Les Cahiers itineraires d'ITV France.* France.

44. KENNEDY, J. 2002. Understanding Grape Berry Development. Department of Food Science and Technology. Oregon State University. In <http://www.practicalwinery.com/julyaugust02/julaug02p14.htm>
45. KLIEWER, W.M.; TORRES, R.E. 1972. Efficacy of controlled day and night temperatures on grape coloration. *American Journal of Enology and Viticulture* 23: 71-77 p.
46. \_\_\_\_\_. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of *Emperor* grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 28: 96-103 p.
47. KOEGELENBERG, 2002. pH – Amaneageable quality parameter. In [www.wynboer.co.za/recentarticles/0103ph.php3](http://www.wynboer.co.za/recentarticles/0103ph.php3)
48. LATORRE, B.A. 1986. Manejo de *Botrytis cinerea* en uva de mesa. *Revista Fructícola* 7(3): 75-83.
49. \_\_\_\_\_.; RIOJA, M.E. 2002. Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la generación de conidias de *Botrytis cinerea*. Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. *Ciencia e investigación agraria* 29 (2): 67-72 p.
50. LAVIN, A.; PARDO, M.C. 2001. Epocas de deshoje y sus efectos sobre la composición química de mostos y composición química y calidad sensorial de los vinos de los cv. *Chardonnay* y *Cabernet-Sauvignon*, en el área de Cauquenes. *Agricultura Técnica, Chile*, 61(2): 129-139 p.
51. LEBORGNE, C.; RODRÍGUEZ, M.J. 2003. Efectos del retardador del crecimiento prohexadione calcio y del deshojado en la producción y calidad del cv Tannat (*Vitis vinífera* L.). Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 90 p.
52. MARRONI BADA, V; GUIDI REGIO, K. 1998. Evaluación de métodos alternativos para el control de *Botrytis cinerea* en uva de mesa del cv. Moscatel de Hamburgo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 63 p.
53. MARTINEZ DE TODA FERNANDEZ, F. 2002. Viticultura de Calidad: factores que afectan al contenido de compuestos fenólicos. *ACE Revista de Enología*. [www.acenología.com/ciencia59\\_1.htm](http://www.acenología.com/ciencia59_1.htm)
54. MORASSUT, M.; CECCHINI, F.; CARGNELLO, G.; TIBERI, D. 2001. Hypothesis on the synthesis of anthocyanins in *Vitis vinífera* L. cv “Cesanese di affile”. In *actas GESCO N°12*. pp 347-353.

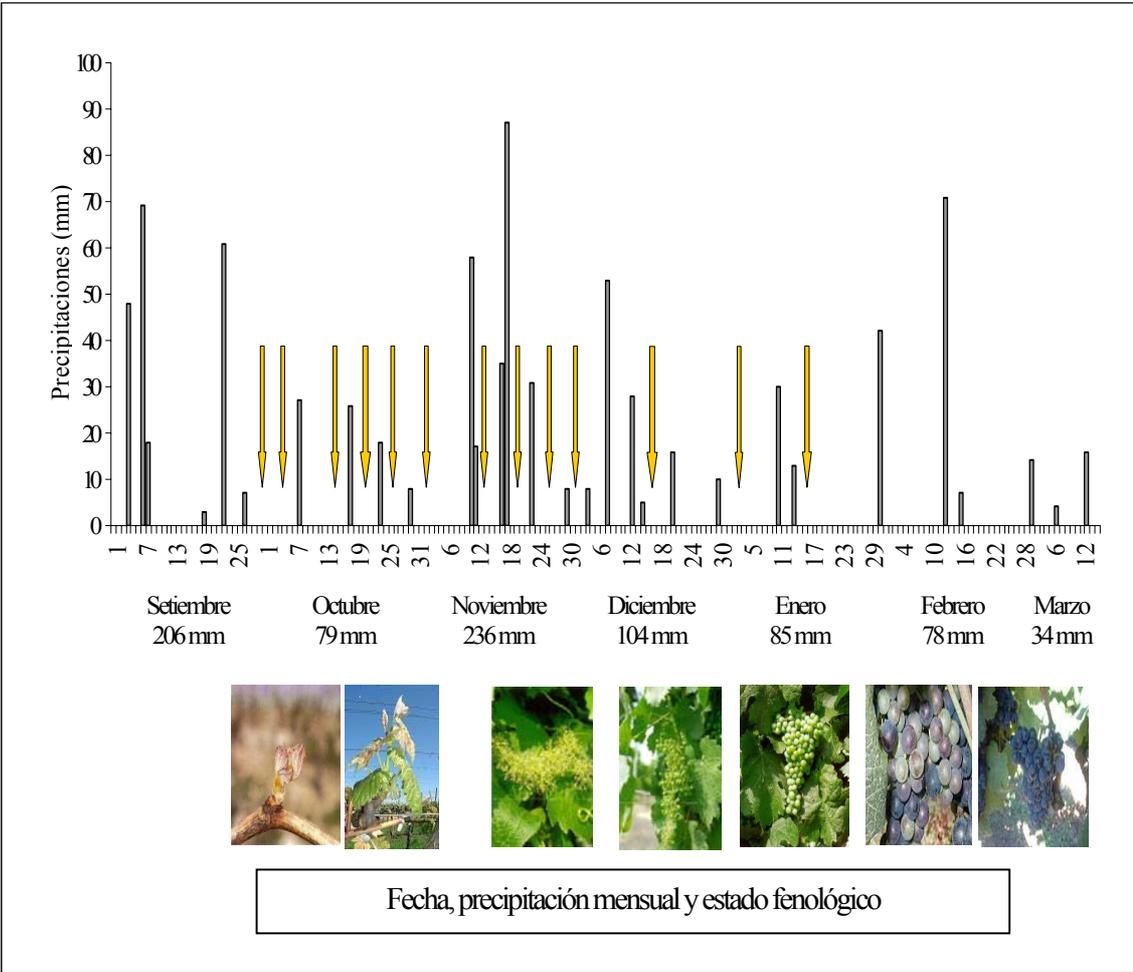
55. MUÑOZ R., PEREZ J., PSZCOLKOWSKI y BORDEU E. 2002. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet-sauvignon. *Ciencia e investigación agraria* 29 (2): 115-125 p.
56. OLLAT, N.; GAUDILLERE, J. P. 1998. The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*. 49 (3): 251-258 p.
57. OLLAT, N.; DIAKOU-VERDIN, P.; CARDE, J.; BARRIEU, F.; GAUDILLERE, J.; MOING, A. 2002. Grape berry development: A review. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 36(3): 109-131. (fotoc.) 43.
58. PERCIVAL, D.C.; FISHER, K.H.; SULLIVAN, J.A. 1994. Use of Fruit Zone Leaf Removal With *Vitis vinifera* L. cv Riesling Grapevines. I-Effects on Canopy Structure, Microclimate, Bud Survival, Shoot Density and Vine Vigor. *American Journal of Enology and Viticulture* 45(2):123-132 p.
59. \_\_\_\_\_.; FISHER, K.H.; SULLIVAN, J.A. 1994. Use of Fruit Zone Leaf Removal With *Vitis vinifera* L. cv Riesling Grapevines. II-Effect on Fruit Composition, Yield and Occurrence of Bunch Rot (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr.). *American Journal of Enology and Viticulture* 45(2):133-140p.
60. PERSURIC, D.; BRATOVIC, I.; CARGNELLO, G. 2001. Impact of partly on must and wine quality of “*Malvazije istarske*” variety on the short cut cordon. In actas GESCO N°12. pp 521-526.
61. PEYNAUD, E. 1984. *Enología Práctica. Conocimiento y elaboración del vino*. 2ª edición. Madrid. Mundi-Prensa.405 p.
62. PIERI, P.; FERMAUD, M.; MIMIAGUE, F. 2001. Analyse du microclimat des grappes – effets de la compacité et de l’effeuillage. In actas GESCO N°12. pp 71-76.
63. PIRIE, A.; MULLINS, M.G. 1980. Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. *American Journal of Enology and Viticulture* 31: 34-36 p.
64. RENARD, R. ; SERRANO, E.; DUFOURCQ, T. 2001. Roles repecties de la surface foliaire et du poids de recolte sur la qualite d’un mout pour un rapport feuillers/fruits donne premiers résultats. In actas GESCO N°12. pp 371-375.

65. RENAUD, C. ; OUSTRIC, J. 2001. Optimisation de la conduite de *Vitis vinífera* cv *Mourvegre* par la variation du rapport « feuillage exposure-fruits ». In actas GESCO N°12. pp 393-399.
66. RICARDO-DA-SILVA, J. 1992. Procyanidines du raisin et du vin. Structure et propriétés chimiques. Thèse de Doctorat ENSA Montpellier.
67. RIBEREAU GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBEREAU GAYON, P. 1980. Tratado de Enología. Ciencias y técnicas del vino. Tomo I. Análisis y control de los vinos. Ed. Hemisferio Sur S.A. 671 p.
68. \_\_\_\_\_.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBEREAU GAYON, P. 1989. Tratado de Enología. Ciencias y técnicas del vino. Tomo II. Caracteres de los vinos, Maduración de la uva, Levaduras y bacterias. Ed. Hemisferio Sur S.A. 537p.
69. SAINT-CRICQ.; N.; VIVAS, N. GLORIES, Y.1999. Maduración fenólica de las uvas tintas. Relación con la calidad de los vinos. Comparación entre los viñedos Merlot y Tempranillo (I). Semana vitivinícola 2747:1047-1051 p.
70. \_\_\_\_\_.; VIVAS, N. GLORIES, Y. 1999. Maduración fenólica de las uvas tintas. Relación con la calidad de los vinos. Comparación entre los viñedos Merlot y Tempranillo (II). Semana vitivinícola 2748:1126-1139 p.
71. SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. 1996. Fisiología Vegetal. 4º edición. Mexico, D.F. Impresora castillo Hermanos, S.A. de C.V. 759p.
72. SERRANO, E.; RENARD, R.; DUFOURCQ, T. 2001. Impact de l'effeuillage sur la qualite des vins analyses et degustations des vins au cours de leur vieillissement. In actas GESCO N°12. pp 541-547.
73. SIPIORA, M. 1995. Influencia del aclareo manual, el aclareo con etefón y el deshoje sobre la producción y la composición del fruto de Moristel, Cariñena y Chenin Blanc. Viticultura y Enología Profesional. N°45:16-24 p.
74. SMART, R.E. 1985. Principles of grapevine canopy microclimate with implications for yield and quality; a review. American Journal of Enology and Viticulture 36(3): 230-239p.
75. \_\_\_\_\_.; SMITH, S.M.; WINCHESTER, R.V. 1988. Light quality and quantity effects on fruit ripening for *Cabernet sauvignon*. American Journal of Enology and Viticulture 39(3): 250-258 p.

76. SOUQUET, J.; CHEYNIER, V.; SARNI-MANCHADO, P.; MOUTOUNET, M. 1996. Les composés phénoliques du raisin. J. Int. Sci. Vigne et Vin N° HS (33): 99-107.
77. SOUQUET, J.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. 2000. Composition en tanins de différents cépages. In : Œnologie 99. Coord. A. Lonvaud-Funel. Editions Tec & Doc. Paris.
78. SPAYD, S.E.; TARARA, J.M.; MEE, D.L.; FERGUSON, J.C. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. *Merlot* berries. American Journal of Enology and Viticulture 53(3): 171-182 p.
79. SPÍNOLA, I.M. 1997. Cultivo de uva de mesa en Uruguay. INIA Las Brujas, Uruguay. Serie técnica N°86. 162 p.
80. TARDÁGUILA, J. 1993. Gestión del follaje; una potente técnica para mejorar la producción y la calidad de la uva. Viticultura y Enología Profesional. N°28: 31-46 p.
81. VASCONCELOS, M.C.; CASTAGNOLI, 2000. Leaf Canopy structure and vine performance. American Journal of Enology and Viticulture 51(4): 390-396 p.
82. VILLEE, C.A. 1961. Biología. Editorial Universitaria de Dias "EUDEBA". 719p
83. WILLAMS, L.; BISCAY, P.; SMITH, R. 1987. Effect of interior canopy defoliation on berry composition and potassium distribution in *Thompson seedless* grapevines. American Journal of Enology and Viticulture 38: 287-292 p.
84. WINKLER, A.J. 1962. Viticultura General. 1ª edición. C. Editorial Continental, S. A. de C.V. 792p.
85. YUSTE, J.; RUBIO, J.A.; BAEZA, P.; LISSARRAGUE, J.R. 2001. Efectos del deshojado y de su combinación con el aclareo de racimos en los componentes básicos de la producción y del mosto, sobre cv. *Tempranillo* en la Rivera del Duero. Semana vitivinícola 2842: p 246-245.
86. ZUFFEREY, V.; MURISIER, F. 2001. Etude de l'activite photosynthetique des feuilles chez *Vitis Vinifera* L. (cv *Chasselas*) en fonction des parametres climatiques et physiologiques: I- Influence de l'eclaircissement et de la temperature foliaire. In actas GESCO N°12. pp 237-244.

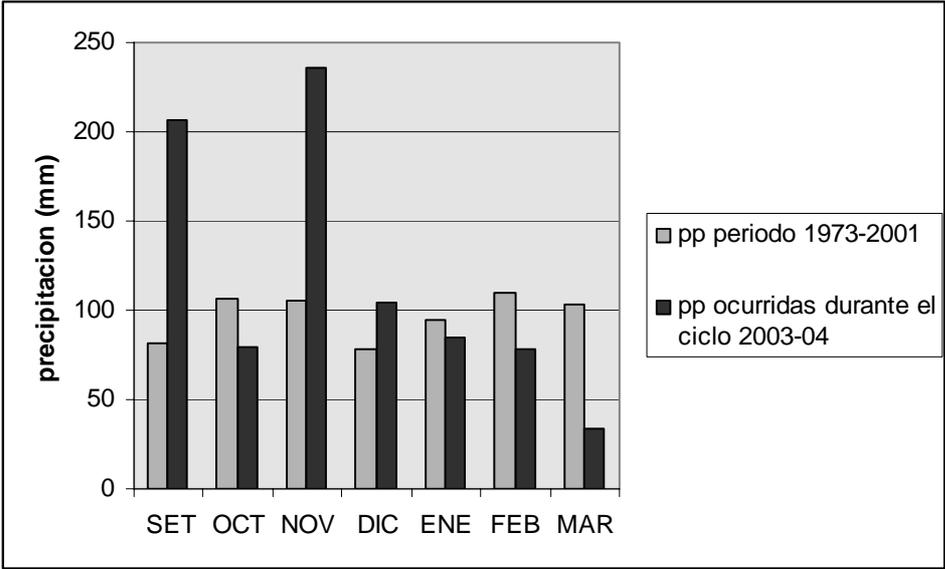
## **8 ANEXOS**

**ANEXO N°1:** Momento calendario del ciclo fenológico de la vid correspondiente a la temporada 2003-04, en el que se dieron los tratamientos fitosanitarios y las precipitaciones.



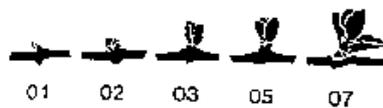
Fecha, precipitación mensual y estado fenológico

**ANEXO N°2:** Precipitación media mensual vs Precipitaciones ocurridas durante el ciclo.



Fuente: INIA Las Brujas.  
Viñedos Luis Alberto.

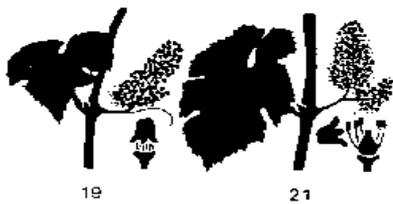
**ANEXO N°3: Estados fenológicos según Eichhorn-Lorentz (1977).**



- 01 Winter dormancy: winter bud scales more or less closed
- 02 Bud swelling: buds expand inside the bud scales
- 03 Wool (doeskin stage): brownish wool clearly visible
- 05 Bud burst: green shoot first clearly visible
- 07 First leaf unfolded and spread away from shoot



- 09 Two to three leaves unfolded
- 12 Five to six leaves unfolded: inflorescence clearly visible
- 15 Inflorescence elongating: flowers closely pressed together
- 17 Inflorescence fully developed: flowers separating



- 19 Beginning of flowering: first caps falling
- 21 Early flowering: 25% of caps fallen



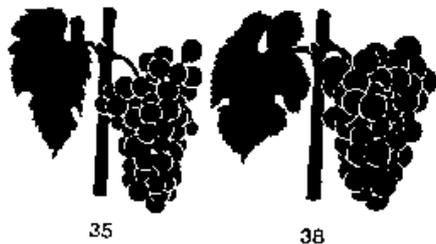
- 23 Full flowering: 50% of caps fallen
- 25 Late flowering: 80% of caps fallen



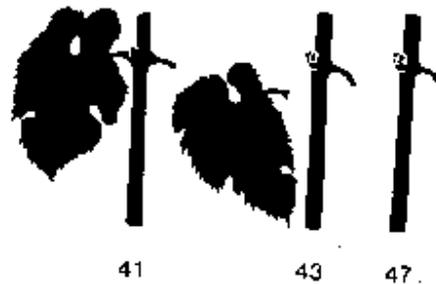
- 27 Fruit set: young fruits begin to swell, remains of flowers lost
- 29 Berries small: bunches begin to hang



31 Berries pea-sized: bunches hang  
33 Beginning of berry touch



35 Beginning of berry ripening: beginning of loss of green colour *veraison*  
38 Berries ripe for harvest



41 After harvest, end of wood maturation  
43 Beginning of leaf fall  
47 End of leaf fall

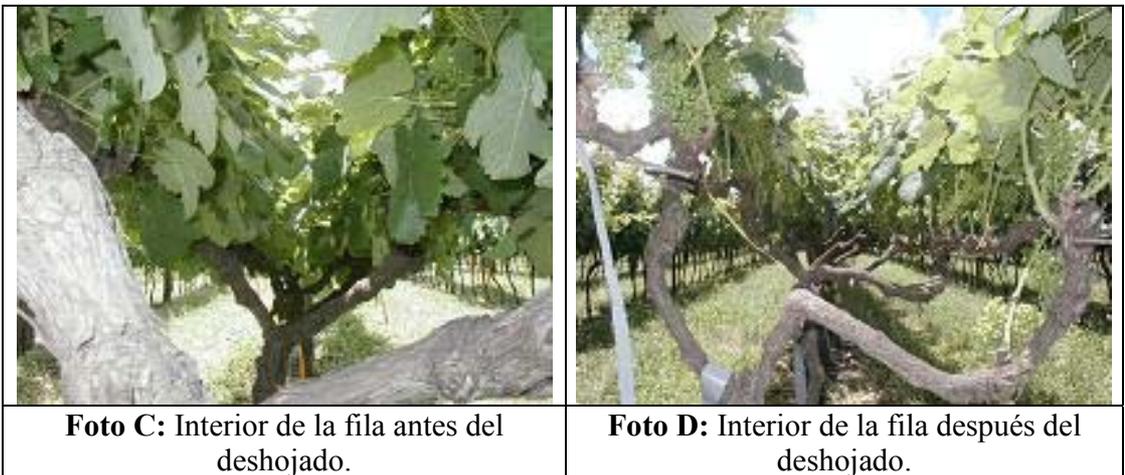
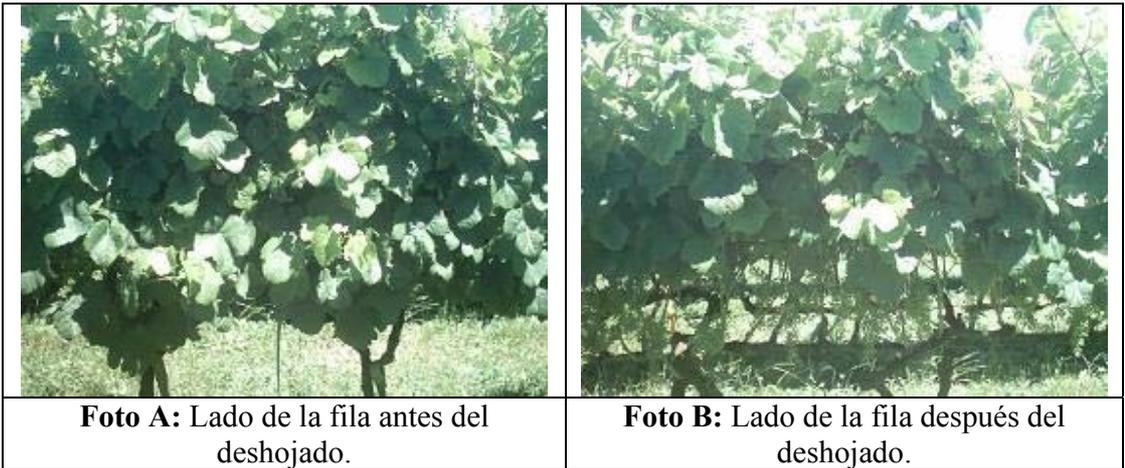
---

Reprinted from Eichhorn and Lorentz 1977

While every care has been taken when preparing this document, no liability will be accepted by The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Limited for any loss or damage suffered as a result of applying the information contained in this document.

Copyright © 1997 The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd. All rights reserved. Reproduction in whole or in part in any form or medium without express written permission of The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd is prohibited.

**ANEXO N°4:** Tratamiento Deshojado en Cuajado.



**ANEXO N°5: Tratamiento Deshojado en Envero.**



**Foto A:** Lado de la fila antes del deshojado.



**Foto B:** Lado de la fila después del deshojado.



**Foto C:** Interior de la fila antes del deshojado.



**Foto D:** Interior de la fila después del deshojado.

**ANEXO N°6:** Dispositivos utilizados para medir temperatura y humedad relativa entorno al racimo (Foto A) y temperatura en el interior del racimo (Foto B).



**Foto A:** Datalogger HOBO.



**Foto B:** Sensor Kooltrak.

**ANEXO N°7:** Fotos de racimos afectados por *Botrytis cinerea* Pers.



**ANEXO N°8:** Área foliar estimada y porcentaje deshojado en cuajado y envero, por tratamiento.

	En Cuajado (*)		En Envero (**)	
	AF Deshojada (%)	AF (m <sup>2</sup> /pl)	AF Deshojada (%)	AF (m <sup>2</sup> /pl)
<b>Testigo</b>	-	4,90	-	10,80
<b>DE</b>	-	4,90	34	7,10
<b>DC</b>	38	3,06	-	7,06

\* El área foliar (AF) fue estimada a través del método de la cuadrícula.

\*\* El área foliar (AF) fue estimada a través del método SEAF.

**ANEXO N°9:** Dispositivo utilizado para medir el volumen del racimo.



**Foto A:** Muestra la forma en que se sumerge el racimo en el recipiente.



**Foto B:** Muestra como al retirar el racimo el nivel de agua desciende desde el aforo.