

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DEL MICROCLIMA Y DE LA
GESTIÓN DEL FOLLAJE SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO,
LA MADURACIÓN Y LA SANIDAD DE *Vitis Vinifera*, cv. TANNAT.

por

Diego Germán PICCARDO SILVA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2008

Tesis aprobada por:

Director: -----

Dra. Ing. Agr. Milka Ferrer

Ing. Agr. Vivienne Geep

Ing. Agr. Gianfranca Camussi

|

Fecha: 17 de Agosto de 2007

Autor: -----

Diego Piccardo

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mi hermana que me han apoyado y contenido incondicionalmente a lo largo de mi carrera y que, en especial, han vivido desde cerca este trabajo.

A Milka Ferrer, Vivienne Gepp y Gianfranca Camussi por el apoyo constante y los aportes a este trabajo y por la oportunidad de realizarlo, lo que significó un crecimiento importante en mi desarrollo profesional.

A Establecimiento Juanicó, en particular a Gustavo Blumetto y Luis Púa por poner a disposición los viñedos y todo lo necesario para que este trabajo saliera adelante.

Al equipo multidisciplinario de Viticultura de la Facultad de Agronomía, en especial a Gustavo Gonzalez-Neves, Gerardo Echeverria, Estela Priore, Rodolfo Pedocci, Ivette Sibile, Gabriela Prieto, Darwin Charamelo y Alvaro Montaña por su colaboración en el trabajo de campo, laboratorio, procesamiento de datos y análisis estadístico.

A aquellos que me sacaron de un apuro: Gimena y Andrea Peluffo, Marcelo y Miguel González y Mariela Gargiullo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 EL CULTIVAR TANNAT.....	3
2.1.1 <u>Descripción botánica</u>	3
2.1.2 <u>Características de la uva y el vino</u>	4
2.2 GESTIÓN DEL FOLLAJE.....	4
2.2.1 <u>Objetivos de la gestión del follaje</u>	5
2.2.2 <u>El deshojado</u>	5
2.3 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA.....	7
2.3.1 <u>Principales componentes del microclima</u>	7
2.3.1.1. Luz.....	7
2.3.1.2. Temperatura.....	9
2.3.1.3. Humedad relativa.....	10
2.3.1.4. Velocidad del viento.....	10
2.3.1.5. Evaporación.....	11
2.3.2 <u>Procesos fisiológicos afectados por el microclima</u>	11
2.3.2.1. Fotosíntesis.....	11
2.3.2.2. Transpiración.....	13
2.3.2.3. Respiración.....	14
2.3.2.4. Traslocación.....	14
2.3.2.5. Fitocromos.....	14
2.3.2.6. Relaciones hídricas.....	15
2.4 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO, RENDIMIENTO E INDICADORES FISIOLÓGICOS.....	15
2.4.1 <u>Crecimiento vegetativo</u>	15
2.4.1.1. La canopia de la vid.....	16
2.4.1.2. Pámpanos.....	17
2.4.1.3. Hojas.....	17
2.4.1.4. Deshojado y expresión vegetativa.....	19
2.4.2 <u>Rendimiento</u>	20
2.4.2.1. Componentes del rendimiento.....	20
2.4.2.2. Deshojado y rendimiento.....	22
2.4.3 <u>Indicadores fisiológicos</u>	22
2.4.3.1. Superficie foliar/rendimiento.....	22
2.4.3.2. Superficie foliar expuesta potencial y producción de materia seca anual.....	24

2.4.3.3. Índice de Raváz.....	24
2.5 EFECTOS DEL DESHOJADO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA UVA	25
2.5.1 <u>Fisiología de crecimiento y maduración de la baya</u>	25
2.5.1.1. Fase I: Herbácea	26
2.5.1.2. Fase II: Envero.....	26
2.5.1.3. Fase III: Maduración.....	27
2.5.2 <u>Tamaño y peso de baya</u>	28
2.5.3 <u>Maduración de la baya</u>	29
2.5.3.1. Azúcar.....	29
2.5.3.2. Ácidos	31
2.5.3.3. pH	32
2.5.4 <u>Madurez fenólica</u>	33
2.5.4.1. Polifenoles y antocianos	33
2.5.4.2. Efectos del deshojado sobre la maduración.....	34
2.6 EFECTOS DEL DESHOJADO SOBRE EL DESARROLLO DE PODREDUMBRES DE RACIMO.....	36
2.6.1 <u>Importancia</u>	36
2.6.2 <u>Podredumbre gris (<i>Botrytis</i> sp)</u>	37
2.6.2.1. Agentes causales.....	37
2.6.2.2. Sintomatología.....	38
2.6.2.3. Ciclo.....	38
2.6.3 <u>Podredumbre negra (<i>Aspergillus</i> sp)</u>	40
2.6.3.1. Agentes causales.....	40
2.6.3.2. Sintomatología.....	40
2.6.3.3. Ciclo.....	40
2.6.4 <u>Condiciones predisponentes</u>	41
2.6.4.1. Climáticas	41
2.6.4.2. Composición de la baya.....	42
2.6.4.3. Susceptibilidad varietal.....	42
2.6.4.4. Heridas.....	42
2.6.5 <u>Deshojado y sanidad de la uva</u>	43
2.6.6 <u>Métodos de estimación de la frescía e intensidad de daños ocasionados por podredumbres de racimo</u>	44
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	46
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO.....	46
3.1.1 <u>Descripción del viñedo</u>	46
3.1.2 <u>Gestión general del suelo</u>	47
3.1.3 <u>Gestión general de la vegetación del viñedo</u>	47
3.1.4 <u>Manejo sanitario</u>	47
3.2 DISEÑO DEL ENSAYO.....	49
3.2.1 <u>Diseño experimental</u>	49
3.2.2 <u>Tratamientos</u>	50
3.2.3 <u>Análisis estadísticos</u>	50

3.3	REGISTROS MESO Y MICROCLIMATICOS.	51
3.3.1	<u>Registros mesoclimáticos</u>	51
3.3.2	<u>Registros microclimáticos</u>	51
3.3.2.1.	Intensidad de luz	51
3.3.2.2.	Temperatura y humedad relativa del interior de la canopia.....	51
3.3.2.3.	Temperatura a nivel del racimo	52
3.4	EVOLUCION DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y EL RENDIMIENTO Y ESTIMACION DE INDICADORES FISIOLÓGICOS	52
3.4.1	<u>Crecimiento vegetativo</u>	52
3.4.1.1.	Superficie foliar total y superficie foliar expuesta potencial.....	52
3.4.1.2.	Segimiento de la longitud del pampano y feminelas	53
3.4.1.3.	Número de planos de hoja	53
3.4.1.4.	Peso de poda	53
3.4.2	<u>Estimación del rendimiento</u>	53
3.4.2.1.	Número de racimos por planta.....	53
3.4.2.2.	Seguimiento del volumen del racimo	53
3.4.2.3.	Peso de cosecha	54
3.4.3	<u>Cálculo de indicadores fisiológicos</u>	54
3.4.3.1.	Superficie foliar y rendimiento.....	54
3.4.3.2.	Suprficie foliar y producción anual de materia seca.....	54
3.4.3.3.	Índice de Raváz.....	55
3.5	SEGUIMIENTO DE LA COMPOSICION DE LA UVA DURANTE LA MADURACION	55
3.5.1	<u>Seguimiento de la composición de la uva durante la madurez</u>	55
3.5.2	<u>Análisis de los compuestos polifenólicos</u>	55
3.6	EVOLUCION DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR PODREDUMBRES DE RACIMO.....	57
3.6.1	<u>Peso de podredumbres en cosecha</u>	57
3.6.2	<u>Evolución de métodos de estimación de los daños ocasionados por podredumbres de racimo</u>	57
3.6.2.1.	Número de focos de podredumbre.....	57
3.6.2.2.	Número de bayas por racimo afectadas po podredumbres	57
3.6.2.3.	Determinación de las infecciones latentes.....	58
3.6.2.4.	Determinación de las fuentes de inóculo para la estación siguiente.....	58
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	59
4.1	EFFECTO DEL DESHOJADO SOBRE LA EXPOSICION DE LOS RACIMOS.	59
4.2	EFFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO, RENDIMIENTO E INDICADORES FISIOLÓGICOS	60
4.2.1	<u>Crecimiento vegetativo</u>	60

4.2.2	<u>Rendimiento</u>	64
4.2.3	<u>Indicadores fisiológicos</u>	65
4.2.3.1.	Relación entre la superficie foliar y el rendimiento.....	65
4.2.3.2.	Superficie foliar expuesta potencial y producción anual de materia seca	67
4.2.3.3.	Índice de Raváz.....	68
4.3	EFFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA	68
4.3.1	<u>Principales componentes del microclima</u>	68
4.3.1.1.	Luz.....	68
4.3.1.2.	Temperatura.....	70
4.3.1.3.	Humedad relativa.....	73
4.4	EFFECTO DEL DESHOJADO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA UVA .	75
4.4.1	<u>Incremento del peso de la baya</u>	75
4.4.2	<u>Tamaño de la baya</u>	76
4.4.3	<u>Madurez de la baya</u>	77
4.4.3.1.	Azúcar.....	78
4.4.3.2.	Acidez	78
4.4.3.3.	pH	78
4.4.3.4.	Evolución de algunos parámetros de madurez de la uva ...	79
4.4.4	<u>Composición fenólica</u>	83
4.5	EFFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL DESARROLLO DE PODREDUMBRES DE RACIMOS	84
4.5.1	<u>Métodos de estimación de podredumbres de racimo</u>	85
4.5.1.1.	Número de focos afectados por podredumbres de racimo	85
4.5.1.2.	Porcentaje de bayas afectadas por podredumbres de racimo	86
4.5.1.3.	Infecciones latentes.....	87
4.5.1.4.	Fuente de inóculo de <i>Botrytis</i> sp. en viñedos	89
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	90
6.	<u>RESUMEN</u>	91
7.	<u>SUMMARY</u>	92
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	93

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Calendario de aplicaciones fitosanitarias utilizado en la zafra 2004-2005.	48
2. Porcentaje de hojas expuestas e internas y numero de hojas expuestas por racimo en cosecha según tratamiento.....	61
3. Superficie foliar y superficie foliar expuesta potencial según tratamiento	62
4. Componentes del rendimiento según tratamiento.	64
5. Superficie foliar total, rendimiento y superficie foliar/rendimiento según tratamiento.....	65
6. Superficie foliar total expuesta potencial, rendimiento y superficie foliar/rendimiento según tratamiento	66
7. Relacion entre la superficie foliar y la producción anual de materia seca, según tratamiento.....	67
8. Composición de la uva en cosecha según tratamiento.	77
9. Composición fenólica de la uva en cosecha, según tratamiento	83
10. Rendimiento total por plata, peso y porcentaje en peso de racimos afectados por podredumbres	84
11. Número de focos de podredumbres por 1,5 metros lineales según tratamiento y exposición (E y W).....	86
12. Porcentaje de bayas afectadas por podredumbres por racimos según tratamiento y exposición (E y W).....	86
13. Porcentaje de granos con infecciones latentes en envero, según género	87
14. Porcentaje de granos con infecciones latentes en cosecha, según género.....	88

Figura No.

1. Diagrama del desarrollo de la baya.....	25
2. Ciclo de <i>Botrytis cinerea</i>	39
3. Diagrama del sistema de conducción.....	46
4. Esquema del calculo de la superficie foliar.....	52
5. Porcentaje de racimos expuestos según tratamiento	59
6. Evolución del crecimiento en longitud de las feminelas totales por pámpano, según tratamiento.....	63
7. Índice de Raváz según tratamiento	68
8. Porcentaje de la radiación solar interceptada por los racimos, medida cada diez días, según tratamiento	69
9. Temperatura mínima y máxima decádicas según tratamiento	71
10. Porcentaje de horas según rango de temperatura por tratamiento.....	72
11. Evolución de la humedad relativa desde cuajado a cosecha, según tratamiento por fecha	74

12. Porcentaje de horas según rango de humedad relativa (%).....	74
13. Evolución del crecimiento (en peso) de la baya según tratamiento	75
14. Relación entre las precipitaciones y el aumento en el peso del grano, según tratamiento.....	76
15. Distribución del tamaño del grano en cosecha según tratamiento	77
16. Evolución del contenido de azúcar según tratamiento, en el periodo comprendido entre envero y cosecha	79
17. Evolución de la acidez total según tratamiento, en el periodo comprendido entre envero y cosecha	81
18. Evolución del pH según tratamiento, en el periodo comprendido entre envero y cosecha	82
19. Diferentes cepas de <i>Botrytis</i> sp.	89
20. Restos de racimos en viñedos	89

1 INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XVII, la mano de los colonizadores españoles implantaron las primeras vides en nuestro país. Durante los siglos XVII y XVIII la viticultura estaba ligada a la uva de mesa y a la elaboración de vino para el consumo familiar. Fue a partir de 1830 cuando la viticultura comienza a difundirse y lentamente empieza a considerarse como un rubro con fines comerciales.

A comienzos de 1990, con la integración de nuestro país al MER.CO.SUR comienza a analizarse la capacidad de competencia del sector vitivinícola, concluyendo que el mismo estaba orientado hacia un mercado interno sumamente protegido, con altos costos de producción y pocos vinos de calidad. Esto hacía pensar que el sector vitícola no podría resistir la libre competencia, principalmente con Argentina. Frente a esta situación se inician diferentes estrategias a diferentes niveles, como el Programa de Reconversión de Viñedos y Bodega, políticas de marketing, apoyo a proyectos de investigación nacional, entre otras. El Instituto Nacional de Viticultura (I.NA.VI.), el Programa de Reconversión de la Granja (PREDEG), Facultad de Agronomía, INIA “Las Brujas”, así como los grupos CREA, desarrollaron un papel fundamental en el desarrollo del sector en los últimos años. Desde ese momento el sector vitícola viene orientado a la elaboración de grandes vinos, notándose un reconocimiento al desarrollo, tanto nacional como internacional.

La calidad y tipicidad son las bases de la sustentación de todos los grandes vinos del mundo, Uruguay formando parte de la Viticultura del Nuevo Mundo, cumple con creces ese doble compromiso, con la alta expresión y peculiaridad que caracteriza a nuestro vino Tannat.

La calidad de un vino esta condicionada por la composición de la uva, la cual depende de la interacción entre diferentes factores de producción, como: climáticos, edafológicos, varietales y manejo del viñedo. Estos últimos tres factores en cierta medida pueden ser modificados por el hombre, mediante la elección y el uso de practicas 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 evaluados a través de ensayos de la Facultad de Agronomía e I.NA.VI., en particular sobre el cv. Tannat.

Otra alternativa de manejo de la vegetación es el deshojado, practica común de muchos viticultores en nuestro medio, que la realizan con el objetivo de disminuir la incidencia de podredumbres de racimo y mejorar la maduración de la uva. Varios investigadores, además, atribuyeron otras ventajas en cuanto a cualidades enológicas.

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

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la influencia de la practica cultural de deshojado realizado en dos momentos fenológicos sobre los parámetros productivos y sanitarios y sobre la composición de la uva y el mosto.

Al respecto, fueron planteadas las siguientes hipótesis generales:

- El deshojado modifica el microclima de la zona de los racimos favoreciendo la calidad de la uva.
- El deshojado mejora la producción por planta y su estado sanitario.
- La composición de la uva es modificada a través de dicha práctica.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 EL CULTIVAR TANNAT

El cultivar Tannat (*Vitis vinifera* L.) es originario de los bajos Pirineos y se cultiva en Madiran, al suroeste de Francia (Alvarez, 1909).

Las primeras referencias de este cultivar en Uruguay datan del año 1870, donde Pascual Harriague, luego de haber introducido este cultivar a la ciudad de Concordia, Argentina, plantaron las primeras cepas de Tannat en la zona de La Caballada, en el departamento de Salto, al norte del país. Desde ese momento el cultivar se conoce en nuestro país con el nombre de “Harriague”.

Álvarez (1909) propone que el cultivar “Harriague” corresponde al cultivar Tannat cultivado en Francia, mientras que Boubals (1977) confirma la identificación realizada por Alvarez (1909).

El cultivar Tannat se desarrolla en nuestras condiciones con excelentes características, debido a su adaptación a las condiciones agroecológicas y a las técnicas de cultivo adoptadas, que maximizan su expresión enológica. Actualmente este cultivar representa el 25 % de las vides implantadas, siendo Uruguay el país con mayor superficie de Tannat del mundo.

2.1.1 Descripción botánica

Las plantas del cultivar Tannat son vigorosas, de buena a muy buena productividad.

Las hojas de la variedad Tannat son de tamaño medio a grande, color verde oscuro, con limbo ampollado, rugoso, ligeramente ondulado y bordes achaparrados. Poseen tres lóbulos con un seno peciolar en forma de lira cerrada cuyos bordes suelen superponerse. Los senos laterales son ligeramente profundos, mientras que los inferiores se marcan. Los dientes son convexos, desiguales, en dos series y el pecíolo de color rojo violáceo.

Los racimos son alargados, de forma cilíndrica, alados, de tamaño medios, con alta compactación entre sus granos. El pedúnculo es largo y herbáceo.

Las bayas son de forma esféricas o ligeramente ovoides en un racimo compacto. De tamaño medio a pequeño, presentando color azulado intenso a negro azulado al momento de la madurez. La piel es fina y muy rica en materia colorante (Galet, 1976).

2.1.2 Características de la uva y el vino

Con uvas del cv. Tannat, es posible obtener vinos con cuerpo, de gran color y buena graduación alcohólica (Álvarez 1909, Gonzáles-Neves et al. 2003, Ferrer et al. 2003, Gonzalez-Neves y Ferrer 2005).

En las condiciones de cultivo de Uruguay, las uvas del cv. Tannat presentaron contenidos significativamente superiores de azúcar, acidez total, polifenoles y antocianos, en comparación con las uvas de los cv. Merlot y Cabernet-Sauvignon (Gonzáles-Neves et al., 2003).

Gonzáles-Neves (1999), estudiando la composición de vinos jóvenes de los cv. Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot, observó que los vinos del cv. Tannat presentaron tonos mas rojos, mayor intensidad colorante, proporciones de azul superiores a otros cultivares tintos y contenidos medios de la mayoría de los fenoles. Por otro lado, observó que los vinos provenientes de dicho cultivar presentaron menores proporciones e intensidades de color amarillo, mientras que las tonalidades de rojo y rojo puro fueron superiores que en Cabernet Sauvignon, no encontrándose diferencias significativas con Merlot.

2.2 GESTIÓN DEL FOLLAJE

El sistema en el cual esta instalado un viñedo, dado por la situación edafoclimática y practicas de manejo como el sistema de conducción y el tipo de poda, determinan el crecimiento vegetativo, la composición y sanidad de la uva (Ferrer et al. 2001, 2003). El sistema de conducción determina la cantidad de luz interceptada por la canopia, siendo los sistemas que mantienen el follaje dividido aquellos que permiten una mejor intercepción de la luz y un menor número de hojas sombreadas dentro de la canopia (Ferrer et al. 2001, 2003, Gladstone y Dokoozlian 2003). Para reducir la sombra en el interior de la canopia e incrementar la exposición directa de las hojas y racimos, se han desarrollado prácticas de gestión del follaje como: despunte, releo de brotes, eliminación de feminelas y deshojado (Morales 1987, Smart y Robinson 1991).

Estas prácticas de gestión del follaje, que inicialmente se utilizaba para controlar el crecimiento, obtener rendimiento sostenibles y controlar el desarrollo de enfermedades han pasado a ser una prácticas integrales, esencial en viticultura y

enología de cara a la obtención de la calidad de la uva y el vino (Kliewer 1972, Kliewer et al. 1977, Hunter y Visse 1990a, 1990b, Smart y Robinson 1991, Hunter et al. 1995, Hunter 2000, Hunter y Archer 2002, Valdivieso 2005).

2.2.1 Objetivos de la gestión del follaje

La gestión del follaje tiene como objetivo final lograr la homogeneidad de la cubierta vegetal para que la fotosíntesis se lleve a cabo de forma eficiente. A través de esta práctica se busca obtener sarmientos vigorosos y uniformemente distribuidos que produzcan uvas sanas, de gran calidad, con racimos homogéneos, de igual tamaño de grano y madurez uniforme. Además, para mantener la longevidad no se deben ver afectados el crecimiento y el desarrollo de otras partes de la planta (Hunter y Archer 2002, Valdivieso 2005).

2.2.2 El deshojado

El deshojado a nivel de los racimos es una práctica de uso común en los viñedos para modificar el microclima en la zona fructífera, con el propósito de afectar la composición de las bayas (Muñoz et al. 2002, Maigre 2004). Esta práctica consiste en suprimir las hojas basales de los pámpanos (Tardáguila, 1993) y es la operación en verde que mejora de manera significativa la calidad de las bayas (Chovelon, 1999).

Esta técnica permite mejorar el estado sanitario, la calidad de los racimos y facilita la vendimia manual (Andrade et al. 2001, Hunter y Archer 2002, Carrosio et al. 2005). La eliminación racional de hojas en la base del pámpano, favorece la ventilación e iluminación de los racimos, contribuyendo a mejorar la sanidad de la uva y la maduración en general, favoreciendo el desarrollo del color y la disipación de aromas vegetales (Bloulin et al., 2000).

El deshojado debe llevarse a cabo de una forma uniforme y aleatoria, que permita aumentar la exposición de los racimos a los rayos solares evitando la insolación en exceso. Se debe considerar la actividad de las hojas situadas en la zona de los racimos dado que una eliminación excesiva podría comprometer el rendimiento de la planta (Hunter y Archer, 2002).

Los efectos del deshojado basal dependen de las zonas vitícolas y de las condiciones climáticas del año. Cuando ocurren veranos frescos, la respuesta es satisfactoria y es mas notoria cuando se realiza conjuntamente con el raleo de racimos (Yuste et al., 2001).

Esta práctica se realiza en regiones donde la radiación solar es insuficiente, fundamentalmente en variedades tintas que requieren una exposición directa al sol para el desarrollo del color (Winkler, 1962). Cuando las plantas crecen y producen en condiciones climáticas de alta luminosidad, el deshojado no logra efectos categóricos que permitan diferenciar ni química ni organolepticamente la composición de las bayas, como se aprecia notoriamente en zonas climáticas con déficit de luz y temperatura (Lavín y Pardo, 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 climático, especialmente en las fases fenológicas de floración y polinización. El deshoje en pre-floración favorece la calidad de la uva y disminuye el ataque de podredumbres, principalmente cuando en el período floración-polinización el clima es húmedo (Persuric et al., 2001).

Cuando el deshojado se realiza precozmente la maduración se sustenta con las hojas apicales y las feminelas eventualmente estimuladas por el despunte, lo que determina un incremento en la calidad foliar del pámpano y por tanto en la calidad de la uva (Poni, 2005).

El deshojado en tamaño guisante incrementa la actividad fotosintética de las hojas remanentes y la actividad metabólica del racimo, lo que concluye en una madurez uniforme (Hunter y Archer, 2002).

La mayor exposición a la luz afectará la composición de la fruta dependiendo del aumento que se produce en la temperatura (Dokoozlian et al., 2001a). 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 expuestas.

2.3 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA

2.3.1 Principales componentes del microclima

2.3.1.1 Luz

Cantidad de luz

La intensidad luminosa condiciona el crecimiento de las plantas ya que incide en procesos tales como la fotosíntesis, la transpiración, el régimen hídrico de la planta y la maduración de las bayas, determinantes de la producción y calidad de la cosecha (Champagnol, 1984)

La cantidad de luz que llega a un viñedo varía con la latitud, la estación, el momento del día, la nubosidad y la orientación de las filas. La intensidad de luz es medida en unidades que corresponden con la habilidad de la planta para usar la luz en la fotosíntesis, por lo que la intensidad es llamada “Radiación fotosintéticamente activa” (PAR). Las unidades son cantidades de energía por unidad de área por unidad de tiempo, ejemplo, $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Un día luminoso de sol puede dar una lectura de alrededor de $2000 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$, y en días nublados se reduce el valor a menos de $300 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Smart y Robinson, 1991).

Hay una gran reducción en los valores de intensidad de luz en el centro de una canopia densa en comparación a la zona expuesta de la misma, debido a la fuerte absorción de luz que hacen las hojas. Diversos trabajos muestran que una hoja expuesta directamente al sol, solo trasmite un 6 % al próximo nivel de hojas. La tercera hoja puede recibir $7 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y puede estar completamente sombreada. Es por esto que cuanto mayor es el número de planos de hoja y/o racimos (las hojas absorben mucho mas luz que los racimos) menor será la cantidad de luz que atraviesa la columna (Fernández Gonzáles et al. 1977, Smart y Robinson 1991).

Calidad de la luz

No solo la cantidad de la luz es alterada en la canopia, sino también el espectro que compone la radiación solar. Las hojas de la planta absorben solo una parte de la luz solar, el espectro visible, entre los 400 y 700 nm de longitud de onda. Cuando la luz pasa a través de la canopia, hay menos luz en el rango visible relacionado con la restante longitud de onda del espectro. Una consecuencia importante es que la relación entre la luz roja (660 nm) y la roja lejana (730nm) disminuye en canopias densas. Las plantas como la viña responde a la relación rojo:rojo lejano a través de su sistema de fitocromos, y esto es importante dado que afecta el desarrollo del color del fruto (Smart y Robinson, 1991).

Gestión del follaje e intercepción de luz

La alta expresión vegetativa de las plantas origina follajes densos, con varias capas de hojas y una distribución tal que determina que un bajo porcentaje de ellas estén bien iluminadas (Champagnol 1984, Smart 1985, Calderón 2004). Así, se produce un gradiente decreciente de luminosidad hacia las capas mas internas de la canopia. Los racimos expuestos reciben valores mas altos de radiación solar que los racimos que están en condiciones de sombreado (Keinghtley et al., 2001).

En un ensayo realizado por Muñoz et al. (2002) determinaron que el deshoje y el posicionamiento de los pámpanos realizados al inicio del envero son efectivos en modificar el ambiente luminoso en la zona de los racimos. La radiación fotosinteticamente activa medida en la zona de los racimos y expresada como porcentaje de la radiación fotosinteticamente activa del ambiente, mostró diferencias significativas entre las diferentes condiciones microclimáticas. El deshoje que se realizó previo a envero demostró ser más efectivo que el posicionamiento de pámpanos en modificar la exposición de los racimos a la radiación. La condición expuesto presentó niveles de luminosidad de 29.3% de la radiación incidente, mientras las condiciones normal y sombreada presentaron niveles de 6.5 % y 2.8 % respectivamente.

El deshojado en la base de los pámpanos produce una reducción del área foliar, exponiendo los racimos a niveles mayores de radiación solar (Mayse et al. 1995, Muñoz et al. 2002, Maigre 2004). Al mejorar la exposición de los racimos, el deshojado aumenta el flujo de fotones fotosinteticamente activos que llegan a la zona fructífera de la canopia, mejorando la calidad de la uva (Zoecklein et al., 1998).

La exposición temprana de los racimos a los rayos solares aumenta el daño por quemado de bayas, produciéndose heridas que pueden ser vías de entrada para el desarrollo de patógenos durante su maduración (Hunter y Archer, 2002).

Carrosio et al. (2005), evaluando la época de deshojado en el cv. Tannat, observaron que el deshojado en envero fue el tratamiento que presenta racimos mas expuestos y recibió mayores niveles de radiación solar, mientras que el tratamiento sin deshojado presentó los menores valores. El deshojado en cuajado tuvo un comportamiento intermedio entre el deshojado en envero y el testigo.

Los tratamiento sin deshojar son los que reciben una menor penetración de la luz, en relación con los tratamientos deshojados, no observándose diferencias significativas en la intercepción de luz debidas a la época de deshojado (Felix, 2003)

2.3.1.2 Temperatura

Las temperaturas de las hojas y racimos son generalmente iguales o cercanas a la temperatura del aire a menos que sean calentadas por la absorción de la luz o enfriadas por la evaporación del agua, como pasa con la transpiración de las hojas. Las hojas expuestas si bien son calentadas por el sol, pierden calor por transpiración lo que las lleva a estar a menos de 5 ° C por encima de la temperatura ambiente. Por otra parte las bayas, al tener una transpiración muy reducida, pueden alcanzar en un día calmo, hasta 15 ° C por encima de la temperatura ambiente (Smart y Robinson, 1991).

Por la noche, las partes externas de la canopia pueden perder calor a la atmósfera. Bajo estas condiciones, las hojas exteriores y bayas pueden enfriarse a 1-3 ° C por debajo de la temperatura del aire (Smart y Robinson, 1991).

La temperatura tiene gran influencia sobre la composición y calidad de las uvas. Cada etapa de crecimiento y desarrollo de las plantas (procesos físicos, de transporte, reacciones enzimáticas, etc.) está influenciada por la temperatura (Coombe, 1987). Este autor ha observado grandes diferencias entre las uvas cosechadas en climas cálidos con respecto a las cosechadas en climas fríos. Cuanto más cálida es la región, el aumento del tenor de azúcares y el descenso del ácido málico se dan más rápidamente.

La temperatura también afecta el desarrollo del color de la piel y el contenido de fenoles de las bayas y sobretudo el contenido de antocianos, principales responsables del color de los vinos tintos jóvenes (Coombe 1987, Jackson y Lombard 1993, Smart 1995).

El efecto de la temperatura está fuertemente asociado con la luz (Keightley, 2001). Varios autores encontraron que las bayas de racimos expuestos al sol tuvieron mayor temperatura que aquellas de racimos sombreados y por consiguiente mayor tenor de azúcares y menor acidez total (Coombe 1987, Dokoozlian et al. 2001b, Spayd et al. 2002).

Dokoozlian et al. (2001b) encontraron una relación lineal entre la radiación fotosintéticamente activa que llega a la superficie del racimo y la temperatura de la baya. Por tanto, las bayas que están expuestas directamente al sol reciben niveles superiores de radiación lo que determina diferencias de 6 a 9 ° C en la temperatura de la baya respecto a la temperatura ambiente.

Muñoz et al. (2002) observaron que los tratamientos deshojados presentaron temperaturas mínimas significativamente más bajas que los sin deshojar y con sombra. Según estos autores, las temperaturas máximas del aire en la zona de los racimos no mostraron diferencias entre los tratamientos. La amplitud térmica es una medida más

sensible del perfil térmico, porque suma diferencias en las temperaturas mínimas y máximas. Ésta fue 2.4 ° C mas alta en la condición “expuesto” que en la condición “sin deshojado”.

Zoecklein et al. (1992) estudiando el efecto del deshojado en la zona de los racimos sobre el rendimiento, la composición de la fruta y la incidencia de podredumbres de racimo, encontraron que las bayas expuestas directamente al sol presentan temperaturas de 9.7 ° C superiores a la temperatura ambiente. Las bayas en condiciones sombreadas presentan una temperatura de 3.9 ° C inferior a la temperatura ambiente. Resultados similares fueron reportados por Maigre (2004) en un ensayo sobre deshojado y raleo de racimos en viticultura.

Por su parte Pieri et al. (2001) observaron que la temperatura es altamente dependiente de la exposición y duración de la radiación solar, observándose diferencia de 10 ° C en bayas expuestas respecto a bayas sombreadas.

2.3.1.3 Humedad relativa

Este componente del microclima tiene importancia en el estado sanitario de la uva, debido a que altos porcentajes de la misma favorecen el establecimiento de las principales enfermedades de la viña (Smart y Robinson 1991, Camussi et al. 2001).

La transpiración de las hojas puede llevar a aumentar la humedad relativa dentro de canopias densas. Si la canopia es abierta, el efecto de la ventilación puede reducir la diferencia de humedad relativa entre el interior y exterior de la canopia. Sin embargo, pequeñas diferencias en la humedad relativa pueden ser importantes para el establecimiento de hongos patógenos como *Botrytis* sp. (Smart y Robinson, 1991).

Cuando se realiza deshojado, la relación entre la cantidad de luz y el calentamiento de la baya favorece la ausencia de humedad (Pieri et al., 2001).

2.3.1.4 Velocidad del viento

La importancia de la velocidad del viento como componente del microclima radica fundamentalmente en su influencia sobre la temperatura y la humedad relativa.

Los vientos que actúan sobre el viñedo son complejos, y hay una interacción entre la dirección del viento y la orientación de la fila. La velocidad del viento es muy poco en el centro de la canopia densa debido a que las hojas frenan el aire. Esto tiene

como consecuencia una mayor temperatura y humedad en el centro de la estructura, lo que puede beneficiar el desarrollo de enfermedades (Smart y Robinson, 1991).

El mayor flujo de aire, debido a una buena gestión del follaje, favorece una menor temperatura del grano, lo cual redundará en una mejora de la calidad de la uva (Hunter y Archer, 2002).

2.3.1.5 Evaporación

La evaporación de la humedad libre (rocío, lluvia) de la superficie de la planta es estimulada por las altas temperaturas, luz y velocidad del viento, y baja humedad relativa. Puede haber diferencias significativas en los rangos de evaporación entre el interior y el exterior de la canopia. Esto es muy importante para el desarrollo de enfermedades fúngicas, como los rangos en que la evaporación del rocío y la lluvia pueden depender de la densidad de la canopia (Smart y Robinson, 1991).

2.3.2 Procesos fisiológicos afectados por el microclima

2.3.2.1 Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso a través del cual la energía solar es usada por los tejidos verdes de la planta para convertir el dióxido de carbono de la atmósfera en azúcares (Champagnol 1984, Smart y Robinson 1991).

La luz, la temperatura, el agua y el CO₂, así como la edad de las hojas y la genética de la planta son los factores que tienen mayor influencia en la fotosíntesis (Salisbury y Ross 1992, Carbonneau 2004).

Con bajos niveles de luz la fotosíntesis no ocurre (Carbonneau, 2004). Por debajo de 1,5 % de la radiación total incidente, el estoma se comienza a cerrar, reduciendo la entrada de CO₂. Cuando la intensidad de luz aumenta, la fotosíntesis aumenta, hasta que se alcanza el nivel de saturación lumínica, donde no aumenta más aunque aumente la intensidad de luz (Smart y Robinson, 1991).

La fotosíntesis depende de la temperatura de la hoja, encontrándose un óptimo entre 20 y 30 ° C. Con temperaturas inferiores a 10 ° C y superiores a 35 ° C, la fotosíntesis es inhibida (Champagnol 1984, Smart y Robinson 1991).

Las tasas fotosintéticas se ven incrementadas a medida que aumentan los niveles de irradiancia interceptados y, también, por mayores concentraciones de CO₂, en

especial cuando los estomas están parcialmente cerrados por sequía (Ollat et al. 1998, Zufferey y Murisier 2003).

La edad de las hojas tiene influencia en la tasa fotosintética (Champagnol, 1984). Desde brotación a floración, las hojas situadas en la zona de los racimos presentan un mayor contenido de clorofila (Hunter y Visser, 1989) y una mayor actividad fotosintética (Hunter et al., 1994). En las zonas apicales de los sarmientos, el aumento del contenido de clorofila tiene lugar más tarde. La mayor concentración de clorofila en las hojas de la zona de los racimos es en cuajado, mientras que el momento para las hojas apicales es en maduración.

Debido a baja intensidad lumínica, las hojas interiores de la canopia tienen bajo nivel de fotosíntesis, lo que significa que contribuyen poco a la producción de fotosintatos. Cuando la sombra es continua en el interior de la canopia, las hojas se vuelven amarillas y son incapaces de realizar fotosíntesis. Varios estudios han demostrado que la parte exterior de la canopia contribuye más a la fotosíntesis en canopias densas. Las bayas verdes pueden fotosintetizar, pero su contribución en la producción de asimilados es mucho menor que la de las hojas (Smart y Robinson 1991, Carbonneau 1996).

La actividad fotosintética de las hojas y el transporte de compuestos asimilados pueden aumentar al mejorar las condiciones microclimáticas del follaje y disminuir la relación fuente / fosa, a través de la gestión del follaje (Hunter y Visser, 1988b). Sin embargo, la superficie foliar remanente debe permitir el correcto desarrollo de las bayas y la entrada de luz al interior del follaje (Carbonneau, 1996).

Cartechini y Pallioti (1995) en estudios realizados sobre el cv. Sangiovese observaron que la respuesta fotosintética de la planta en condiciones sombreadas es altamente dependiente de la radiación fotosintéticamente activa que llega a las hojas durante su crecimiento. Esto demuestra que la vid se adapta y responde a la modificación de la intensidad lumínica a través de la producción de fotoasimilados que garantizan la producción.

Viñedos con follajes equilibrados, aumentan la exposición de las hojas a la radiación, lo que favorece la fotosíntesis y acumulación de sólidos solubles, disminuyendo el carácter herbáceo de los vinos y obteniendo características de uvas maduras (Valdivieso, 2005). El deshojado de la mitad inferior del follaje en envero incrementa la actividad metabólica del racimo durante la maduración (Hunter et al., 1995).

Por otra parte, McArtney y Ferree (1998) no encontraron evidencias de compensación en la fotosíntesis cuando el área foliar por pámpano es reducida.

2.3.2.2 Transpiración

La transpiración está determinada por la intensidad de luz, la temperatura, la humedad y la velocidad del viento (Winkler 1974, Smart y Robinson 1991, Navarrete 2003)

La luz afecta la apertura y cierre de los estomas. Los estomas comienzan a abrirse con muy bajos niveles de luz (de 1/1000 a 1/3 de luz solar plena) inmediatamente después del amanecer y son abiertos completamente cuando la PAR (radiación fotosintéticamente activa) es alrededor de $200 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Smart y Robinson 1991, Salisbury y Ross 1992).

La luz influye además, sobre la temperatura de la hoja. A la luz del sol, la temperatura de las hojas es mayor que la del aire, por tanto, la presión de vapor en el interior de las hojas puede ser mayor que la del aire. Una elevación de la temperatura del aire va acompañada por un incremento de la pérdida de agua, resultado de un incremento del gradiente de difusión entre el vapor de agua del aire exterior e interior de la hoja (Winkler 1974, Pire et al. 1988).

La humedad del aire afecta en forma inversa la tasa de transpiración, ya que a mayor humedad existirá menor espacio disponible en el aire para el vapor de agua (Pire et al., 1988).

Un aumento de la velocidad del viento incrementa la pérdida de agua, en la medida que remueve el aire cargado de humedad adyacente a la superficie de la hoja, aumentando el gradiente de difusión del vapor de agua (Winkler 1974, Smart y Robinson 1991).

Los estomas pueden cerrarse cuando la planta no puede suministrar suficiente agua para cubrir la demanda de transpiración (Winkler 1974, Smart y Robinson 1991). Valores de humedad del suelo cercanos al límite o umbral crítico afectan directamente el potencial hídrico foliar y, por ende, la apertura estomática. Hay una disminución del potencial hídrico foliar y un aumento de la resistencia estomática a medida que la humedad del suelo disminuye desde capacidad de campo hasta un 60% de agua aprovechable. Kliewer et al. (1983), por su parte, encontraron que el potencial hídrico de la vid inició un descenso notorio cuando el suelo alcanzó un valor de humedad cercano al punto de marchitez permanente a los 50 cm de profundidad.

Las hojas exteriores de la canopia de la vid están expuestas a altos niveles de luz y temperatura, y así transpiran más que las que se encuentran sombreadas en el interior de la canopia. Las hojas internas en una canopia densa pueden estar expuestas a bajos

niveles de luz por lo que sus estomas no se abren completamente (Smart y Robinson, 1991).

2.3.2.3 Respiración

Las plantas requieren una fuente interna de energía para crecer y elaborar moléculas químicas complejas. Esta energía química se origina de la respiración, cuando azúcares y oxígeno interactúan y producen energía, junto con agua y CO₂ (Smart y Robinson, 1991).

La intensidad respiratoria varía con el tipo de órgano considerado, su edad, el estado fenológico y la temperatura (Champagnol, 1984). Por cada 10 ° C de aumento en la temperatura, la proporción de la respiración se duplica (Smart y Robinson, 1991).

La respiración del ácido málico en las bayas maduras es de particular importancia como consecuencia la concentración de este ácido disminuye con el tiempo (Champagnol, 1984).

2.3.2.4 Traslocación

La traslocación es el proceso en el cual las sustancias químicas y nutrientes se mueven en la planta (Winkler 1974, Champagnol 1984).

La traslocación no es muy afectada por las condiciones microclimáticas como otros procesos, pero se ha observado que los pámpanos sombreados importan azúcar para proveer de energía para el crecimiento (Smart y Robinson, 1991).

2.3.2.5 Fitocromos

Las plantas usan el fitocromo para reaccionar alterando su hábito de crecimiento en respuesta a la luz del ambiente. Los fitocromos son sustancias químicas que posee la planta cuyos niveles son determinados por la relación entre rojo y rojo lejano de la luz en el ambiente. Las hojas y racimos del centro de una canopia densa recibe bajos niveles de rojo / rojo lejano comparado con la relación que existe en la canopia exterior, lo que determina diferentes niveles de fitocromos (Montaldi, 1995).

Se ha determinado que fitocromo afecta la formación de color rojo (antocianos) y los niveles de azúcar en bayas de Cabernet Sauvignon. Es posible que algún efecto del

sombreado en la composición de la fruta se deba tanto a la calidad de luz como a la cantidad (Smart y Robinson, 1991).

2.3.2.6 Relaciones hídricas

La evaporación del agua de las células de las hojas y la producción de sustancias osmoticamente activas por fotosíntesis, se combina para mantener la hipertonía 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 (Viljee 1961, Carbonneau 2004).

El abastecimiento de agua en las raíces así como la demanda atmosférica, son los principales factores que determinan si una planta esta estresada o no. El estrés hídrico ocurre cuando el suelo tiene bajo suplemento de agua, y cuando el día es cálido, soleado, ventoso y con baja humedad relativa (Riu y Payan 2001, Carbonneau 2004).

Las hojas exteriores de la canopia experimentan más estrés hídrico que las interiores. Esto se debe a que están más expuestas a la radiación solar y a mayor velocidad del viento y por tanto la transpiración es mayor respecto a las hojas internas (Winkler 1974, Pire et al. 1988, Smart y Robinson 1991, Salisbury y Ross 1992, Zufferey 2000, Riu y Payan 2001).

La arquitectura de la planta incrementa la superficie foliar lo cual determina un mayor uso del agua por el viñedo. A menos que se realice riego o el suelo tenga un buen suplemento de agua, estas canopias van a estar mas estresadas (Carbonneau, 1998).

La productividad de la viña esta directamente relacionada a la producción del área foliar. El estrés hídrico reduce el desarrollo del area foliar y la producción de materia seca en el cv. Chardonnay (Gomez del Campo et al., 2002).

2.4 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO, RENDIMIENTO E INDICADORES FISIOLÓGICOS

2.4.1 Crecimiento vegetativo

La cantidad de luz y la relación luz-sombra a la que estan expuestas las hojas dependen de las condiciones de crecimiento: vigor del viñedo, cultivar, portainjerto, sistema de conducción y prácticas de manejo. El crecimiento de los pámpanos y las hojas de la viña ocurre desde la brotación hasta el envero, combinado con el crecimiento de feminelas, originando canopias densas que determinan la actividad metabólica de la

hoja así como el rendimiento y la composición de la uva (Cartechini y Palliotti 1995, Palliotti et al. 2000).

2.4.1.1 La Canopia de la viña

La canopia de la viña esta formado por hojas, pámpanos, feminelas, zarcillos, racimos, tronco y brazos (Carbonneau 1975, Smart 1991). La canopia puede ser continua, cuando el follaje de las plantas adyacentes se entremezcla en la fila, o discontinuo, cuando el follaje de cada viña individual está dividido en discretas paredes de follaje.

Las canopias densas tienen exceso de área foliar lo que determina la presencia de zonas sombreadas. El sombreado de la canopia es menor en canopias abiertas. En la canopia, las hojas se ubican en dos niveles: exterior e interior. Una canopia densa tiene mayor proporción de hojas internas (Smart y Robinson 1991, Piccardo et al. 2007). El crecimiento y desarrollo de los brotes, el área foliar y el número de planos de hojas, contribuyen a describir algunos componentes críticos que conforman la canopia y su densidad (Smart y Robinson 1991, Reynolds et al. 1994).

Número de planos de hojas

La intercepción de la luz varía según la ubicación de la hoja sea interna o externa, en la canopia (Smart 1985, 1988, Lissarrague et al. 1991).

Smart y Robinson (1991) ha propuesto técnicas rápidas y fáciles de aplicar, como el método del “point quadrat”. El método consiste en atravesar la canopia desde el exterior hacia el interior, con una varilla delgada de metal. La varilla toma contacto con partes de la canopia según su exposición a la luz. Este método da una descripción cuantitativa de la distribución de las hojas y la fruta en el espacio, la proporción de hojas y de frutos que están en el interior y exterior de la canopia y permite también estimar el número de planos de hojas.

Superficie foliar total y superficie foliar expuesta

La hoja es la superficie de intercambio entre la planta y el medio aéreo así como el lugar donde se realiza la fotosíntesis, la intensidad de estos intercambios y de la actividad fotosintética dependen del área foliar (Welles y Norman 1991, Ollat et al. 1998, Cárcel et al. 2006).

Una forma de medir la superficie foliar es la total o la que recibe radiación en forma directa (Superficie Foliar Total). Este método es un buen indicador de la potencialidad fotosintética y por tanto de la capacidad potencial para producir azúcares (Carbonneau et al., 1987).

Es deseable una superficie foliar homogénea y con un fuerte crecimiento para que los pámpanos tengan un buen desarrollo en el envero (Tardaguila et al., 1993). La acumulación de azúcar en los frutos depende en gran parte de la superficie foliar eficiente durante el período entre el cuajado y la cosecha (Oreglia, 1979).

2.4.1.2 Pámpanos

Evolución y crecimiento de pámpanos y feminelas

El crecimiento de los pámpanos sigue en general una doble sigmoide y depende de las reservas almacenadas en la planta. En la primavera la demanda de crecimiento obliga a movilizar y utilizar las reservas de almidón de años anteriores (Winkler, 1965).

El crecimiento del pámpano es lento y es resultado de la formación de células nuevas y de su agrandamiento. La formación de estas células, para el crecimiento en longitud, se localiza en el ápice, donde el tejido meristemático predomina (Winkler, 1965).

Al momento de la floración, como resultado de la competencia momentánea por carbohidratos el alargamiento rápido de los brotes disminuye (Williams et al., 1987).

La disminución de la velocidad de crecimiento es muy rápida que luego se mantiene más lenta hasta el fin del ciclo (Winkler 1965, Champagnol 1984, Reynolds et al. 1994).

Mientras la fruta madura, el ápice del pámpano crecerá lento o parará de crecer. Bajo condiciones de alto vigor y con viñedos sobre suelos bien abastecidos en agua y nitrógeno, los pámpanos pueden continuar creciendo hasta después de la cosecha (Carbonneau et al. 1987, Smart y Robinson 1991).

La viña no cesa de crecer completamente como lo hacen los árboles al formar yemas terminales. Por el contrario, los brotes de la vid nunca forman yemas terminales, pueden aumentar su velocidad de crecimiento en cualquier época si se dan las condiciones favorables al crecimiento y hay disponibilidad hídrica en el suelo y abastecimiento de nutrientes (Winkler 1965, Branas 1974).

2.4.1.3 Hojas

Todas las hojas de una planta no se encuentran 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 esta constituido por hojas en diferentes condiciones. La relación entre la superficie foliar de hojas que reciben luz directa y la superficie total de hojas del viñedo, o índice foliar, refleja las condiciones de todas las hojas del cultivo: de las hojas al sol y de las hojas a la sombra (Champagnol 1984, Fregoni 1987, 1999).

El 70 % de la actividad fotosintética es debida a la luz directa, y ello representa 1/5 de hojas, esto determina la importancia 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 luz en la cuarta capa de hojas de la cobertura vegetal de un viñedo en espaldera presenta una actividad fotosintética 1/10 del máximo absorbido a la luminosidad óptima, la energía recibida a este fin es 1/60 de la luminosidad máxima. Las hojas situadas mas profundas, de la quinta a la décima, trabajan en el punto de compensación luminosa (Champagnol 1984, Cartechini y Palliotti 1995).

El comportamiento de la cobertura vegetal es muy diferente del comportamiento de una sola hoja. Las hojas expuestas a la luz directa reciben más energía por más tiempo. Al medio día, por efecto de la temperatura, la intensidad fotosintética de las hojas al sol es prácticamente nula y la de las hojas a la sombra es máxima. La actividad fotosintética de la hoja a la sombra puede representar gran parte de la actividad fotosintética global de la cobertura vegetal. Se estima que la intensidad fotosintética de las hojas a la sombra es un tercio de la intensidad total de las hojas del cultivo, pues las hojas a la sombra presentan más de la mitad de la superficie foliar total (Champagnol 1984, Carbonneau 1996).

Las hojas de las feminelas pueden significar un porcentaje importante del área foliar de la canopia de la viña. Se ha demostrado que las hojas de las feminelas tienen alta tasa de asimilación de CO₂ y contribuyen a la producción de fotosintatos tarde en la estación, los cuales son exportados hacia los racimos (Palliotti et al., 2000).

Edad de las hojas

Las hojas de las plantas experimentan cambios bioquímicos y fisiológicos durante su ciclo de vida. En un primer estado las hojas tienen un alto contenido de clorofila, nitrógeno y proteína, luego de un periodo de crecimiento las hojas entran en una fase de senescencia, y pierden clorofila y proteína. Paralelamente con este cambio bioquímico, también la actividad fisiológica de las hojas presentan variaciones: la fotosíntesis disminuye con el incremento de la edad de la hoja (Champagnol 1984,

Schubert et al. 1996, Vasconcelos y Castagnoli 2000). Las hojas de la base de los sarmientos, de tres meses de edad, van a manifestar una caída de la actividad fotosintética debido a la sombra recibida por las hojas más jóvenes ubicadas encima de estas y por una mayor competencia por agua, citoquininas y minerales (Champagnol, 1984).

En un pámpano la actividad de máxima fotosíntesis se va desplazando desde el desborre hasta la detención de su crecimiento. En las diferentes etapas del ciclo vegetativo (cuajado, envero, maduración) las hojas que presentan mayor actividad no son las mismas (Champagnol 1984, Fregoni 1999, Zufferey y Murisier 2003).

Schubert et al. (1996) realizó un ensayo en el cual se expuso a luz solar plena a las hojas del cv. Merlot, las que alcanzaron su máxima capacidad fotosintética cuando tenían 20-40 días: luego la fotosíntesis neta disminuyó con el incremento de la edad. Cuando la irradiancia fue reducida en estas hojas, la fotosíntesis aumentó hasta hojas de 50-60 días, por ejemplo, las hojas alcanzaron una fotosíntesis máxima promedio alrededor de 20 días después que en hojas expuestas a la luz solar plena. Estos autores plantean que las hojas viejas (50-60 días) tal vez exploten mejor la baja irradiación, mientras que las hojas jóvenes (20-40 días) ejecutan mejor la luz solar plena.

Durante la senescencia, los cloroplastos pierden progresivamente su potencial fotosintético, así como su contenido en proteína soluble y de membrana, y de clorofila. Por el contrario, la disminución en la fotosíntesis es poco afectada por la regulación estomática (Schubert et al., 1996).

Las feminelas son más eficientes en la fotosíntesis que las hojas axilares que las portan. Esta mayor actividad de las feminelas se debe a que son más jóvenes que la hoja del pámpano principal y además ellas están ligadas de una manera directa al racimo (Champagnol 1984, Vasconcelos y Castagnoli 2000).

2.4.1.4 Deshojado y expresión vegetativa

Al deshojar se elimina parte de la superficie foliar de la planta, cuando se realiza de forma parcial se 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 (Fournioux, 2001).

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

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 baya y a su vez los cambios microclimáticos al nivel de los racimos no serían muy notorio. 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).

En un ensayo realizado por Affonso y Stroegler (1999) se determinó que el deshojado no afectó de forma significativa la expresión vegetativa de la viña.

2.4.2 Rendimiento

El rendimiento de la viña, dado por el número y peso de bayas, número de racimos y peso de los mismos, es el resultado de una serie de procesos que tienen lugar a partir de la inducción de las yemas antes de la cosecha y están relacionados con factores internos y externos de la planta.

El cultivar y la posición o rango de la yema influye sobre el número y peso del racimo. En un estudio realizado por Ferrer y García (1992), para varios cultivares, encontraron mayor influencia varietal en el número y peso del racimo, que de la posición de las yemas en el cargador.

El clima juega un rol muy importante en el rendimiento de un viñedo. Según Smart y Robinson (1991) la luz afecta todos los componentes del rendimiento. En las zonas más expuestas de un viñedo, se encuentra mayor número de racimos por brote, mayor peso del racimo, mayor número de bayas y mayor peso de las mismas.

2.4.2.1 Componentes del rendimiento

Número de racimos

Uno de los principales componentes del rendimiento es el número de racimos, el cual depende de las condiciones climáticas durante el periodo de inducción-diferenciación, de la fertilidad de la yema y del número de yemas dejadas tras la poda.

La inducción y diferenciación de los primordios de inflorescencia de racimos para la cosecha del próximo año, comienza inmediatamente luego de la brotación de la estación actual y es completada entre el invierno y la cosecha determinando el número de racimo por pámpano (May y Antcliff 1963, Swanepoel y Archer 1988, Sánchez y Dokoozlian 2005).

La producción de primordios de racimo de un pámpano depende del sombreado de la canopia. Estudios realizados sugieren que la luz que llega al nudo es importante para disparar esta respuesta. Otros autores sostienen que la hoja anterior al nudo es la que recibe el estímulo de luz. La disminución del sombreado de la canopia en la sección de los brotes que van a ser podados el próximo invierno, es importante, porque la respuesta a la luz es muy localizada (Smart y Robinson, 1991).

La fertilidad de yemas varía con el sombreado así como con la posición de la yema en el pámpano. Las yemas que contienen brotes y racimos para la siguiente estación, empiezan a crecer en primavera, simultáneamente al crecimiento de brotes (Borges y Ronchi, 2001).

Durante la poda se determina el número de yemas y, por consiguiente, el número de racimos por planta. Al aumentar el número de yemas por planta, el número de racimos aumenta de manera no proporcional. Esto se debe a que las yemas compiten entre si por agua y de sustancias nutritivas. Debido a esto el coeficiente de fertilidad tiene una correlación negativa con el número de yemas dejadas en la poda (Nikov, 1987).

Peso del racimo

Este componente del rendimiento depende del número de bayas por racimo y del peso medio de las bayas, parámetros influenciados por: factores genéticos (fundamentalmente presencia y número de semillas), por la carga que provoca una disminución del peso medio de los racimos y por el microclima de la canopia.

Las condiciones ambientales durante la floración determinan el cuajado y por ende el número de bayas por racimo y su peso. En un ambiente frío y húmedo se asocia siempre con un reducido número de bayas por racimos, o pequeñas bayas sin semillas. El cuajado ha sido mostrado que es reducido en condiciones sombreadas y un cuajado pobre es comúnmente observado en el centro de la canopia (Ferree et al., 2000).

El sombreado del interior de la canopia causa una reducción en el crecimiento de las bayas debido a una restricción en la fotosíntesis y un retraso en la acumulación de azúcares. La diferencia en el crecimiento entre bayas sombreadas y las expuestas a la luz, se hace significativa después de enero (aproximadamente dos semanas después) ya que las expuestas siguen creciendo prácticamente hasta la cosecha mientras las otras detienen su crecimiento (Iacono et al., 1992). Estos autores reportan para el cv. Cabernet-Sauvignon, que las bayas provenientes de plantas sombreadas (50%) fueron significativamente menores que las expuestas a pleno sol.

2.4.2.2 Deshojado y rendimiento

Todo aquello que afecte el rendimiento de la vid se refleja en su follaje (Valdivieso, 2005).

Varios autores han observado que la época e intensidad de deshojado influyen en el rendimiento de la vid. El rendimiento medio por planta fue menor en los tratamientos en los cuales el deshojado se realizó en cuajado que cuando éste se realizó en envero. Cuando se deshojó en cuajado, la mayor intensidad produjo una disminución significativa en el rendimiento por planta, lo cual no ocurrió cuando se deshojó en envero (Gutiérrez, 2002). Esta disminución del rendimiento fue debida a racimos pequeños y livianos (Poni 2005, Poni et al. 2006).

La exposición de los pámpanos a la luz no tuvo efecto en la fertilidad de la yema, sin embargo la mayor exposición de las hojas determina una mayor fotosíntesis y asimilación del carbono lo cual afecta la fructificación (Sánchez y Dokoozlian, 2005).

Gutiérrez (2002) estudiando el efecto del deshojado en la variedad Listán Negro observó que el peso medio del racimo fue inferior en el deshoje en cuajado independientemente de la intensidad del mismo. Cuando el deshojado se realizó en cuajado, y se varió la intensidad del mismo se observó que el peso del racimo fue menor a mayor intensidad.

Por otra parte, varios autores reportaron que el deshojado y/o posicionamiento de brote no influyó sobre los componentes del rendimiento (Caspari et al. 1998, Zoecklein et al. 1998, Affonso y Striegler 1999, Vasconcelos y Castagnoli 2000, Spayd y Prosser 2001, Muñoz et al. 2002).

No se observó efectos del deshojado sobre el peso de bayas o de racimos en estudios realizados por Smith et al. (1988). Morrison (1990) observó un menor peso de bayas en follajes sombreados mientras que Crippen y Morrison (1986), encontraron un mayor peso de bayas en racimos ubicados a la sombra. Por otra parte, Muñoz et al. (2002), observó que la sombra sobre el follaje y los racimos, impuesta mediante el posicionamiento de pámpanos poco antes del envero, no afectó el peso de bayas.

2.4.3 Indicadores fisiológicos

2.4.3.1 Superficie Foliar / Rendimiento

La productividad de fruta esta estrechamente ligada a la expresión foliar de la planta (Ferrer y González-Neves 2000, Gonçalves y Mirand 2003). La relación

hoja:fruto es un índice que permite analizar si la planta se encuentra o no equilibrada en su desarrollo vegetativo y productivo. El balance fuente-fosa es uno de los principales indicadores para evaluar el potencial productivo de una planta, tanto en rendimiento como en calidad (Champagnol, 1984).

Tardáguila et al. (1993) observaron que el reparto de fotosintatos debe ser equilibrado entre el crecimiento de los pámpanos y de las frutas, y que debe existir un equilibrio entre la superficie foliar y la producción.

La relación superficie foliar externa y el rendimiento influyen en el tenor de azúcares de las bayas y puede explicar sus variaciones. La superficie foliar expuesta potencial es un indicador de la fotosíntesis neta, responsable de la producción de fotoasimilados y por tanto del tenor potencial de azúcares de la baya (Murisier y Zufferey 1995, Tomassi et al. 1999, Carbonneau et al. 2000). Por su parte, varios autores observaron que para obtener una concentración de azúcar de 193 gr/l la relación entre superficie foliar (m^2) y rendimiento (Kg.) debe ser entre 1.1 y 1.2. Además, el máximo peso de la baya y coloración de la piel se obtiene con una relación de 1.1 a 1.4 m^2/kg de uva (Kliewer y Dokoozlian 2005, Poni 2005). Murisier et al. (1995) determinaron que se necesitan en promedio 1 metro cuadrado de cobertura vegetal (superficie foliar) por kilo de racimos para obtener un tenor en azúcares suficiente en los mostos.

Murisier y Zufferey (1997) en sus estudios observaron que es necesario un valor promedio por metro cuadrado de superficie foliar expuesta por kilo de uva, para obtener un tenor de azúcares adecuado en el mosto. Este valor puede variar entre 0.8 y 1.2 m^2/Kg . dependiendo de las condiciones climáticas del año de producción. En años climáticamente desfavorables este valor puede llegar a 1.4 m^2/Kg .

Kliewer y Wever (1971) observaron, a propósito de la relación hoja-fruto, que existe una correlación significativa entre la superficie foliar y la composición del color de la baya. Estos autores proponen que la relación entre la superficie foliar (cm^2) y la producción (g) debería estar comprendida entre 1,1 y 1,4 m^2/Kg .

Carbonneau (1996) plantea que el rango óptimo para la relación entre la superficie foliar expuesta potencial y el rendimiento, para un viñedo conducido en lira, es de 0.6 a 1.04 m^2/Ha , para lograr un equilibrio vegeto-productivo.

Esto permite determinar medidas de manejo, modificando el área foliar o la carga, con el objetivo de alcanzar el equilibrio óptimo entre el crecimiento vegetativo y el rendimiento (Dokoozlian y Kliewer, 1995).

También se debe tener en cuenta donde se encuentra el volumen de hojas. Las hojas mas cercanas al racimo, fundamentalmente las hojas por debajo o a la altura de los racimos son las que mas alimentan al mismo, ya que los fotoasimilados parecen moverse acropetamente, si bien confirma la existencia de un pool metabólico (Fournioux, 1997).

2.4.3.2 Superficie foliar expuesta potencial y producción anual de materia seca (PAMS)

Carbonneau (2003) desarrollo el concepto de que la arquitectura de la vegetación de la planta es un elemento importante del microclima y de su equilibrio fisiológicos internos y externos. Estas palabras son la base del equilibrio entre la superficie foliar expuesta potencial (SFEp) y la producción anual de materia seca renovable producida por la planta (PAMS).

Según Carbonneau (1996), la producción de materia seca anual estima bastante bien la materia seca renovable total producida por la planta en la medida que exista una buena relación entre el crecimiento aéreo y el crecimiento radicular. La producción de materia seca es un buen indicador de funcionamiento fisiológico de la planta y representa el nivel de actividad metabólica alcanzado por la planta para permitir su crecimiento y desarrollo.

La producción anual de materia seca es la suma de peso de poda multiplicado por 0.5, coeficiente que considera el porcentaje medio de materia seca de madera, y el peso de cosecha multiplicado por 0.2, coeficiente que estima el promedio de materia seca de los racimos.

La relación entre la producción de materia seca y la SFEp permite determinar la posible oferta de la planta para invertir en las actividades metabólicas. Esta consideración esta en relación directa con las nociones de calidad y de permanencia del cultivo.

Estas relaciones nos proporciona información sobre el potencial de la planta de producir fotoasimilados (SFEp) y el consumo de los mismos expresado como materia seca anual renovable (producción de materia seca) y maduración de la uva (Carbonneau, 2003).

2.4.3.3 Índice de Raváz

La relación que existe entre el desarrollo vegetativo y productivo de un viñedo, afecta el comportamiento cualitativo de la cosecha (Ferrer et al., 2003). A partir de esto

se estableció una correlación altamente significativa entre la producción de uva y madera, expresado como Índice de Raváz (Mescalchin et al., 1995).

El equilibrio de la producción fruta-madera, expresada como Índice de Raváz, alcanzado por la planta determina la performance enológica de la cosecha (Ferrer et al., 2003).

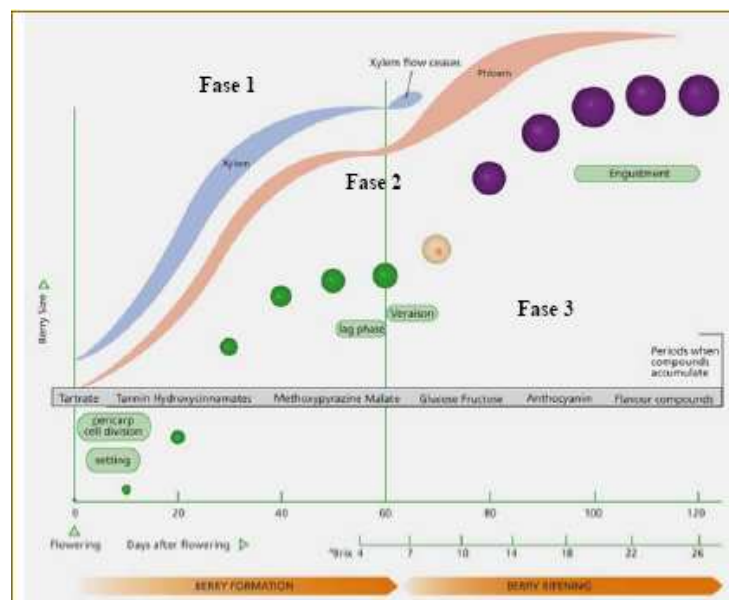
2.5 EFECTOS DEL DESHOJADO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA UVA

Uno de los factores que determina la calidad del racimo de uva es la elección de una adecuada fecha de cosecha para obtener vinos de calidad, lo que dependen de una buena madurez de la uva y de las condiciones climáticas en que esta ocurra (Pieri y Fermaud 2001, González – Neves et al. 2003, Leeuwen et al. 2004).

2.5.1 Fisiología de crecimiento y maduración de la baya

El desarrollo del grano consiste en dos períodos sucesivos de crecimiento separados por una fase estacionaria, describiendo una curva doble sigmoide (Winkler 1974, Coombe 1992, Ollat 2002).

Figura 1: Diagrama del desarrollo de la baya.



Fuente: Kennedy (2002).

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

2.5.1.1 Fase I: herbácea

La primera fase, o período herbáceo, comprende el período entre cuajado y envero, dividiéndose en 2 subfases, una de crecimiento lento del tamaño del grano y otra de crecimiento rápido (Fregoni 1987, 1999). La duración de esta etapa es de 25 a 45 días (Champagnol 1984, Fregoni 1987, 1999)

La división celular alcanza el máximo ocho días después de floración y finaliza a los 30-40 días, con la división de las células de la piel. Durante esta etapa, el contenido de ADN de la baya aumenta. La división celular es el factor principal del crecimiento de la baya, durante la primera quincena después de antesis (Ollat, 2002).

La baya, de textura firme y color verde debido a la presencia de clorofila en el hollejo, tiene actividad fotosintética, la que contribuye a su crecimiento. En este período, la baya aumenta notablemente de tamaño, tanto en volumen como en peso (Fregoni, 1987, 1999).

El contenido de azúcar es bajo, contrariamente al contenido de los ácidos orgánicos que se comienzan a acumular, así como otros compuestos tales como taninos, aminoácidos, micronutrientes y compuestos aromáticos (Kennedy 2000, Dokoozlian 2002).

El estímulo hormonal de esta fase está regulado por giberelinas, provenientes del embrión de la semilla, y auxinas y citoquininas (Champagnol 1984, Fregoni 1987, 1999).

2.5.1.2 Fase II: envero

El comienzo de la segunda fase está dado por una disminución importante de la síntesis de hormonas de crecimiento (Blouin y Guimberteau, 2000). La fuerte disminución de las auxinas, giberelinas y citoquininas, junto con una leve emisión de etileno y un aumento gradual de ácido abscísico, son los desencadenantes de esta etapa (Coombe, 1973).

Esta fase, que dura entre 2 y 4 semanas, se caracteriza por un retardo en el crecimiento del grano y por el desarrollo del endosperma y del embrión de la semilla, que alcanza el tamaño definitivo (Fregoni 1987, 1999).

La baya toma progresivamente la coloración del cultivar. La clorofila disminuye y la baya toma un aspecto traslúcido donde, en uvas blancas, pasa del verde al amarillo (flavones), mientras que en uvas tintas pasa al rojo (antocianos), cuya intensidad depende de la variedad (Champagnol 1984, Fregoni 1987, 1999).

En esta fase, la baya deja de fotosintetizar, pero se inicia la síntesis de aromas, polifenoles y otros compuestos. Al final del envero, la baya comienza a ablandarse, debido a que en las paredes celulares del mesocarpo y endocarpo comienzan el proceso de hidrólisis de los pectatos (Fregoni, 1999).

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

2.5.1.3 Fase III: maduración

Esta tercera etapa abarca desde envero a cosecha, teniendo una duración de aproximadamente 50 días. En esta etapa se reanuda el crecimiento del grano, debido al agrandamiento celular, aumentando el volumen del grano, en el cual se produce una distensión celular, acumulación de azúcar y agua (Blouin y Guimberteau, 2000).

Esta fase comprende una serie de procesos, la mayoría de los cuales son responsables de las principales características de la calidad de la uva. Los principales procesos involucrados son: engrosamiento de la baya (fundamentalmente por distensión celular), modificación de la consistencia de los tejidos, aparición de pruina, acumulación en cáscara de pigmentos responsables del color final (flavónicos en cultivares blancos y antocianicos en cultivares tintos), disminución de la acidez, síntesis de las sustancias aromáticas, modificación de los elementos minerales, incremento de las vitaminas y evolución en la actividad enzimática (Champagnol 1984, Fregoni 1987, 1999).

Luego del envero, el alargamiento de la baya es precedido por un ablandamiento y acumulación de azúcar por varios días (Coombe y Phyllips 1980, Ollat 2002). En las etapas tempranas de expansión de la baya, la elasticidad de los tejidos de la piel disminuye, mientras la deformación de la baya aumenta. El ablandamiento de la pared celular puede ocurrir primero en tejidos suculentos, permitiendo la acumulación de azúcar, seguido de la expansión de la baya (Huang y Mand 2001, Ollat 2002).

2.5.2 Tamaño y peso de baya

El ciclo de crecimiento de la baya se inicia luego de cuajado y se extiende hasta la cosecha (Fregoni, 1987). El tamaño y el peso de la baya son factores de importancia cuando el objetivo es la producción de vinos de calidad. El efecto positivo de las uvas pequeñas es la elevada proporción piel / pulpa lo cual tiene un efecto sobre la extracción del color (Valdivieso, 2005).

El crecimiento del grano depende del suministro de fotosintatos, agua y otros nutrientes. Durante la maduración, la baya se muestra sensible al estrés hídrico, a la mejora de las condiciones de iluminación y a la competencia con el crecimiento vegetativo previo al envero (Valdivieso 2005, Fregoni 1999).

El tamaño y peso de la baya puede ser modificado a través de la gestión del follaje. Al aumentar la exposición de la fruta a la radiación solar, la temperatura de la baya aumenta y el peso de la misma disminuye (Kliwer, 1970). El peso de la baya varía en función de la exposición a la luz y con temperaturas superiores a 30 ° C durante la maduración. Sin embargo, la exposición directa de los racimos al sol y temperaturas elevadas, desde cuajado a envero fundamentalmente, promueven el crecimiento de la baya (Jones y Davis, 2000).

Price (1995) observó diferencias morfológicas entre los racimos provenientes de distintas exposiciones. Los racimos totalmente expuestos y sombreados presentaron menor peso y tamaño que aquellos expuestos a intensidades de luz moderadas. Los racimos sombreados presentaron menor número de bayas pero de mayor peso que los racimos expuestos a altos niveles de luminosidad. El bajo peso de los racimos sombreados fue debido a un bajo número de bayas por racimos, mientras que en los racimos expuestos fue debido a un menor tamaño de la baya.

Kliwer (1970) estudiando el efecto del momento y severidad del deshojado en el crecimiento y composición de las bayas, observó que cuando el deshojado se realiza en cuajado, el tamaño de la baya disminuye en comparación con tratamientos en donde se deshojó mas tarde. Según este autor, esto podría tener dos causas: el deshojado temprano reduce el tamaño y el número de células por baya, mientras que deshojados mas tardíos solo reducen el tamaño de las células, o el deshojado en cuajado podría reducir la síntesis de hormonas, cuyo objetivo es reforzar el crecimiento de la baya, determinando un menor tamaño de la misma.

Cuando demasiada área foliar es removida al realizar el deshojado, se reduce el peso de la baya y la acumulación de sólidos solubles (Vasconcelos y Castagnoli 2000, Maigre 2004). El peso de la baya fue la variable que mas estuvo afectada por el

deshojado cuando este se realizó en cuajado, al reducir el área foliar y por tanto la producción de fotoasimilados (Kliewer 1970, Caspari et al. 1998).

Por otra parte, en estudios realizados por Williams et al. (1987), Macaulay y Morris (1993) no encontraron diferencias significativas en el peso de la baya debida a la exposición de los racimos. No se registraron efectos de la temperatura o de la exposición de los racimos a la radiación solar en el peso de la baya (Spayd et al., 2002).

2.5.3 Maduración de la baya

Estudios realizados alrededor del mundo han mostrado que el microclima de la canopia influye en la calidad de la uva y el vino (Serrano y Renard 2001, González-Neves et al. 2003, Tomasi et al. 2003). Dichos resultados fueron reportados para climas templados y cálidos incluyendo diferentes variedades. Esto lleva al desarrollo de algunos principios del efecto del microclima en la composición de la baya y por tanto en la calidad del vino.

2.5.3.1 Azúcares

Cuando comienza la maduración, la concentración de azúcares aumenta continuamente. La principal causa de acumulación de azúcar es el transporte de sacarosa desde las hojas y sitios de reserva por el sistema vascular central y periférico. Otra causa es la pérdida de agua en un estado de madurez avanzada o sobre madurez, cuando se dificulta el transporte por el floema. Por el contrario, una disminución de la concentración se debe a un aumento del agua y a pérdidas por exportación o metabolización (Coombe 1987, Coombe 1992, McCarthy y Coombe 1999).

La concentración de azúcares relacionada con una deshidratación de uvas maduras también es afectada por la temperatura. La sombra al disminuir la temperatura en los racimos reduce la concentración de azúcar en la baya (Smart et al. 1985, 1988, Reynolds et al. 1986). De acuerdo a Champagnol (1984) el aumento en la concentración de sólidos solubles se debería a un efecto de una mayor temperatura de las bayas durante su maduración, favoreciendo una mayor traslocación de fotosintatos.

En zonas cálidas donde las uvas presentan un alto contenido de azúcar, un aumento no significa necesariamente mejor calidad en el vino, en contraposición con lo que sucede en zonas frías (Gil, 2001).

Según Jones y Davis (2000) la variación en la concentración de azúcar de las bayas del cv. Cabernet-Sauvignon esta explicada por las precipitaciones en floración y

envero (en forma negativa) y por la insolación y los días con temperaturas superiores a los 30 ° C (en forma positiva).

Las modificaciones del follaje con el propósito de alterar el microclima, afecta el tenor de azúcar. La eliminación de hojas a nivel del racimo, mejora la acumulación de azúcar a través de un incremento de la temperatura de las bayas (Pszczółkowski et al. 1985, Muñuz et al. 2002). La concentración de azúcares es significativamente mayor en las bayas provenientes de racimos expuestos por deshojado (Hunter et al. 1991, Dokoozlian y Kliewer 1995, Price 1995, Dokoozlian et al. 2001).

Morrison (1988), Spayd et al. (2002) observaron que la mayor exposición del follaje, debidas a una correcta gestión del mismo, favorece mas la acumulación de azúcar en las bayas que la exposición de los racimos. La menor exposición del follaje a la luz afectó negativamente la acumulación de azúcar en las bayas. Esto puede deberse a que el deshojado produce un incremento de la fotosíntesis de las hojas remanentes (Spayd y Prosser 2001, Schultz 2001).

El deshojado en cuajado presentó un nivel superior de sólidos solubles que el deshojado en enero, independientemente de la intensidad del mismo (Gutiérrez, 2002).

Según Vasconcelos y Castagnoli (2000) la remoción de hojas basales cuatro semanas después de floración reduce el contenido de sólidos solubles del mosto en cosecha. Estos autores observaron que bajo sus condiciones de estudio, el crecimiento vegetativo se detiene temprano en la estación y la disminución de la superficie foliar debida al deshojado no fue compensada por un crecimiento de feminelas, lo que determinó una menor acumulación de sólidos solubles en la baya (Spayd y Prosser 2001, Schultz 2001).

Al deshojar se remueve gran parte de la superficie foliar funcional, lo que afecta la acumulación de azúcar en las bayas (Muñoz et al., 2002). La menor proporción de superficie foliar fue la causa probable de una menor concentración de azúcar en los mostos de los tratamientos sombreados. La condición de sombra obtenida al disminuir el volumen del follaje, afectó la exposición tanto de los racimos como de las hojas.

Sin embargo, varios investigadores han observado que no hay un efecto significativo en la concentración total de azúcar debida a una mayor exposición de los racimos a la radiación solar (Williams et al. 1987, Howell et al. 1994, Zoecklein et al. 1998, Affonso y Striegler 1999, Lavin y Pardo 2000).

2.5.3.2 Ácidos

La baya contiene ácidos tartárico, málico y cítrico principalmente. Un 90 % del ácido de la baya corresponde a tartárico. Su síntesis ocurre en hojas y bayas jóvenes por metabolización de azúcares, con procesos oxidativos del ácido ascórbico y el ácido flucónico (Ribéreau-Gayon, 2001). En la hoja se encuentra como cristales cálcicos y también ligado con fenoles, cerca del momento de abscisión ocurre una migración hacia las bayas o sarmientos. La acumulación de ácido tartárico está poco influenciada por la temperatura pero fuertemente favorecida por condiciones hídricas. La degradación de éste ácido es de poca magnitud y se almacena como sal, principalmente de calcio (Gil, 2001).

El ácido málico se sintetiza por dos vías de reducción, una es la vía del ácido oxalacético, catalizado por la malato deshidrogenasa, y otra es la vía del ácido pirúvico por acción de la enzima málica de menor magnitud (Gil, 2001). Aunque las bayas son capaces de sintetizar ácido málico, la mayor parte proviene de las hojas ligando la actividad vegetativa con la síntesis. La degradación de este ácido es de alta magnitud y se ve fuertemente afectada por las altas temperaturas. La disminución del ácido málico durante la maduración ocurre por consumo al ser un importante sustrato para la respiración (Coombe, 1987).

La concentración de ácidos es máxima durante el envero disminuyendo posteriormente por transformación en azúcares y por la formación de sales (Ribéreau-Gayon, 2001).

La evolución de los ácidos se puede medir como acidez total y depende mucho de la variedad y del clima. La acidez total puede no proporcionar una información muy precisa ya que el ácido málico y el ácido tartárico se comportan de forma muy distinta en función del ambiente en el que se desarrolla la baya (Morales, 1987).

Las precipitaciones y la temperatura durante el período de maduración tienen un rol fundamental en la acidez de las bayas. Según Jones y Davis (2000) las precipitaciones durante la floración explican el 66 % de la variabilidad en los niveles de acidez total en el cv. Cabernet-Sauvignon mientras que los días con temperaturas mayores a 30 ° C durante floración y envero bajaron la acidez total.

La exposición de los racimos produce mas azúcar y color, y menor acidez y pudrición gris, efectos que son acentuados en años fríos, y cuando los racimos reciben muy bajos niveles de radiación (Kliewer et al., 1988). Los racimos expuestos presentaron menor acidez titulable que los racimos sombreados, lo cual se puede deber a la diferencia en los niveles de ácido málico (Dokoozlian y Kliewer 1995, Price et al. 1995, Zoecklein 1998, Maigre 2004).

Reynolds y Wardle (1989) al realizar un deshoje luego del envero observaron una disminución de la acidez. Según Smart et al. (1985, 1988), Reynolds et al. (1986) los mostos provenientes de bayas sombreadas presentan un mayor contenido de ácido tartárico, debido a una madurez tardía. La mayor acidez total se obtuvo en los tratamientos sombreados y con temperaturas medias (Dokoozlian et al. 2001, Spayd et al. 2002). Comparando bayas creciendo a 20 ° C con bayas creciendo a 30 ° C se observó un mayor nivel de ácido málico debido a una mayor actividad respiratoria (Buttrose et al., 1971).

El deshojado en cuajado presento una menor acidez total que cuando se realizó en envero, independientemente de la intensidad del mismo (Gutiérrez, 2002).

Por el contrario, varios autores no observaron diferencias entre al modificar el microclima en la acidez total, el pH ni en el contenido de potasio en vino (Williams et al. 1987, Lavin y Pardo 2000, Muñoz et al. 2002).

2.5.3.3 pH

El pH aumenta durante la maduración de la baya, estabilizándose durante la madurez de la pulpa, aumentando levemente en los primeros estados de sobre madurez, para luego disminuir en estados mas avanzados de sobre madurez.

El ácido tartárico posee una mayor capacidad tampón que el málico, lo que lo hace de gran importancia en el establecimiento y mantenimiento del pH bajo en uvas y mostos en condiciones ambientales cálidas. (Possner y Kliever, 1985).

El potasio tiene grandes implicaciones en el pH y en el mantenimiento del ácido tartárico. La acumulación de K en el grano es baja durante el envero, pero aumenta significativamente durante la maduración, paralelamente al aumento de sacarosa y al flujo de agua en el floema. Cualquier factor que genere un estrés en la planta reduce la producción de sacarosa en las hojas y disminuye la formación de ácidos orgánicos estimulando la carga y el transporte de potasio a la uva, aumentando el pH y retardando la maduración (Possner y Kleiwer 1985, Rogiers et al. 2000).

Entre los factores habituales de estrés se encuentra la sombra del follaje (que lleva a una reducción en la disponibilidad de sacarosa), temperaturas demasiado altas o demasiado bajas, vientos, estrés hídricos, estancamiento del agua, carencias nutricionales, exceso de N e infecciones de las hojas y el fruto. Una adecuada gestión del follaje durante el período de crecimiento del grano permite aumentar la capacidad fotosintética y por consiguiente la producción de sacarosa en la maduración. Un follaje

bien expuesto antes y después del envero permite obtener un nivel máximo de fotosíntesis en las hojas jóvenes y estimular la actividad en hojas viejas (Possner y Kleiwer, 1985).

El sombreadamiento aumenta la acumulación de K en la baya aumentando el nivel de pH, durante la maduración (Smart et al. 1985, Macaulay y Morris 1993, Dokoozlian y Kliewer 1995) Estos resultados concuerda con lo obtenidos por Spayd et al. (2002) que observó que el pH mayor se obtiene en los tratamientos sombreados y con temperaturas altas. El deshojado en cuajado presento un pH mayor que cuando se realizó en envero, independientemente de la intensidad del mismo (Gutiérrez, 2002).

Por el contrario, en varios ensayos no se encontraron diferencias significativas en el pH al modificar la carga o las condiciones microclimáticas del viñedo (Williams et al. 1987, Howell et al. 1994, Price et al. 1995, Zoecklein et al. 1998, Lavin y Pardo 2000, Muñoz et al. 2002).

2.5.4 Madurez fenólica

2.5.4.1 Polifenoles y Antocianos

Los compuestos fenólicos de la uva se encuentran principalmente en la piel, específicamente en las células epidérmicas y en las semillas, siendo su concentración muy baja en la pulpa, con excepción de los cepajes tintos, cuya pulpa es rica en antocianos (Price et al. 1995, Gonzalez-Neves 1999, Reynier 2002).

Los compuesto fenólicos se agrupan en ácidos fenólicos, estilbenos, flavonoides y taninos condensados y son de gran importancia para la uva por su participación en el color y calidad organoléptica (Ribereau-Gayon 2001, Martinez de Toda 2007).

El nivel de maduración de la vendimia puede estar definido en función de la composición fenólica de la baya. La madurez fenólica no esta definido por una obtención de la concentración optima de compuestos fenólicos así como buen nivel de extractibilidad de antocianos de la película. La composición fenólico evoluciona de forma diferente en comparación con la madurez fisiológica de la pulpa (sólidos solubles, acidez total y pH) (Gil y Yuste 2003, Gonzalez-Neves y Ferrer 2005).

La madurez fenólica y los valores analíticos correspondientes depende de la extractibilidad de los fenoles, que esta condicionada por el tamaño relativo de los hollejos y granos y el nivel de degradación de las células de los hollejos (González-Neves et al., 2001).

Las concentraciones de fenoles aumentan a partir del envero y se ve favorecida por un crecimiento moderado, tanto vegetativo como de la baya, por la luz, las temperaturas moderadas y desfavorecida por altos niveles de nitrógeno y de hormonas como auxinas y citoquininas (Price et al., 1995). Los taninos, responsables de la astringencia, se acumulan durante la maduración principalmente en la piel y la semilla.

El contenido de polifenoles en la semilla disminuye dramáticamente con la maduración, estas cambian de color, disminuyendo en un 90 % el flavan-3-ol-monómeros y en un 60 % procianidinas (Kennedy et al., 2000). En sobremaduración su contenido se estabiliza.

Por otra parte, los antocianos comienzan a acumularse en la película desde envero para luego llegar a un nivel máximo en la madurez tecnológica (Gil y Yuste 2003, Gonzalez-Neves y Ferrer 2005).

Los antocianos (flavonoides) compuestos por una antocianidina y glucosa son responsables de otorgar el color rojo o negro a las uvas. El color se desarrolla de forma lineal durante la maduración de la uva hasta que se detenga el ingreso de azúcar a la baya una vez alcanzada la madurez de la pulpa (Ribereau-Gayon, 2001), requiriendo de luz y temperatura para su síntesis.

2.5.4.2 Efecto del deshojado sobre la madurez fenólica de la uva

Los mayores contenidos fenólicos de los vinos elaborados a partir de viñedos conducidos en lira pueden deberse al microclima al que los racimos estuvieron expuestos, determinado por el sistema de conducción. La luz es el factor que incide sobre estos compuestos al activar las enzimas responsables de su síntesis, por lo que la insolación de los racimos es fundamental para obtener una buena coloración de los granos (González-Neves y Ferrer 2000, 2005)

La actividad de las enzimas implicadas en la síntesis de antocianinas está controlada por la luz. La luz también promueve la expresión de los genes que participan en la biosíntesis de los flavonoides (Champagnol, 1984). Boubals (1991) menciona que la exposición directa de los racimos al sol es necesaria para que la uva adquiera coloración suficiente. Autores como Cripin y Morrison (1986), Smart et al. (1988) señalan la importancia de la luminosidad en relación a la mayor acumulación de polifenoles totales, debido a que ésta es fundamental en la actividad de la enzima fenil-analina-amonio-liasa, responsable de su síntesis (Morrison y Noble 1990, Gonzalez-Neves et al. 2003).

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

Los niveles promedio de antocianos de la piel y fenoles totales por tratamiento varían en función de la temperatura que es afectada por la radiación solar incidente (Dokoozlian et al. 2001b, Oberholster 2007). La exposición de los racimos a la radiación solar produce temperaturas de 5 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 1977, Martinez de Toda Fernandez 2007). 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 a 30 ° C a iguales condiciones de luminosidad.

Temperaturas nocturnas de 15 ° C resultaron mas favorables que a 25 ° C. Temperaturas diurnas y nocturnas de 25 ° C y 15 ° C respectivamente, fueron mas positivas que cuando permaneció a 25 ° C día y noche (Kliewer y Torres, 1972).

Muñoz et al. (2002) no encontró influencia de la carga o del microclima sobre el contenido de antocianos totales en el vino. La intensidad colorante de los vinos provenientes de bayas en condiciones de sombra fue significativamente menor que la de los vinos de las condiciones normales o expuestas. Resultados similares obtuvieron Zoecklein et al. (1998).

El sombreado sobre el racimo provoca una disminución del contenido de fenoles y de antocianos y aumenta el de ácido málico (Gonzalez-Neves et al., 2004). La gestión del follaje, en particular el deshojado, tiene un efecto importante en la modificación de la luminosidad y la temperatura de la baya, lo que afecta la madurez fenólica. Con temperaturas bajas (15 a 20 ° C) se ha observado una mayor síntesis de estos pigmentos que con temperaturas altas (25 a 30 ° C). Las altas temperaturas durante el periodo de incremento de la coloración, producen inactivación del sistema enzimático encargado de la formación de antocianos y removilización y acumulación de azúcares. La mayor intensidad lumínica mejora la coloración de la fruta (Callejas 2005, Yamane et al. 2006, Oberholster 2007).

El deshojado en cuajado resultó en una mayor concentración de antocianos y fenoles totales. El tratamiento con mayor intensidad de deshojado presentó un 37 % mas de antocianos que el tratamiento sin deshojar, resultados que pueden ser extrapolados a el contenido de fenoles totales del vino (Schultz 2001, Gutierrez 2002).

La acumulación total de antocianos tuvo un incremento neto, en el racimo y en las bayas individuales cuando estuvieron expuestos a altas temperaturas debido a la exposición al sol dada por un correcto manejo del follaje (Tomasi et al., 2003).

Evaluaciones sensoriales han concluido que las bayas de plantas deshojadas producen vinos que tienen bajo flavones vegetales y altos frutales en comparación con vinos provenientes de bayas sombreadas (Macaulay y Morris 1993, Serrano y Renard 2001).

La expresión del color también depende del pH. Una buena exposición de la zona de los racimos es igualmente importante antes y después del envero, para alcanzar un nivel máximo de metabolismo en la fosa, para atraer la sacarosa, realizar las funciones de respiración, sintetizar ácidos orgánicos, disminuir el pH y producir antocianos (color) y compuestos aromáticos de la baya. (Valdivieso, 2005).

2.6 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL DESARROLLO DE PODREDUMBRES DE RACIMO

2.6.1 Importancia

Las podredumbres de racimo inciden negativamente en el resultado económico de los viñedos, ya que impiden la producción eficiente de vinos de alta calidad, a la vez que afectan el rendimiento en kilogramos por hectárea (Fermaud et al. 2003, Profit y Genevet 2003). La ocurrencia de podredumbres se relaciona con una interacción de factores que llevan a que se trate de una problemática compleja, ya que: - existen limitantes en el uso de funguicidas cerca de la cosecha, - el desarrollo de las infecciones depende de la ocurrencia de lluvias o alta humedad relativa previo a la cosecha, - existen diferentes susceptibilidades debidas a la variedad, el sistema de conducción y el tipo de poda (Ferrer et al. 2003, Piccardo et al. 2007).

Estas enfermedades reducen seriamente el rendimiento y la calidad de la cosecha. La disminución de la producción esta dada por el descarte de los racimos, la pérdida de jugo, y la deshidratación de las bayas, mientras que la calidad se ve afectada en la medida que los microorganismos causales de podredumbres modifican la composición química de las uvas y el vino, a la vez que producen toxinas que afectan la salud humana (Pearson y Goheen, 1996).

La podredumbre de los racimos de vid es una enfermedad causada por una serie de hongos y bacterias, siendo *Botrytis* sp. y *Aspergillus* sp. los hongos mas importantes.

Botrytis sp., agente causal de la podredumbre gris, altera la calidad del mosto y del vino. El hongo convierte los azúcares simples en glicerol y ácido glucónico y segregan polisacáridos que dificultan la clarificación de los vinos. Al mismo tiempo el

hongo produce la enzima lacasa que cataliza la oxidación de compuesto fenólicos. Esta enzima se forma en estados tempranos del desarrollo de la baya y aumenta con el incremento de las infecciones de *Botrytis* sp. La lacasa es soluble en el mosto, resiste al efecto inhibitorio de SO₂ y el alcohol, y es muy difícil de remover con bentonita. Esta enzima es muy estable y puede tener actividad en el vino por meses, mientras se oxidan los compuestos fenolicos. Las consecuencias del vino comienzan por un amarronado como resultado del incremento de la oxidación y continúa con el desarrollo de sabores amargos y olores desagradables (Joubert y Archer, 2002). La infección de *Botrytis* sp. tiene también una fuerte incidencia sobre los aromas frutados ya que se han determinado que reduce la cantidad de terpenos, compuestos responsables de los aromas de las uvas.

La podredumbre de enmohecimiento negro es causada por *Aspergillus* sp. Además de reducir el rendimiento, este hongo produce una sustancia toxica para la salud humana. La ocratoxina es una toxina nefrotóxica producidas por hongos presentes en una gran variedad de alimentos. Numerosos estudios demuestran la presencia de ocratoxina en vino, en especial en los vinos tintos (Murillo et al., 2004). La ocratoxina producida por *Aspergillus* sp. ha sido reportada en regiones con climas cálidos y tropicales. Este hongo esta adaptado a crecer sobre varios sustratos y a tolerar distintas condiciones de humedad, pH y temperatura (Magnoli et al., 2004). Debido a la toxicidad que produce esta sustancia los países de la Union Europea ha acordado que los límites máximos permitidos son de 2 µg/Kg. para vinos.

2.6.2 Podredumbre gris (*Botrytis* sp.)

2.6.2.1 Agentes causales

Botrytis cinerea Pers. (forma imperfecta) es un hongo superior, perteneciente a la clase Deuteromycetes, orden Moniliales y género *Botrytis*. La forma perfecta se denomina *Botryotinia fuckeliana*.

El genero *Botrytis* fue descrito por primera vez en 1729 por Micheli, desde esta fecha y en especial la especie *Botrytis cinerea* ha sido muy estudiado por causar grandes pérdidas económicas en plantas cultivadas. Es un hongo muy polífago, que puede actuar como saprófito o como parásito necrotrofo sobre más de 235 plantas diferentes (Gómez, 2007).

2.6.2.2 Sintomatología

La podredumbre gris puede manifestarse en las hojas, sarmientos jóvenes, injertos y en racimos. En primaveras muy húmedas, en las hojas, puede aparecer manchas color marrón en forma de “V”, localizadas sobre los bordes del limbo. Sarmientos jóvenes pueden aparecer afectados total o parcialmente marchitándose rápidamente, adquiriendo un aspecto de brote quemado color marrón (Agrios 1991, Gómez 2007).

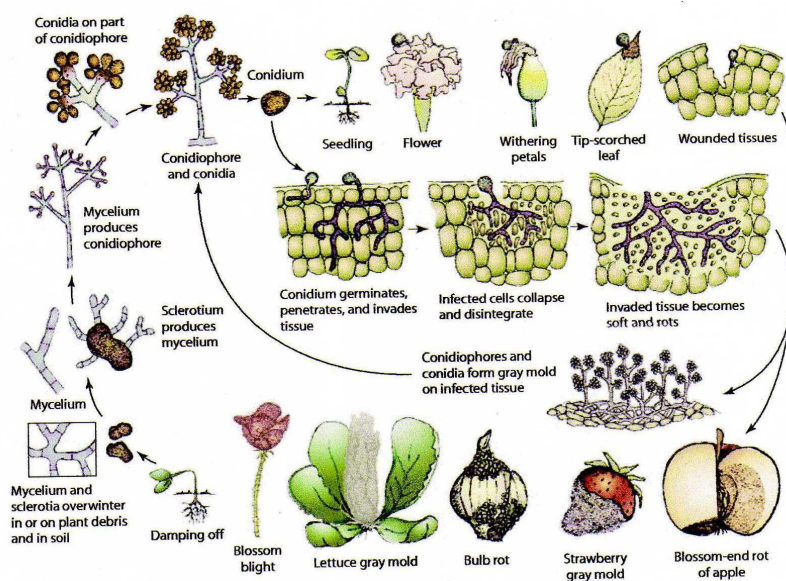
En racimos es donde se producen los daños de mayor importancia. Antes o durante la floración, *Botrytis* puede provocar pérdida de racimos jóvenes. Se considera que los restos florales atacados que perduran dentro del racimo, constituyen fuentes de inóculo que en condiciones favorables, desarrollan la enfermedad. Luego del cuajado los granos atacados toman color marrón, se arrugan y son invadidos por otros hongos. Posterior al cambio de color, sobre todo próximo a la madurez los granos afectados adquieren un color marron claro y consistencia blanda. La piel que se desprende con facilidad, se fisura y sobre estas lesiones, aparece abundante micelio e inflorescencias del hongo (conidios) (Galet 1977, Spinola 1997).

En general, los síntomas corresponden con lesiones de aspecto húmedo y coloración más o menos parda, produciendo la maceración de los tejidos, en especial en frutos, donde se producen podredumbres blandas. La lesión se recubre de un fieltro gris característico, que corresponde al micelio del hongo recubierto de esporas (Agrios 1991, Joubert y Archer 2002, Gómez 2007). El hongo coloniza con frecuencia tejidos senescentes, tales como pétalos, que al contactar con otros tejidos provocan la infección en ellos. Por eso, son característicos los ataques en frutos en las zonas de inserción con la flor o donde ha quedado adherida la flor al caer.

2.6.2.3 Ciclo

Las fuentes primarias de inóculo la constituyen los micelios que quedan en los restos de cosecha. Varios autores han demostrado que el hongo hiberna en forma de esclerocios o de micelio, el cual se desarrolla sobre restos de plantas en descomposición (Agrios 1991, Spinola 1997, Gomez 2007). Durante las etapas de hibernación el hongo se propaga mediante el laboreo del suelo o a través de restos vegetales que portan esclerocios o micelio del hongo.

Figura 2: Ciclo de *Botrytis cinerea*.



Fuente: Agrios (1995).

Durante la primavera se dan las condiciones favorables para que el micelio se desarrolle, esporule, libere y germinen sus esporas y produzca un segundo ciclo de infección (Pearson y Goheen, 1996).

Al fin de la floración de la vid, las piezas florales y las pequeñas bayas abortan debido a la colonización del hongo (Chenet, 1998). Holz et al. (2007) demostraron que durante la floración, el hongo penetra los estambres, crece a través de los filamentos y penetra la zona del receptáculo, donde se localiza. El hongo también se establece en los pétalos de la flor, los cuales son particularmente susceptibles cuando empiezan a envejecer y ahí produce abundante micelio (Agrios, 1995).

Cuando las condiciones climáticas lo permiten, se producen numerosos conidios que ocasionan infecciones secundarias. El hongo se propaga entonces hacia el pedicelo, el cual se pudre y las flores se necrosan y caen (Agrios 1995, García y Fernández 2001).

Cuando el fruto se desarrolla y comienza a madurar, las infecciones latentes del hongo se propagan desde el receptáculo hacia la baya y ocasionan la pudrición del fruto,

la cual avanza y puede destruir parte o todo el fruto, y puede extenderse a otros frutos por contacto. Los frutos infectados se ablandan y se vuelven acuosos. Conforme se pudren los tejidos, la epidermis se rompe y el hongo produce numerosos cuerpos fructíferos (Winkler 1965, Agrios 1995, García y Fernández 2001, Latorre et al. 2002).

2.6.3 Podredumbre negra (*Aspergillus* sp.)

2.6.3.1 Agente causal

La podredumbre de enmohecimiento negro es causada por *Aspergillus* sp., hongo filamentoso del grupo Deuteromycetes u Hongos Imperfectos (Winkler 1962, Agrios 1995)

Al microscópio, se caracteriza por presentar unas estructuras esporíferas o reproductoras llamadas cabezas conidiales. Estas cabezas están compuestas por una vesícula rodeada por una corona de fiálides en forma de botella, en cuyo extremo se forman cadenas de esporas (Pearson y Goheen, 1996).

2.6.3.2 Sintomatología

La podredumbre de enmohecimiento negro, es una descomposición olorosa y acuosa caracterizada por masas de esporas pulverulentas negras o café rojizas oscuras. En la cosecha, las uvas en descomposición frecuentemente se deshidratan quedando únicamente la esporulación del hongo sobre la cáscara (Winkler, 1962).

Aspergillus niger produce conidios unicelulares, esféricos, negros, en cadena, sobre un extremo dilatado del conidióforo. El hongo penetra por los pliegues de bayas deshidratadas y sobremaduras (Galet, 1976).

2.6.3.3 Ciclo

Aspergillus es un género ampliamente difundido, cuyas esporas se encuentran en el aire y el suelo y son capaces de atacar cualquier sustrato gracias a su actividad enzimática (Winkler 1962, Sarasola et al. 1975).

Si bien el ciclo de este patógeno en vid no es del todo claro, Rousseau (2004), plantea que *Aspergillus* sp. está presente en la uva desde envero, y puede desarrollarse ocasionalmente desde el cuajado. Según este autor la etapa de mayor desarrollo de este hongo se constata entre envero y la maduración

2.6.4 Condiciones predisponentes

2.6.4.1 Climáticas

El clima es un factor de gran importancia para el establecimiento y desarrollo de las infecciones en el tejido vegetal, siendo la temperatura, las lluvias y/o la alta humedad relativa los elementos más influyentes.

Se ha determinado que con una temperatura de 10 ° C y a una humedad relativa de 70 a 80 %, los esclerotos de *Botrytis* sp. germinan emitiendo conidioforos, estructuras que portan los conidios (Gärtel, 1981).

El desarrollo del micelio de *Botrytis* sp. requiere de un clima húmedo y moderadamente frío. Temperaturas entre 18 y 23 ° C permiten un adecuado desarrollo del micelio, la esporulación, liberación y germinación de esporas (Latorre, 1997). Por su parte, Latorre y Rioja (2002) estudiando el efecto de la temperatura y humedad relativa sobre la geminación *in vitro* de conidios encontraron que ésta ocurre a los 20 ° C, disminuye significativamente a los 30 ° C y no ocurre a 0 ° C. Por tanto la germinación de conidios ocurre en un amplio rango de temperaturas (entre 5 y 30 ° C), con un óptimo en 20 ° C, pero, según estos autores, la presencia de ambientes con alta humedad relativa (mayor a 86 %) no es suficiente para iniciar la germinación, la cual se iniciaría en presencia de agua libre. Esto concuerda con lo expuesto por Joubert y Archer (2002) que plantean que la presencia de agua libre es necesaria para iniciar el ciclo de infección.

Las conidias de *Botrytis* sp. para germinar, producir el tubo germinativo e infectar el hospedante necesitan, además de elevada humedad relativa, que la superficie de la planta esté mojada durante cierto periodo (Gómez, 2007).

Por otra parte, varias investigaciones han demostrado la posibilidad de infecciones *in vitro* con alta humedad relativa (Gärtel 1981, Hunter 1976, Latorre 2002, Fermaud et al. 2003). Según estos autores, las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad son temperaturas que oscilan entre los 20 y 25 °C, siendo la humedad relativa el factor limitante. Con humedades relativas elevadas, el rango de temperatura para un desarrollo óptimo del patógeno aumenta (entre 10 y 25 °C). Estos resultados no contradicen lo antedicho por Latorre et al. (2002) quien plantea que es posible que en condiciones *in vitro*, con alta humedad relativa, ocurran condensaciones como producto de la evaporación, difíciles de medir, pero suficientes como para iniciar la condensación y eventualmente infectar al hospedero.

Ferrer et al. (2003) observó que las lluvias previas a la cosecha producen un efecto explosivo sobre la aparición de las podredumbre de racimo ocasionadas por *Botrytis* sp..

Según Winkler (1974), todas las variedades son susceptibles a la podredumbre ocasionada por *Aspergillus* sp. inmediatamente después de un período lluvioso y con temperaturas altas (entre 21.1 y 37.82 ° C).

En Uruguay estas condiciones generalmente se dan desde la floración hasta la cosecha, lo que permite que la enfermedad pueda desarrollarse y producir daños de importancia.

2.6.4.2 Composición de la baya

La composición de la baya, principalmente el balance azúcar – acidez, juega un rol determinante en el desarrollo de estos patógenos. Se ha demostrado que la germinación se favorece en presencia de nutrientes exógenos, exudados azucarados o polen. Latorre (1997) ha observado que cuando la baya tiene un contenido de azúcar entre 8 – 10% de alcohol en volumen se manifiestan los síntomas de *Botrytis* sp. Conjuntamente, la penetración del hongo se ve favorecida a medida que la baya madura, ya que la cutícula del grano se vuelve más delgada. Esto explica que si bien se puede tener infecciones latentes en las bayas desde floración, los síntomas se observen con mayor intensidad a medida que la baya madura y se acerca a la cosecha.

2.6.4.3 Susceptibilidad varietal

La compacidad de los racimos de la vid, así como el grosor de la cutícula del grano, son características que dependen de la variedad. La sensibilidad a la podredumbre gris aumenta en cultivares que presentan cutículas delgadas y racimos compactos (Savege y Sall 1974, Latorre 1986, Vail y Marois 1991, Arias 1992, Bitón 2003). Dentro de los racimos, los granos internos son los mas afectados por podredumbres (Pirie et al., 2001).

En las variedades de racimo compacto, la presión de las uvas conforme crecen, se vuelve suficiente como para romper el hollejo o quitarlas de los pedicelos. Estas fracturas o quiebres en la piel proporciona un medio favorable para la germinación de las esporas de *Aspergillus* sp. (Winkler, 1974)

2.6.4.4 Heridas

Si bien es reportado por numerosos autores que los microorganismos que causan podredumbres de racimo poseen enzimas que degradan la cutícula y facilitan la penetración del hongo a la baya (Winkler 1974, Sarazola et al. 1975, Galet 1977, Agrios

1991), las heridas, tanto bióticas como abióticas promueven indirectamente el desarrollo de podredumbres. El granizo, viento, oidio (*Uncinula nectator*) y lagartas de racimos (*Argyrotaenia sphaleropa*, *Bonagota cronaodes*, *Cryptoblabes gnidiella*) son los principales agentes que ocasionan heridas sobre las bayas (Arias, 1992)

El rajado de la baya, la presencia de heridas, los racimos compactos, los ataques de insectos, la sobremaduración, etc, son factores que aumentan la sensibilidad de la planta y favorecen un desarrollo explosivo de estas enfermedades.

2.6.5 Deshojado y sanidad de la uva

La gestión del follaje es de gran importancia en el control de podredumbres de racimo. Joubert y Archer (2002) plantean que lo ideal es obtener un follaje bien aireado con una superficie foliar efectiva adecuada. El manejo del follaje incluye: el deschuponado, la eliminación de feminelas, el posicionado de los brotes y el deshojado.

El deshojado es la práctica de manejo mas importante y efectiva que se debe tomar, cuando las bayas están en desarrollo, para controlar las podredumbres de racimo (Hansen, 1999). En un ensayo realizado por Carrosio et al. (2005), sobre el cv. Tannat, observaron que el deshojado afectó positivamente el estado sanitario de la uva en la cosecha.

Se ha observado que el deshojado evita las condiciones predisponentes para el desarrollo de pudriciones, especialmente las causadas por *Botrytis* sp. (Latorre 1986, English et al. 1993, Marroni y Guidi 1998). Esta práctica permite aumentar los efectos de los rayos solares en la uva, limitando la propagación de las enfermedades. Este efecto esta explicado por un aumento de la temperatura de la baya y ausencia de humedad. La relación entre la cantidad de luz y el calentamiento de la baya favorece la ausencia de humedad (Nelson 1950, 1951, Latorre 1997, Bitón 2003) En los granos expuestos al sol se pueden alcanzar temperaturas superiores a 25 – 30 °C, nivel en el que se limita el crecimiento de los agentes causales de las podredumbres (Nelson 1950, 1951, Latorre et al. 2002, Bitón 2003). Las bayas provenientes de racimos que se desarrollan bajo buenas condiciones de luz tienen una cutícula más rígida, lo que disminuye la susceptibilidad al ataque de estos patógenos. Al favorecer la ausencia de humedad, el deshojado también tiene un efecto sobre el control de la podredumbre ácida, ya que ésta necesita agua libre para la infección.

English et al. (1993) comprobaron que el deshojado manual en la zona del racimo redujo la incidencia y severidad de *Botrytis* sp. en 47 y 79%, respectivamente, comparado con el tratamiento testigo al cual no se le practicó deshojado.

Zoecklein et al (1992), Marroni y Guidi (1998), encontraron que el deshojado de 2 a 4 hojas en la zona del racimo dos a tres semanas luego de plena floración, redujo la incidencia de *Botrytis cinerea*, así como la concentración de metabolitos producidos por microorganismos causantes de pudriciones en frutos próximos a la cosecha. Según estos autores el deshojado en estas condiciones favorece el control por la mejor penetración de los funguicidas.

Proffit y Ganevet (2003) observaron que el deshojado mejora la penetración de los productos químicos anti-*Botrytis*. Estos investigadores plantean que la mayor eficiencia del deshojado se logra cuando se realiza en cuajado, pero se debe prestar atención de no provocar lesiones sobre las bayas dado que éstas son vías de entrada para el patógeno.

Los tratamientos sin deshojado presentaron mayores porcentajes de bayas afectadas por *Botrytis* sp. en cosecha, mientras que el deshojado realizado en cuajado resultó ser el tratamiento que presentó el menor porcentaje de la producción total con presencia de esta enfermedad. A su vez el deshojado en envero presentó un comportamiento intermedio, ya que los tres se diferenciaron estadísticamente (Carrosio et al., 2005). Esto se podría explicar debido que el deshojado temprano genera condiciones desfavorables para el desarrollo de este patógeno por un mayor período de tiempo (Bledsoe et al. 1988, English et al. 1990, Howell et al. 1994, Percival et al. 1994, Sipiora 1995, Bitón 2003, Carrosio et al. 2005).

2.6.6 Métodos de estimación de la frecuencia e intensidad de daños ocasionados por podredumbres de racimo

La estimación de los niveles de daños ocasionados por las podredumbres de racimo en cosecha permite determinar las pérdidas de producción y el estado sanitario de la uva. La calidad de la uva esta fuertemente determinada por la sanidad la misma, condicionando la elaboración de vinos de alta calidad enológica (Palazón et al. 1979, Carbonneau et al. 1978, Latorre et al. 2001, Bitón 2003, Proffit y Ganevet 2004).

Los daños ocasionados por podredumbres de racimo pueden evaluarse principalmente a través de dos métodos: la frecuencia, que cuantifica el porcentaje de órganos afectados, y la intensidad, que cuantifica la proporción del órgano afectado (Savage 1983, Fermaud et al. 2003).

El número de racimos afectados por podredumbres es una medida de frecuencia del daño ocasionado por estos patógenos. Fermaud et al. (2003) plantea que el porcentaje de racimos afectados por *Botrytis* aumenta desde envero a cosecha, registrando una tendencia lineal, cuando las condiciones climáticas son favorables al

desarrollo de este patógeno. Este autor observó para la variedad Merlot en Bourdeaux, que el 80 % de los racimos presentaban daños ocasionado este patógeno, en cosecha.

Para la variedad Pinot Blanc en las condiciones de Uruguay, García et al. (2001) reportó valores entre 14 y 50 % de los racimos afectados por *Botrytis cinerea*. La frecuencia de racimos afectados esta directamente relacionada con una disminución en el peso de los racimos, evidenciando un perdida de producción (Savage, 1983).

El número de bayas afectas por racimo corresponde a una medida de intensidad de daño. En el ensayo realizado por Fermaud et al. (2003) se observó que el porcentaje de bayas afectadas por racimo aumenta desde envero alcanzando hasta un 30% en cosecha.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO

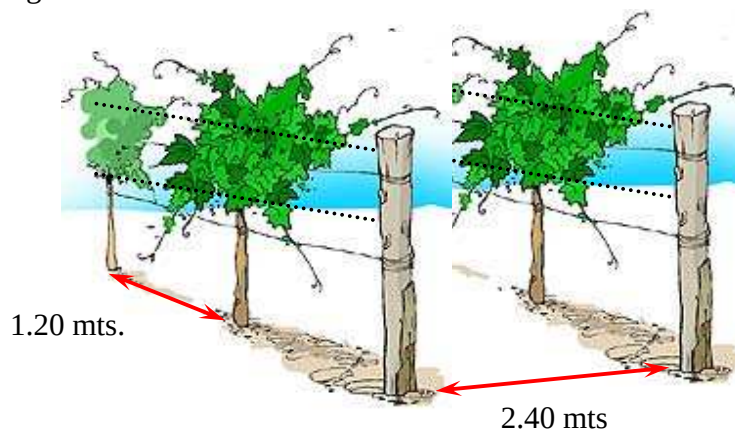
3.1.1 Descripción del viñedo

El ensayo se realizó en un viñedo comercial ubicado en la localidad de Juanicó, departamento de Canelones, durante la temporada 2004 – 2005.

El viñedo sobre el cual se instaló el ensayo fue implantado en 1995 y está constituido por plantas del cultivar Tanat (*Vitis vinifera* L.) injertadas sobre SO4 (*Vitis Berlandieri* P. x *Vitis Riparia* M.) implantada en 1995. El sistema de conducción del viñedo es en Espaldera, constituido por cuatro hileras de alambres, el primer alambre de poda ubicado a 66 centímetros de altura respecto al suelo, al que le siguen un segundo, tercer y cuarto alambre separados 35, 35 y 20 centímetros, respectivamente.

El viñedo presenta un marco de plantación de 1,20 metros entre planta por 2,40 metros entre fila. Las filas están orientadas en sentido norte sur.

Figura 3: Diagrama del sistema de conducción.



El tipo de poda utilizada es Royat o poda corta, conformado por un cordón unilateral orientado hacia el norte, donde se insertan los pitones. Cada pitón está constituido por una yema vista. La poda se realizó el 20 de julio del año 2004, dejando 9 pitones por planta, lo que equivale a 9 yemas vistas por planta.

3.1.2 Gestión general del suelo

El suelo se manejó con una cobertura de Raigrass en la entrefila y herbicida (Glifosato) debajo de la fila, aproximadamente un metro de ancho. El corte de la pastura se realizó alternando fila por medio de manera de mantener floración de malezas y de la pastura, con el objetivo de favorecer la presencia de enemigos naturales de plagas y enfermedad, en el viñedo. Se permitió el crecimiento de la pastura cuidando que ésta no compitiese con el cultivo, en función de las condiciones climáticas. El control de la pastura se realiza a través de cortes con pastera.

En diciembre se dejó de cortar la pastura, con el objetivo de permitir la maduración de las semillas y aprovechar la buena aptitud de resiembra del Raigrass para no tener que mover suelo todos los años.

3.1.3 Gestión general de la vegetación del viñedo

El manejo de la vegetación se realizó con tres pares de laderos móviles, en invierno se bajó el primer par. Cuando la vegetación supera los 30 cm se suben el primer par de laderos y se baja el segundo en la misma operación. Este proceso se repite con el segundo y tercer par a medida que la vegetación sigue creciendo. No se realizaron despuntes laterales, solo despuntes apicales a los 20 centímetros sobre el último alambre.

Se realizó un desbrote dejando dos brotes por pitón (aproximadamente 15 brotes por metro). En octubre, se realizó un deshoje basal prefloración, con una intensidad baja de una hojas. En noviembre se eliminó las feminelas hasta el primer alambre.

3.1.4 Manejo sanitario

El manejo sanitario realizado en el predio tiene como objetivo mantener el viñedo cubierta para evitar el desarrollo de enfermedades que afecten el desarrollo vegetativo y la calidad de la producción, teniendo en cuenta el impacto ambiental que ocasionan los productos fitosanitarios utilizados. A continuación se presenta el calendario de aplicaciones que se utilizó para la zafra 2004-2005.

Cuadro 1: Calendario de aplicaciones fitosanitarias utilizado en la zafra 2004-2005.

Inicio	Final	Dirigida a controlar:	Producto	Kg/ha
09/09/04	13/09/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio	Mancozeb	3.5
			Azufre	10
16/09/04	20/09/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio	Mancozeb	3.5
			Azufre	10
22/09/04	25/09/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio	Folpet	1.875
			Azufre	10
30/09/04	01/10/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Folpet	1.875
			Azufre	10
07/10/04	08/10/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Folpet	1.875
			Azufre	10
14/10/04	15/10/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Cuneb	2.5
			Folpet	1
			Azufre	7.5
20/10/04	22/10/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Cuneb	2.5
			Folpet	1
			Azufre	7.5
01/11/04	04/11/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Cuneb	2.5
			Folpet	1
			Azufre	7.5
12/11/04	13/11/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Cuneb	2.5
			Folpet	1
			Cymac	1.5

Inicio	Final	Dirigida a controlar:	Producto	Kg/ha
13/11/04	20/11/04	Botrytis - Oidio - Peronóspora	Score	0.06
			Mythos	2.64
			Folpet	1
27/11/04	29/11/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Cuneb	2.5
			Folpet	1
07/12/04	08/01/05	Botrytis - Podredumbre ácida	Benomil	1
			Folpet	1
			Caldo Bordeles	2.5
07/12/04	11/12/04	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Fanavid	4
			Folpet	1
21/12/05	22/12/05	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Fanavid	4
			Folpet	1
10/01/05	12/01/05	Excoriosis - Antracnosis - Oidio - Peronóspora	Fanavid	4
			Folpet	1
20/01/05	16/02/05	Botrytis	Botrisan	1.2
			Folpet	1
26/01/05	28/01/05	Peronóspora	Fanavid	4
04/02/05	05/02/05	Peronóspora	Fanavid	4
28/03/05	30/03/05	Peronóspora	Fanavid	4

3.2 DISEÑO DEL ENSAYO

3.2.1 Diseño experimental

Durante el invierno se relevó el viñedo con el objetivo de seleccionar material vegetal homogéneo. Para seleccionar las plantas sobre las cuales se instaló el ensayo, se relevaron las siguientes características: sanidad de las plantas, distribución y número de

pitones en el cordón, número de yemas productiva por planta y similar vigor de la planta (evaluado a través de la uniformidad del diámetro del tronco 10 cm por encima del injerto). Además se eliminaron plantas fuera de la media, ubicadas al lado de postes o al inicio de las filas.

El diseño experimental utilizado fue de parcelas completamente al azar, en donde cada parcela esta constituida por una planta.

En el ensayo se probó el efecto de tres tratamientos, cada uno de los cuales estaba conformado por 60 repeticiones por tratamiento. Para acentuar el efecto buscado por cada tratamiento y contar con material para realizar los muestreos durante la maduración sin afectar el rendimiento por planta, se manejó de igual manera una o dos plantas adyacentes a cada repetición.

El número total de unidades experimentales del ensayo fue de 180 plantas.

3.2.2 Tratamientos

A continuación se describen los tratamientos efectuados:

1. Tannat Espaldera Testigo (**T**): tratamiento sin deshojado.
2. Tannat Espaldera Deshojado en Cuajado (**DC**): se realizó deshojado cuando el racimo presentaba una inclinación horizontal y había alcanzado casi la totalidad de bayas cuajadas (17/11/04), correspondiéndose con el estado fenológico numero 29 de la escala propuesta por Eichhorn y Lorentz (1993).
3. Tannat Espaldera Deshojado en Envero (**DE**): el deshojado se realizó el día 18/01/2005, cuando el 50 % de las bayas del racimo habían cambiado de color (envero), correspondiendo con el estado N° 36 de la escala fenológica propuesta por Eichhorn y Lorentz (1993).

El deshojado consistió en la eliminación manual de las hojas basales de los pámpanos, incluyendo feminelas. La intensidad de deshojado fue en promedio de 3 hojas por pámpano, ya que se eliminaron las hojas por debajo de la opuesta al primer racimo. El deshojado se realizó tanto del este como del oeste de la fila, manteniendo el mismo criterio de intensidad a ambos lados.

3.2.3 Análisis estadístico

Los datos obtenidos, fueron analizados con los programas estadísticos Statical Análisis System (S.A.S.) y SPSS, donde se realizaron Análisis de Varianza y comparación de medias por Diferencia Mínima Significativa (DMS) y por Tukey con

una probabilidad de error $\alpha \leq 0.05$ para todos los parámetros analizados. A su vez, para establecer correlaciones entre distintas variables se utilizó el modelo Binomial de Pearson.

3.3 REGISTROS MESO Y MICROCLIMATICOS

3.3.1 Registros mesoclimáticos

Se tomaron en cuenta los registros climáticos de lluvia, humedad y temperatura de la Estación Agroclimatológica de INIA Las Brujas que cumple con las normas técnicas de la organización meteorológica mundial, y de casillas meteorológicas instaladas en el predio.

3.3.2 Registros microclimáticos

3.3.2.1 Intensidad de luz

La intensidad de luz se midió con un luxómetro, marca Li Cor, modelo Li-185A (USA). Con este instrumento se cuantificó la llegada de la luz a la zona de los racimos. Dicha medida se realizó con una frecuencia quincenal desde cuajado hasta cosecha, a las 15:00 horas y en días totalmente despejados. En primer lugar se procedió a registrar la máxima llegada de luz al viñedo y posteriormente se realizaron 60 medidas por tratamiento ubicando el censor Quantum en distintas partes de racimo, sombreadas y expuestas a la radiación, del oeste y del este de la fila.

Luego se calculó el porcentaje de intensidad lumínica que llegaba a los racimos según la orientación (este u oeste) y según los tratamientos (T, DC y DE).

3.3.2.2 Temperatura y humedad relativa del interior de la canopia

Mediante el uso de un datalogger HOBO Pro-sires Humedad Relativa y Temperatura, Omset, se registró la temperatura y humedad relativa del interior de la canopia a intervalos de dos horas. En total se colocaron dos datalogger, uno de ellos en el tratamiento sin deshojar (testigo) y el otro en el tratamiento DC (deshojado en cuajado), el día 01/12/2004. Los dataloggers se ubicaron en el interior de la espaldera suspendidos entre el alambre de poda y el primer alambre.

3.3.2.3 Temperatura a nivel del racimo

Para el seguimiento de la temperatura a nivel del racimo se utilizaron 8 sensores de temperatura Kooltrak, los cuales se colocaron en el interior del racimo, registrando la temperatura cada 3 horas a partir de su programación. Cuatro de los sensores se colocaron el tratamiento T, el día 17/11/2004 en las siguientes posiciones: este de la fila en un racimo externo, este de la fila en un racimo interno, oeste de la fila en un racimo externo y oeste de la fila en un racimo interno. Tanto en el tratamiento DC como en DE se colocaron 2 sensores ubicados en un racimo ubicada al este y otro al oeste de la fila, colocados los días 17/11/04 y 10/02/05, respectivamente.

3.4 EVALUACIONES DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO Y EL RENDIMIENTO Y ESTIMACIÓN DE INDICADORES FISIOLÓGICOS

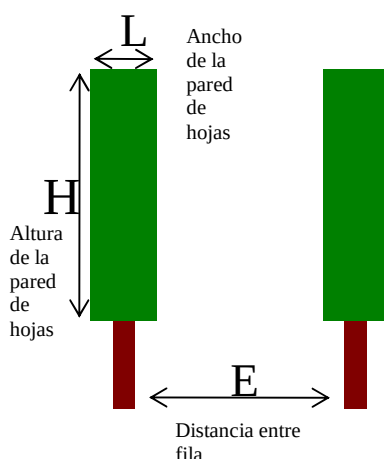
3.4.1 Crecimiento vegetativo

3.4.1.1 Superficie foliar total y superficie foliar expuesta potencial

La Superficie Foliar Total (SFT) de 10 plantas es medida en envero tomando en consideración el perímetro externo del follaje y la discontinuidad entre plantas. Se utilizó la siguiente formula:

$$SFT = (2 \times H \times L)/E$$

Figura 4: Esquema del cálculo de la superficie foliar total.



La Superficie Foliar Expuesta Potencial (SFEp) fue estimada en envero según el método de Carbonneau (1995).

3.4.1.2 Seguimiento de longitud de pámpanos y feminelas

Se marcaron 10 pámpanos por tratamiento, 5 ubicados del lado este y 5 del lado oeste de la fila. A partir del 18/11/04 y con una frecuencia semanal se realizaron mediciones del largo de pámpano y del número y longitud de feminelas. A fin de reducir la heterogeneidad de las medidas, los sarmientos fueron elegidos sobre pitones de la parte media del cordón y con presencia de racimos.

3.4.1.3 Número de planos de hojas

El número de planos de hoja se determinó a través del método de Point Quadrat descrito por Smart y Robinson (1991).

3.4.1.4 Peso de poda

La poda se realizó el 05/08/2005, donde se procedió a cuantificar el peso de la madera producida en el año de las treinta plantas cosechadas por tratamiento. Junto con esta observación, se contabilizó el número de sarmientos por planta. Se utilizó una balanza Moretti mod RS – 232-C (10 kg).

3.4.2 Estimación del rendimiento

3.4.2.1 Número de racimos por planta

Previo a la instalación del ensayo, sobre 20 plantas, se registró el número de racimos por planta.

3.4.2.2 Seguimiento del volumen del racimo

Desde el 03/01/2005 se realizó un seguimiento del volumen del racimo. Se seleccionaron 20 racimos por tratamiento, 10 ubicados al este y 10 al oeste de la fila, con las siguientes características: tamaño homogéneo, racimos de fácil acceso (fuera de la estructura) y largo del pedúnculo.

El método consistía en introducir el racimo un recipiente, y enrasarlo con agua hasta un aforo. Posteriormente se lo retiraba, dejando escurrir bien el agua que contenía el interior del racimo, para luego mediante la observación de una escala graduada, cuantificar el volumen ocupado por el mismo.

3.4.2.3 Peso de cosecha

La cosecha se realizó el día 11/03/2005 para todos los tratamientos. Se cosechó y pesó la producción de 30 plantas por tratamiento en forma individual. Las variables observadas al momento de la cosecha fueron: peso total de cosecha por planta y número de racimos totales por plantas. Se utilizó una balanza Moretti mod RS – 232-C (10 kg).

3.4.3 Cálculo de indicadores fisiológicos

3.4.3.1 Superficie foliar y rendimiento

Se calculó el cociente entre la superficie foliar expuesta potencial (SFEP) y el rendimiento puesto que el equilibrio entre la producción de hojas y frutas determina la calidad de la cosecha. La calidad se considera media-baja cuando esta relación calculada para el periodo de maduración se encuentra por debajo de 1 – 1.2 m² de SFE por Kg de uva (Poni, 2005).

3.4.3.2 Superficie foliar y producción anual de materia seca

La producción anual de materia seca (PAMS) es la suma de peso de poda multiplicado por 0.5, coeficiente que considera el porcentaje medio de materia seca de madera, y el peso de cosecha multiplicado por 0.2, coeficiente que estima el promedio de materia seca de la racimos (Carbonneau, 1995).

La relación entre superficie foliar expuesta potencial (SFEP) y producción anual de materia seca (PAMS) nos proporciona información sobre el potencial de la planta de producir fotoasimilados (SFEP) y el consumo de los mismos expresado como materia seca anual renovable y maduración de la uva (Carbonneau, 2003).

3.4.3.3 Índice de Ravaz

Para evaluar el equilibrio entre la producción de fruta (Kg./planta cosechados) y madera (Kg./planta de madera de poda del año) de las plantas se utilizó el método planteado por Raváz, calculado como el peso de cosecha (Kg.) / peso de madera de poda (Kg.).

3.5 SEGUIMIENTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA UVA DURANTE LA MADURACIÓN

3.5.1 Seguimiento de la composición de la uva durante la madurez

A partir de la fecha 28/01/2005 que corresponde con el estado fonológico 38 de la escala de Eichhorns y Lorentz, se comenzó con un seguimiento de la maduración de las bayas. Semanalmente, se recolectó 3 muestras por tratamiento de 300 sobre las cuales se realizaron, en la Bodega Experimental de la Facultad de Agronomía, los análisis de acidez titulable, sólidos solubles y pH.

El método de muestreo fue por grupo de bayas. Para cada muestra de 300 bayas, se cosechaban 70 grupos de 3 a 5 bayas. Una vez cosechadas, en el laboratorio se separaron los granos de los pedicelos, se pesaron en una balanza digital Dhaus, Scout (USA), se calculó el peso promedio de granos y luego se procedió a procesar la muestra con un extractor de jugo marca Philips, modelo HL3236 (Brasil).

Con el mosto obtenido se procedió según la metodología planteada por la O.I.V. (1990), manteniendo la temperatura del mosto en 20 ° C y determinándose:

- **Sólidos solubles.** Los sólidos solubles se determinaron por refractometría a través de un refractómetro marca Atago No. 1, Brasil).
- **Acidez total.** La acidez total se determinó por acidimetría (titulación con NaOH N/10 y azul de bromotimol como reactivo indicador).
- **pH.** El pH se midió por potenciometría con un peachimetro marca Hanna, modelo pH 211 (Portugal).

3.5.2 Análisis de los compuestos fenólicos

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

Cada muestra de uva de 100 granos fue utilizada para determinar la riqueza fenólica (A280), el potencial total de antocianos (ApH1) y el potencial de antocianos extraíbles (ApH3.2) de las uvas.

Para realizar los análisis, los granos enteros fueron molidos con ayuda de una tritadora (Phylips, Holanda), con el objetivo de lograr dos muestras de 50 gramos de mosto homogéneas.

A la primera 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 hora. El extracto obtenido es filtrado y se analiza la riqueza fenólica y el potencial en antocianos sobre lo filtrado.

La segunda muestra, se le agrega 50 ml de solución pH 1 (HCl 0.1 N). La maceración se realizaba en forma idéntica a la descripta anteriormente. El extracto obtenido es filtrado y se analiza para estimar el potencial total en antocianos sobre lo filtrado.

Los extractos filtrados fueron 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 (ApH1 y ApH3.2) son disueltos 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 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 formulas propuestas por Glories et al 1993. La proporción relativa de taninos de las películas (dpell%) fue también considerada.

$$EA (\%) = [(ApH1 - ApH3.2) / ApH1] \times 100.$$

$$dpell = (ApH3.2 \times 40) / 1000.$$

$$dTpep = A280 - dpell.$$

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

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

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

3.6 EVALUACIONES DE LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR PODREDUMBRES DE RACIMO

3.6.1 Peso de podredumbres en cosecha

Durante la cosecha se cosechó y pesó la producción de 30 plantas por tratamiento en forma individual, donde se seleccionaron los racimos por planta afectados por mas de un 15 % de podredumbres, que fueron contabilizados y pesados Se utilizó una balanza Moretti mod RS – 232-C (10 kg).

3.6.2 Evaluación de metodos de estimación de los daños ocasionados por podredumbres de racimo

3.6.2.1 Número de focos de podredumbres

En la cosecha se evaluó el número de focos de podredumbres de racimo por metro y medio lineal, realizando 10 observaciones por tratamiento. Las evaluaciones realizaron tanto del este como del oeste de la espaldera, en el mismo sitio de observación. Este método es una medida de frecuencia de racimo afectados, donde un foco corresponde a una o mas bayas afectadas por podredumbres de racimio.

3.6.2.2 Número de bayas por racimo afectadas por podredumbres

En cosecha se recolectaron 20 racimos por tratamiento, 10 del este y 10 del oeste de la fila, donde se contabilizó el número de bayas afectadas por podredumbres de racimo y el número de bayas totales por racimo. Una vez procesada la información y realizados los análisis estadísticos, se calculo el porcentaje de bayas totales afectadas por podredumbres y según orientación.

3.6.3 Determinación de las infecciones latentes

Las infecciones latentes fueron evaluadas sobre una muestra de 200 bayas por tratamiento en envero y cosecha, correspondiente a los estados fenológicos de la escala de Eichhorn y Lorentz 35 y 38, respectivamente. Las bayas se congelaron 48 horas, luego se desinfectaron superficialmente con HCl (0.5 %) y se incubaron diez días en cámara húmeda. Luego se evaluó el desarrollo de patógenos sobre las bayas y se identificaron los generos presentes.

Se realizaron aislamiento de *Botrytis* sp. en medio agar malta, a partir del desarrollo del hongo sobre la baya.

3.6.4 Determinación de la fuente de inóculo para la estación siguiente

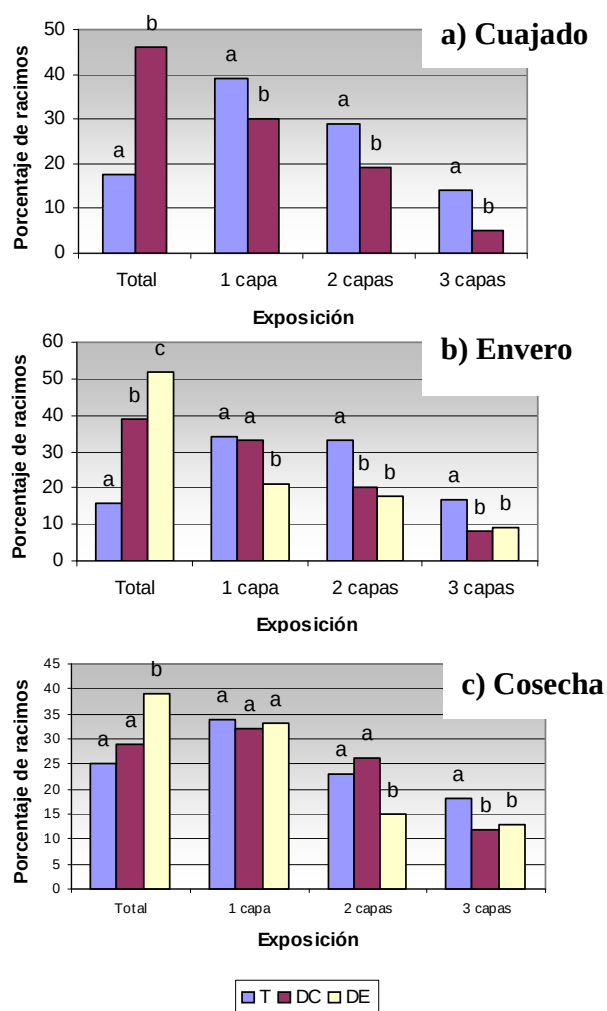
Durante la poda, realizada el día 05/08/2005, se recolectaron 10 muestras por tratamiento de sarmientos y restos de hojas y racimos, que fueron puestas en cámara húmeda durante 48 horas. Luego se evaluó presencia/ausencia de patógenos en la muestra y se identificaron los generos presentes.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE LA EXPOSICIÓN DE LOS RACIMOS

El deshojado, tanto en cuajado como en envero, modificó la exposición de los racimos y por tanto, las condiciones microclimáticas a las cuales estos están expuestos (figura 5).

Figura 5: Porcentaje de racimos expuestos según tratamiento.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores quienes plantean que la supresión de hojas basales de los pámpanos de forma racional y homogénea, permite aumentar la exposición de los racimos a los rayos solares, evitando la insolación en exceso (Smart y Robinson 1991, Keinghtley et al. 2001, Hunter y Archer 2002, Muñoz et al. 2002, Calederón 2004).

En la figura 5 se observa que los tratamientos deshojados presentaron diferencias significativas en el porcentaje de racimos expuestos respecto al tratamiento sin deshojar. Luego de realizado el deshojado en cuajado (figura 5a), el 46 % de los racimos quedaron expuestos directamente al sol, mientras que el tratamiento sin deshojar presentó un 18 % de racimos expuesto. En enero, el tratamiento deshojado en cuajado presentó un menor porcentaje de racimos expuestos respecto a la observación anterior, si bien se registraron diferencias significativas con el tratamiento sin deshojar (figura 5b). El tratamiento DC presentó un 39 % de sus racimos expuestos directamente al sol, mientras que un 16 % de sus racimos estaban cubiertos por una capa de hojas. En el tratamiento testigo sin deshojar se observó que un 18 % de los racimos estaban expuestos al sol directamente, mientras que el 39 % de los racimos estaban cubiertos por una sola capa de hojas. En cosecha, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el porcentaje de racimos expuestos (figura 5c).

El porcentaje de racimos expuestos para el tratamiento deshojado en cuajado fue disminuyendo de cuajado a cosecha, hasta no diferenciarse significativamente del tratamiento sin deshojar o testigo. Esto pudo deberse a que luego de realizado el deshojado, se estimuló el crecimiento de feminelas que cubrieron los racimos, haciendo que quedaran menos expuestos.

El porcentaje de racimos expuestos en el tratamiento deshojado en enero (DE) mostró diferencias significativas con los tratamientos deshojados en cuajado y testigo, presentando los mayores niveles de racimos expuesto. Esta diferencia se mantuvo hasta la cosecha (figura 5 b y c), donde el tratamiento DE presentó un 39 % de los racimos expuestos. Estos resultados indican que en este tratamiento no se llega a cubrir todos los racimos, lo cual podría deberse a un nulo o lento crecimiento de las feminelas.

4.2 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO, RENDIMIENTO Y LOS INDICADORES FISIOLÓGICOS

4.2.1 Crecimiento vegetativo

En el cuadro 2 se observa el porcentaje de hojas expuestas e internas y el número de hojas expuestas por racimo.

Cuadro 2: Porcentaje de hojas expuestas e internas y número de hojas expuestas por racimo en cosecha según tratamiento.

	T	DC	DE
Porcentaje de hojas expuestas	31.0 a	32.1 a	47.4 b
Porcentaje de hojas internos	69.0 a	67.9 a	52.6 b
Hojas expuestas por racimo	0.7 a	0.7 a	1.1 b

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

El deshojado en enero fue el tratamiento que presentó mayor porcentaje de hojas expuestas en el momento de la cosecha, difiriendo significativamente de los tratamientos deshojado en cuajado y sin deshojado. El deshojado en cuajado no presentó diferencias significativas en el porcentaje de hojas expuestas e internas, respecto al tratamiento sin deshojar. Estos resultados estarían indicando que la zona deshojada del tratamiento DC fue cubierta por hojas nuevas, probablemente de feminelas que continuaron su crecimiento luego de realizada dicha práctica.

Autores como Jácono et al. (1995), Jácono y Sparacio (1999), plantean que cuando el área foliar es limitada en cuajado, sea por despunte del pámpano principal o por deshojado, la reposición foliar, dada por el crecimiento de las feminelas puede llegar a recubrir los racimos. Sin embargo, estos autores plantean que, el crecimiento de las feminelas no logra compensar la reducción en la superficie foliar, por lo que estos tratamientos tendrían una capacidad fotosintética, y por tanto de producción de azúcares, limitada.

El tratamiento deshojado en enero (DE) al presentar mayor porcentaje de hojas expuestas recibe más radiación, por tanto, tiene mayor capacidad de realizar fotosíntesis. En los tratamientos con mayor porcentaje de hojas internas (T y DC), la actividad fotosintética de la hoja a la sombra podría ser menor, lo que podría influir en una menor actividad fotosintética global de la cobertura vegetal (Samrt y Robinson, 1991).

El número de hojas expuestas por racimo fue significativamente mayor en el tratamiento deshojado en enero. La mayor relación de hojas expuestas por racimo en este tratamiento pudo deberse a que al realizar el deshojado se eliminaron una alta proporción de hojas internas, que estaban en condiciones sombreadas. Según lo observado por Samrt y Robinson (1988, 1991), Zoecklein et al. (1998) el mayor número de hojas expuestas determina que haya una mayor capacidad fotosintética por racimo, lo cual debería afectar la composición de las bayas.

Es importante destacar que la edad de las hojas eliminadas fue diferente según el tratamiento. En el tratamiento deshojado en cuajado, según los resultados obtenidos por Champagnol (1984), Hunter y Visser (1989), Hunter et al. (1994), se eliminaron hojas que poseían un alto contenido de clorofila y fotosintéticamente eran activas para la planta. Esta supresión de hojas provocó un estrés en la planta, que fue repuesto con un crecimiento de las feminelas. Según Champagnol (1984), Vasconcelos y Castagnoli (2000) las feminelas son muy eficientes en la fotosíntesis debido a que son hojas más jóvenes que las hojas del pámpano que las porta.

Cuando se realizó el deshojado en enero se eliminaron hojas de mayor edad que cuando dicha práctica se realizó en cuajado. Luego de un periodo de crecimiento (aproximadamente tres meses) las hojas entran en una fase de senescencia, perdiendo clorofila y proteínas y disminuyendo la actividad fotosintética (Champagnol 1984, Schubert et al. 1996, Vasconcelos y Castagnoli 2000). Esto determina que la capacidad de estas hojas de aportar fotoasimilados para el crecimiento y la maduración de las bayas sea baja.

Cuadro 3: Superficie foliar y Superficie foliar expuesta potencial según tratamiento.

Tratamiento	T	DC	DE
Superficie foliar total (mts ² /hal)	15100 a	13000 b	12800 b
Superficie foliar expuesta potencial (mts ² /ha)	5129 a	5771 b	6313 c

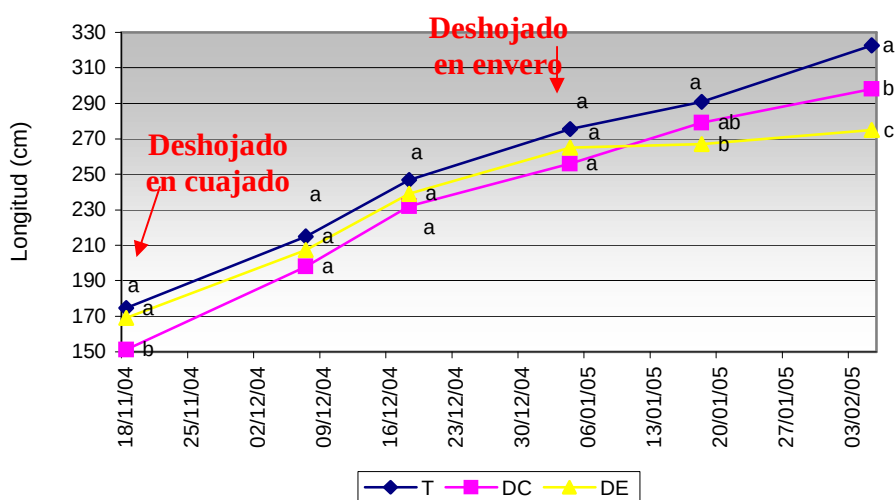
Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

En el cuadro 3 se observa el efecto del deshojado sobre la superficie foliar y la superficie foliar expuesta potencial. El tratamiento sin deshojar (T) presentó mayor superficie foliar total (SFT) que los tratamientos deshojados, los cuales no difirieron significativamente entre si. Al deshojar se eliminó parte de la superficie foliar de la planta, lo cual favoreció la luminosidad de las hojas mas internas de la estructura compensando la disminución de hojas ocasionada con dicha practica. Esto se observa en la superficie foliar expuesta potencial, donde los tratamientos con deshojado presentaron valores significativamente superiores al tratamiento sin deshojar.

Entre los tratamientos deshojados, el deshojado en cuajado fue el que presentó menor superficie foliar expuesta potencial, debido a que el crecimiento de las feminelas fue mayor al obtenido en el tratamiento DE. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en los ensayos realizados por Iácono et al. (1995), Iácono y Sparacio (1999), Fournioux (2001).

Cuando se realizó el deshojado en cuajado, los pámpanos habían sido despuntados. Por tanto en la evaluación del crecimiento vegetativo, se realizó la evaluación del crecimiento en longitud de las feminelas (figura 6).

Figura 6: Evolución del crecimiento en longitud de las feminelas totales por pámpano según tratamiento.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

El crecimiento en longitud del total de feminelas por pámpano fue continuo desde cuajado a cosecha, para los tres tratamientos estudiados. A diferencia de lo reportado por Affonso y Stroegler (1999), en este ensayo se encontraron diferencias significativas en el crecimiento vegetativo debidas al deshojado. Luego de realizado el deshojado en cuajado (17/11/04), se observó un menor crecimiento en longitud de la feminelas en este tratamiento respecto al tratamiento sin deshojar. Desde el 07/12/04 hasta envero, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable de observación. Estos resultados sugieren que al realizar el deshojado en cuajado, se estimula el crecimiento en longitud de las feminelas, cubriendo los racimos expuestos, como ya se discutió.

La yema apical del pámpano y las hojas axilares inhiben el desarrollo de las yemas prontas, que originan las feminelas (Serrano et al., 2001). En este ensayo, durante el cuajado, los pámpanos fueron despuntados y, a través del deshojado, se eliminaron entre 3 y 4 hojas por pámpano. Esto trajo como consecuencia un desarrollo de las feminelas continuo hasta cosecha en el tratamiento deshojado en cuajado.

Varios autores han demostrado que las hojas de las feminelas tienen alta tasa de asimilación de CO₂ y contribuyen a la producción de fotosintatos tarde en la estación, los cuales son exportados hacia los racimos (Palliotti et al., 2000). Esto determina que las feminelas sean mas eficientes en la fotosíntesis que las hojas axilares que las portan (Champagnol 1984, Vasconcelos y Castagnoli 2000).

Cuando el deshojado se realiza en envero (18/01/05), el crecimiento en longitud de las feminelas se detuvo. Esto determina que el deshoje en envero presentara una tasa de reposición foliar baja o nula, resultados que concuerda con los obtenidos.

4.2.2 Rendimiento

Cuadro 4: Componentes del rendimiento según tratamiento.

	T	DC	DE
Rendimiento (Kg/pl)	7.98 ns	7.63 ns	8.14 ns
No. de racimos / pl	24.4 ns	24.2 ns	25.7 ns
Peso por racimo (gr.)	327.0 ns	315.3 ns	316.7 ns
No. de granos / racimo	215.2 ns	223.7 ns	219.3 ns
Peso baya (gr)	1.52 ns	1.42 ns	1.44 ns

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

No se observaron diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamiento (cuadro 4). Esto permite concluir que el deshojado, tanto en cuajado como en envero no afectó el rendimiento, para el año de estudio, resultados que concuerdan con los obtenidos por Caspari et al. (1998), Zoecklein et al. (1998), Affonso y Striegler (1999), Vasconcelos y Castagnoli (2000), Spayd y Posser (2001), Muñoz et al. (2002).

Sin embargo, otros autores han observado que la época e intensidad de deshojado influyen en el rendimiento de la vid. Cuando el deshojado se realiza en cuajado, la mayor intensidad produjo una disminución significativa en el rendimiento por planta, lo cual no ocurrió cuando se deshojó en envero (Gutiérrez, 2002). Esta disminución del rendimiento sería explicada por racimos pequeños y livianos (Poni 2005, Poni et al. 2006). Por otra parte, Carrosio et al. (2005) observaron que el rendimiento por planta fue mayor en los tratamientos deshojados respecto al tratamiento sin deshojar, para un viñedo del cv. Tannat conducido en lira. Estos autores explican el aumento en el rendimiento en los tratamientos deshojados debido a la eliminación de feminelas y hojas adultas que actuaban como fosa, compitiendo con los racimos por fotoasimilados.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Camussi et al. (2007), el número de racimos por planta y el peso de los mismo son los componentes del rendimiento mas importantes que determina los kilos de uva cosechados. En este ensayo, el número de racimos por planta fue uno de los criterios utilizados en la instalación para seleccionar plantas homogéneas, por tanto, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en este parámetro. El peso de racimos no presentó diferencias significativas según los tratamientos evaluados. Esto no concuerda con los resultados obtenidos por Sipiora (1995), Gutierrez (2002), Poni et al. (2005, 2006) discutidos anteriormente.

Tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamiento para las variables número y el peso promedio de bayas por racimo en cosecha. El deshojado en cuajado se realizó cuando la totalidad de las bayas estaban cuajadas, por lo que el número promedio de bayas por racimos estaba determinado previo a la realización del ensayo y no fue influenciado por el mismo.

4.2.3 Indicadores fisiológicos

4.2.3.1 Relación entre la superficie foliar y el rendimiento

En el siguiente cuadro se observa la relación entre la superficie foliar total (SFT) y el rendimiento por hectárea, para los tratamientos evaluados.

Cuadro 5: Surfície Foliar Total, Rendimiento y Superficie Foliar Total / Rendimiento según tratamiento.

	T	DC	DE
Superficie foliar total (mts ² /Ha)	15100 a	13000 b	12800 b
Rendimiento (Kg./Ha)	27706 a	26491 a	28262 a
SFEP/Rend	0.54	0.49	0.45

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

La relación superficie foliar total y el rendimiento es un indicador de la relación fuente:fosa del viñedo. Lo superficie foliar total es la responsable de realizar la fotosíntesis para la producción de fotoasimilados que serán destinados a las racimos, determinando la calidad de la cosecha (Murisier y Zufferey 1995, Murisier et al. 1995, Tomassi et al. 1998, Carbonneau et al. 2000, Kliewer y Dokoozlian 2005, Poni 2005). Para estos autores la relación entre superficie foliar (m²) y rendimiento (Kg.) debería encontrarse en un rango de 0.8 y 1.2 m²/Kg., para lograr plantas equilibradas desde el punto de vista vegeto-productivo.

En el cuadro 5, se observa que, para los tratamientos evaluados en este ensayo, la relación entre la superficie foliar total de viñedo y el rendimiento esta por debajo de los rangos propuestos. Los mayores valores obtenidos fueron de 0.54 m²/Kg., correspondiente al tratamiento sin deshojar. Esto estaría indicando que el rendimiento es demasiado elevado para la capacidad de la planta de producir fotoasimilados, produciendo un desequilibrio que afectaría tanto la calidad de las bayas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Iacono y Sparacio (1999) quienes plantean que con una relación entre SFT/Kg. de 0.56 a 0.8 m²/Kg., el potencial de producción de azúcares se ve limitado, debido a un alto rendimiento.

Se observaron diferencias en la relación SFT/Kg entre los tratamientos deshojados y el testigo. Los tratamientos deshojados presentaron valores inferiores al testigo, debido fundamentalmente a una menor superficie foliar total, dado que no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento.

La superficie foliar expuesta potencial es una medida mas ajustada de la capacidad potencial de la planta de realizar fotosíntesis y producir fotoasimilados. En el cuadro 6 se observa la relación entre superficie foliar expuesta potencial y rendimiento.

Cuadro 6: Superficie foliar expuesta potencial, rendimiento y superficie foliar expuesta potencial / rendimiento según tratamiento.

	T	DC	DE
Superficie foliar total (mts2/Ha)	5129 a	5771 b	6313 c
Rendimiento (Kg./Ha)	27706 a	26491 a	28262 a
SFEP/Rend	0.19	0.22	0.22

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

La relación entre SFEP/Kg. para un viñedo conducido en espaldera y equilibrado desde el punto de vista vegeto-productivo se encuentra entre los rangos de 0.4 a 0.7 m²/Kg., según lo propuesto por Carbonneau (1995).

Se observa que todos los tratamientos evaluados presentaron una baja relación SFEP/Kg., indicando que las plantas sobre las cuales se realizó el ensayo estaban desequilibradas desde el punto de vista vegeto-productivo (cuadro 6). Estos resultados sugieren que el potencial fotosintético de la planta es insuficiente para el rendimiento obtenido, como se discutió anteriormente. En este ensayo no se observaron diferencias entre los tratamientos donde se obtuvieron valores iguales o levemente inferiores a 0.22 m²/Kg.

4.2.3.2 Superficie foliar expuesta potencial y producción anual de materia seca

Cuadro 7: Relación entre la Superficie Foliar y la Producción Anual de Materia Seca (PAMS) según tratamiento.

	T	DC	DE
Rendimiento (Kg/ha)	27706 a	26491 a	28262 a
Peso de poda (Kg/ha)	3312.3 a	3468.5 b	3315.7 a
PAMS	7197.3	7032.4	7310.3 a
SFEp (m ² /ha)	5129 a	5771 b	6313 c
SFT/PAMS	0.71	0.82	0.86

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

En el cuadro 7 se observa la producción anual de materia seca según tratamiento. Los tratamientos testigo y deshojado en enero presentaron los mayores valores de PAMS, mientras que el tratamiento deshojado en cuajado presentó valores significativamente menores.

Según Carbonneau (1995), la producción de materia seca anual estima la materia seca renovable total producida por la planta y es un indicador de funcionamiento fisiológico, representando el nivel de actividad metabólica alcanzado por esta para permitir su crecimiento y desarrollo. Los tratamientos deshojados en enero y testigo tuvieron mayor producción de materia seca renovable por planta, debido a una mayor actividad metabólica.

La relación entre la producción de materia seca y la SFEp permite determinar la posible oferta de la planta para invertir en las actividades metabólicas, según lo propuesto por Carbonneau (2003). Este autor plantea una relación de 1.3 – 1.8 m²/Kg para una planta equilibrada.

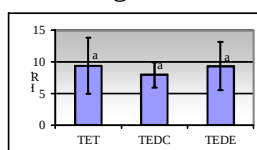
En este ensayo se observó que la relación entre SFEp/PAMS fue inferior a la reportada por Carbonneau (2003), indicando un desequilibrio entre la producción de fotoasimilados y de materia seca renovable (peso de poda) y producción.

El tratamiento deshojado en enero presentó la menor relación SFT/PAMS (0.59) que se diferenció de las obtenidas por los tratamientos testigo y deshojado en enero (0.69 y 0.68, respectivamente). Estos resultados permiten determinar que las plantas del tratamiento deshojado en enero tuvieron una menor superficie foliar para la producción de materia seca.

4.2.3.3 Índice de Ravaz

En el figura 7 se observa la relación entre los Kg. de cosecha y el Kg de madera de poda, según tratamiento.

Figura 7: Índice de Raváz según tratamiento.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Los tratamientos realizados en este ensayo no presentaron diferencias significativas en el peso de poda, manteniendo esta relación dentro de los valores de equilibrio, entre 8 y 12. Estos resultados estarían indicando que el crecimiento vegetativo y la producción de fruta están equilibrados.

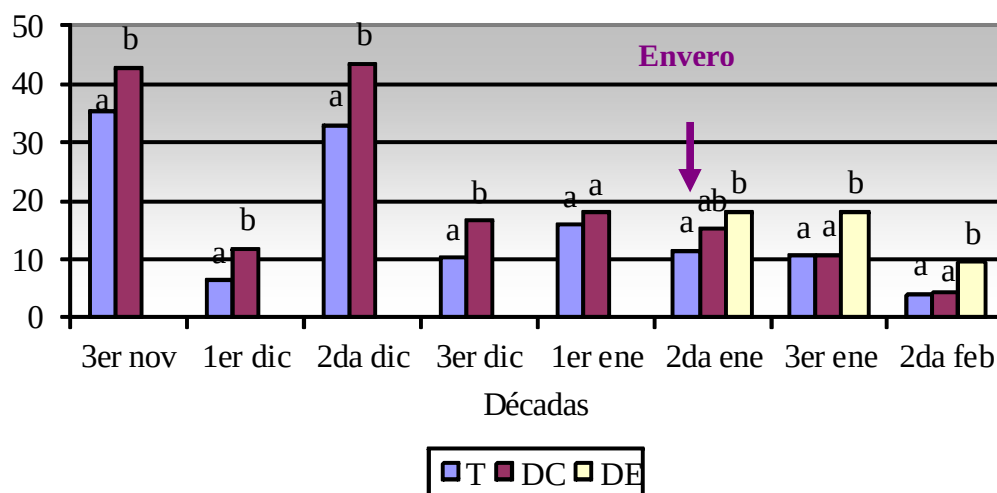
4.3 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL MICROCLIMA DE LA CANOPIA

4.3.1 Principales componentes del microclima

4.3.1.1 Luz

En la figura 8 se observa la intercepción lumínica de los racimos de los tratamientos deshojados, en comparación con el tratamiento sin deshojar.

Figura 8: Porcentaje de la radiación solar interceptada por los racimos, medida cada diez días, según tratamiento.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

El tratamiento sin deshojar tuvo el menor número de racimos expuestos desde envero a cosecha lo que ocasionó una menor interceptación de luz. Estos resultados indican que los niveles de radiación interceptados por los racimos, en los follajes densos, disminuyen hacia el interior de la canopia. Cuanto mayor sea el número de planos de hojas y/o racimos menor va a ser la cantidad de luz que atraviese la estructura, produciéndose sombreado en el interior de la canopia.. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Fernández Gonzáles et al. (1977), Champagnol (1984), Smart (1985), Smart y Robinson (1991), Keinghtley (2001), Calederon (2004).

El deshojado modificó el ambiente lumínico del interior de la canopia, siendo los tratamientos con mayor porcentaje de racimos expuestos los que presentaron los mayores niveles de interceptación de luz, resultados que concuerdan con los reportados por Mayse et al. (1995), Muñoz et al. (2002), Migre (2004). Desde cuajado (22/11/04) a la última década de diciembre, los racimos del tratamiento deshojado en cuajado presentaron diferencias significativas en los porcentajes de interceptación de radiación, respecto a los racimos del tratamiento sin deshojar. Para este período, los porcentajes de interceptación de radiación fueron mayores en el tratamiento deshojado en cuajado debido a una mayor exposición de los racimos. En este período, el deshojado en envero aún no se había realizado.

A partir del envero (18/01/05) hasta la cosecha no se observaron diferencias significativas para este parámetro entre los tratamientos deshojado en cuajado y sin deshojar, lo cual puede explicarse por el sombreado originado por el crecimiento de las feminelas, que determinó una menor exposición de los racimos.

Los racimos del tratamiento deshojado en envero presentaron los mayores porcentajes de intercepción de luz desde el momento en que se realizó esta práctica a cosecha, debido a una mayor exposición de los mismos durante este período, como consecuencia de la detención del crecimiento de las feminelas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Carrosio et al. (2005).

Muñoz et al. (2002) plantea que el deshojado previo a envero es el tratamiento mas efectivo en la intercepción de radiación en cosecha. Estos resultados no concuerdan con los reportados por Muñoz et al. (2002), quienes plantean que el deshojado previo a envero es más efectivo en la intercepción de radiación.

4.3.1.2 Temperatura

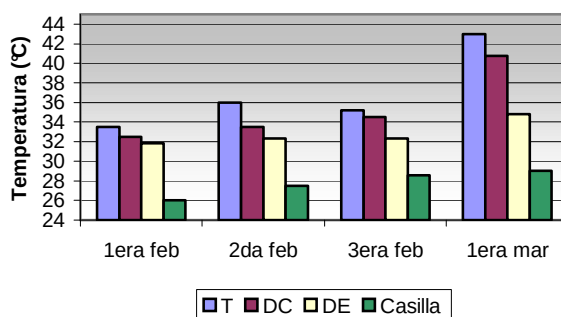
El deshojado, al modificar la exposición de los racimos y aumentar el porcentaje de intercepción de luz, modifico también la temperatura a la cual están expuesto (figura 9).

Se observaron diferencias entre la temperatura media máxima de la zona de los racimos y la registrada en casilla meteorológica (figura 9a). La temperatura media máxima fue mayor en la zona de los racimos, para todos los tratamientos evaluados respecto a la registrada en casilla meteorológica. Se observaron diferencias importantes en este parámetro, entre los tratamientos. El tratamiento con deshojado en envero presentó temperaturas medias máximas inferiores respecto a los demás tratamientos, mientras que no se observaron diferencias importantes entre los tratamientos deshojado en cuajado y sin deshojar.

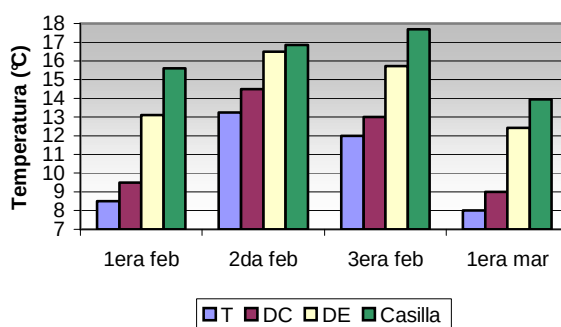
Estos resultados no concuerdan con lo reportado por Muñoz et al. (2002) quien no observó diferencias entre las temperaturas medias máximas en el período comprendido entre envero y cosecha, debidas al deshojado. Tampoco concuerdan con los resultados obtenidos por Zoecklein et al. (1992), Maige (2004) quienes plantean que las bayas expuestas presentan temperaturas de alrededor de 9 ° C superiores a la temperatura ambiente debido a la relación que existe entre la luz y la temperatura.

Figura 9: Temperaturas mínimas y máximas decádicas según tratamiento.

a) Temperaturas máximas decádicas según tratamiento.



b) Temperaturas medias mínimas decádicas según tratamiento.



El deshojado influye sobre las condiciones térmicas de la planta modificando el flujo de energía entre el interior de la canopia y el ambiente. Las temperaturas de las hojas y racimos son generalmente iguales o cercanas a la temperatura del aire a menos que sean calentadas por la absorción de la luz o enfriadas por la evaporación del agua, como pasa con la transpiración de las hojas. Las bayas tienen una transpiración muy reducida, por lo que la temperatura que alcanzan es mayor, sobre todo en racimos expuestos. Sin embargo, los racimos de los tratamientos deshojados están expuestos a un mayor flujo de aire, lo cual favorece una menor temperatura del grano (Smart y Robinson 1991, Hunter y Archer 2002, Carbonneau 2003). Estos resultados pueden explicar porque el tratamiento con deshojado en enero, que presentó el mayor porcentaje de racimos expuestos durante este periodo, presentó temperaturas medias máximas inferiores a los tratamientos deshojado en cuajado y testigo.

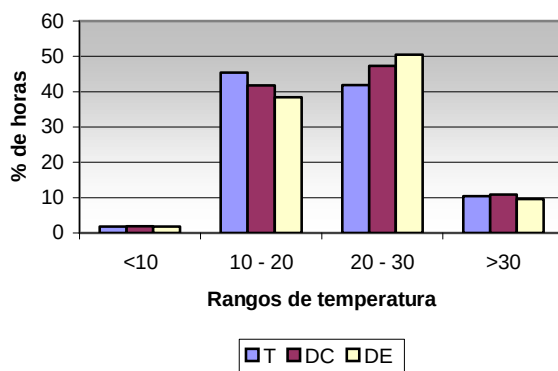
El tratamiento sin deshojar y el deshojado en cuajado, al tener racimos dentro de la estructura y cubiertos por capas de hojas, presentaron temperaturas medias máximas superiores puesto que, según los resultados de Smart y Robinson (1991) la velocidad del viento es muy poca en el centro de una canopia densa. Las hojas frenan la circulación

del aire dentro de la canopia lo cual trae como consecuencia una mayor temperatura en el centro de la estructura.

Los tratamientos sin deshoje y con deshojado en cuajado presentaron las temperaturas medias mínimas mas bajas en el período comprendido entre envero y cosecha, menores incluso que la temperatura media mínima del ambiente (figura 9b). El tratamiento deshojado en envero presentó valores intermedios, entre la temperatura registrada en casilla meteorológica y en el interior de la canopia de los tratamientos T y DC. Estos resultados podrían explicarse debido a la relación que existe entre la luz y la temperatura. Los tratamientos que presentan temperaturas mínimas medias menores en la zona de los racimos (T y DC) son aquellos cuyos racimos se encuentran menos expuestos a la radiación solar en horas tempranas en la mañana. A diferencia de esto, en el tratamiento deshojado en envero la mayor exposición de los racimos determina que las diferencias entre la temperatura media mínima de la zona de los racimos y ambiental sean menores.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Muñoz et al. (2002) quien observó que los tratamientos deshojados presentaban temperaturas mínimas menores que los tratamientos sin deshojar.

Figura 10: Porcentaje de horas según rango de temperaturas por tratamiento.



En la figura 10 se observa el porcentaje de horas según rangos de temperatura. Se observa que en los rangos de temperaturas menores a 10 °C y mayores a 30 °C, no se encontraron diferencias entre los tratamientos para este parámetro. Entre los rangos de 10-20 °C y de 20 – 30 °C, los tratamientos se comportaron diferentes. Los racimos del tratamiento sin deshojar, están expuestos mayor cantidad de horas a temperaturas entre 10-20 °C. Los racimos del tratamiento deshojado en envero presenta el 50 % de las horas, entre envero y cosecha, expuestos a temperaturas entre 20-30 ° C. El tratamiento con deshojado en cuajado mostró un comportamiento intermedio entre los tratamientos anteriores.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la figura 5. Los racimos del tratamiento que presento los valores mas extremos de temperaturas máximas y mínimas promedio, fueron los que presentaron mayor porcentaje de horas en el rango de 10-20 ° C. Mientras que los racimos del tratamiento que presentó menor diferencias entre las temperaturas máximas y mínimas medias fueron los que presentaron mayor porcentaje de horas en el rangos de 20-30 ° C. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Muñoz et al. (2002), quienes plantean que el tratamiento con deshojado posee una temperatura medias superior a los tratamientos testigos.

Estos resultados coinciden también con los obtenidos por Carrosio et al. (2005), quienes, para los rangos de temperatura mayor a 25 °C y mayores a 30 °C, observaron que los racimos del tratamiento deshojado en envero estuvieron expuestos mayor cantidad de horas. El tratamiento sin deshojar presentó los menores valores. Estos autores plantean que la mayor exposición de los racimos a este rango de temperatura, durante el período entre envero y cosecha, determina diferencias en la composición y la sanidad de la uva.

4.3.1.3 Humedad relativa

En el figura 11 se observa el efecto de los tratamientos sobre la humedad relativa de la zona de los racimos. Se observa que la humedad relativa dentro de la canopia fue menor en el tratamiento deshojado en cuajado respecto al testigo sin deshojar, para el periodo correspondiente a cuajado-cosecha. Estos resultados concuerda con los obtenidos por Bledsoe et al (1988), Englich et al. (1990), Howell et al. (1994), Percival et al. (1994), Sipiora (1995), Bitón (2003) quienes plantean que esta diferencia puede deberse a la mayor exposición y, por tanto, ventilación de los racimos (figura 5).

No se observaron diferencias importantes entre la humedad relativa registrada en casilla meteorológica y a nivel de los racimos del tratamiento deshojado en cuajado. Esto puede deberse a que los racimos del tratamiento deshojado en cuajado están más expuestos a las condiciones climáticas del ambiente y por tanto la humedad relativa del interior de la canopia tiene a igualarse con la humedad relativa ambiental, resultados que concuerdan con los obtenidos por Smart y Robinson (1991).

Según estos autores la transpiración de las hojas puede llevar a aumenta la humedad relativa dentro de canopias densas. Si la canopia es abierta y los racimos quedan expuestos como sucedió en el ensayo en los tratamientos deshojados, el efecto de la ventilación puede reducir la diferencia de humedad relativa entre el interior y exterior de la canopia.

Figura 11: Evolución de la humedad relativa desde cuajado a cosecha, según tratamiento, por fecha.

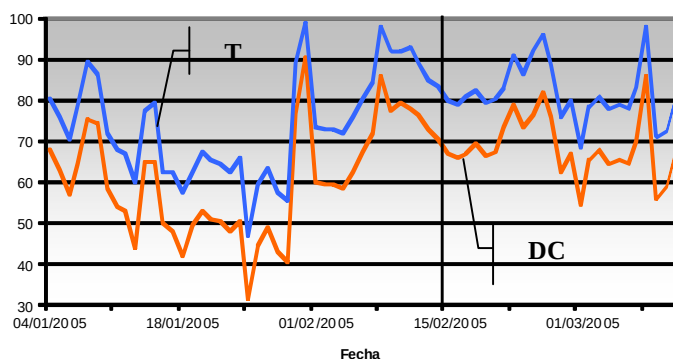
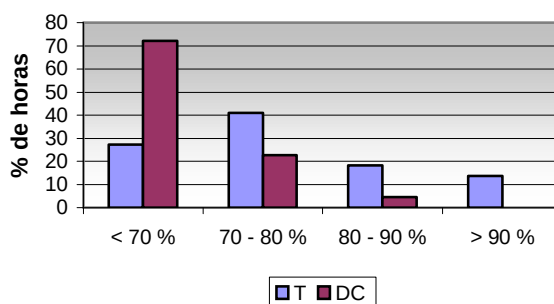


Figura 12: Porcentaje de horas según rango de humedad relativa (%).



Más del 70 % de las horas entre envero y cosecha, los racimos del tratamiento deshojado en cuajado estuvieron expuestos a humedades relativas menores al 70 %, mientras que los racimos del tratamiento sin deshojar, el 70 % de las horas entre envero y cosecha estuvieron expuestos a humedades relativas superiores al 70 % (figura 12).

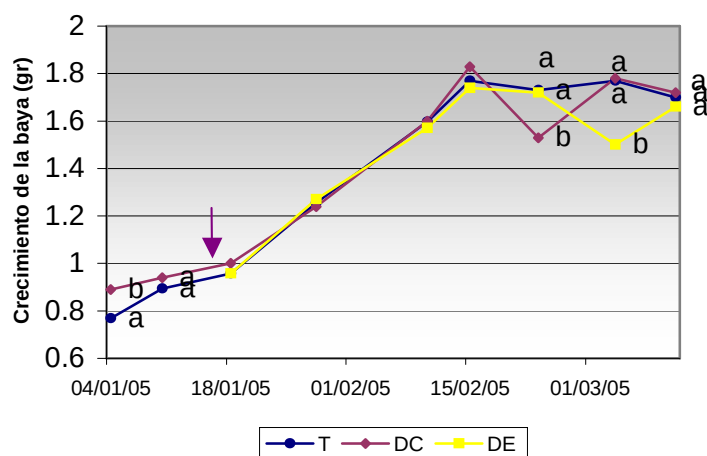
La humedad relativa es uno de los componentes climáticos más importante en el desarrollo de podredumbres de racimo. Estos resultados estarían sugiriendo que los tratamientos deshojados deberían presentar un menor porcentaje de racimos afectados por podredumbres, debido a que pequeñas diferencias en la humedad relativa pueden ser importantes para el establecimiento de estos hongos.

4.4 EFECTOS DEL DESHOJADO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE LA UVA

4.4.1 Incremento del peso de la baya

En la figura 13 se observa el incremento de la baya en peso según los tratamientos evaluados. El incremento en peso de la baya fue continuo, asemejándose a una curva sigmoide, resultados que concuerdan con los obtenidos por (Winkler 1974, Coombe 1992, Ollat 2002).

Figura 13: Evolución del crecimiento (en peso) de la baya según tratamiento.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Al principios de enero, los tratamientos testigo y deshojado en cuajado presentaron diferencias significativas, siendo este último el que presentó un peso menor de las bayas. Desde enero (18/01/05) hasta el 15 de febrero, se observó un incremento en el peso de las bayas constante y lineal, sin encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos.

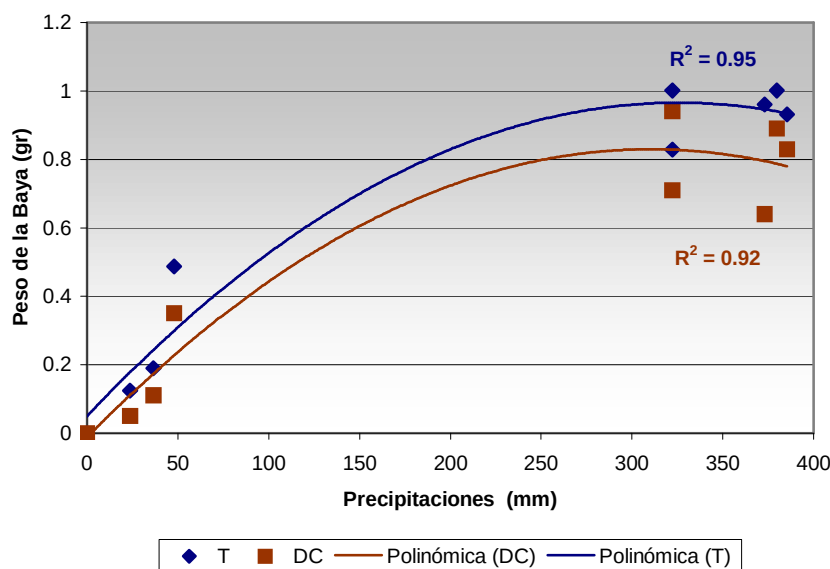
Durante la segunda quincena de febrero hasta la cosecha (11/03/05) se observaron variaciones en el incremento del peso de la baya según los tratamientos, sin embargo en cosecha, no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable de observación.

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Jones y Davis (2000) quienes plantean que el peso de la baya varía en función de la exposición a la luz y con la temperatura durante la maduración.

En el periodo comprendido entre floración y envero se determina el número de células de la baya, mientras que el periodo comprendido entre envero cosecha, se el aumento en volumen de la misma (Blouin y Guimberteau 2000, Ollat 2002). Durante la maduración, el crecimiento del grano depende del suministro de fotosintatos, agua y otros nutrientes. En esta etapa la baya es sensible al estrés hídrico, a la mejora de las condiciones de iluminación y a la competencia con el crecimiento vegetativo previo al envero (Fregoni 1999, Valdivieso 2005).

En este ensayo se encontró una correlación altamente significativa entre el incremento del peso de la baya y las precipitaciones comprendidas entre envero y cosecha (figura 14), para los tratamientos testigo y deshojado en cuajado.

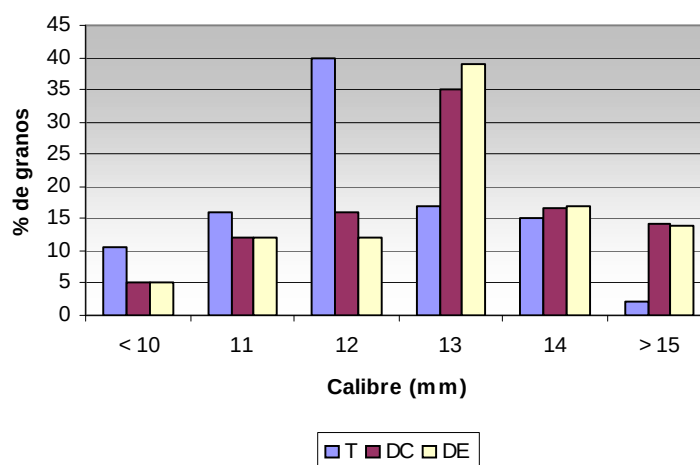
Figura 14: Relación entre las precipitaciones y el aumento en el peso del grano, según tratamiento.



4.4.2 Tamaño de la baya

El tamaño de la baya fue modificado a través del deshojado (figura 15), siendo los tratamientos deshojados los que presentaron los tamaños mayores. Entre el 35 y el 40 % de las bayas de los tratamientos deshojados presentaron diámetros de 13 mm, mientras que el 40 % de las bayas del tratamiento sin deshojar presentaron diámetros de 12 mm.

Figura 15: Distribución del tamaño del grano en cosecha según tratamiento.



Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Smart y Robinson (1991), Iacono et al. (1992) quienes plantean que el sombreado del interior de la canopia causa una reducción en el crecimiento de las bayas debido a una restricción en la fotosíntesis.

En los tratamientos deshojados, principalmente deshojado en cuajado, la exposición directa de los racimos, desde cuajado a envero, promueve el crecimiento de la baya.

4.4.3 Maduración de la baya

Cuadro 8: Composición de la uva en cosecha según tratamiento.

Tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	Azúcares (gr/lts)	Acidez Total (gr/l)	pH
T	22.4	219.8 a	5.95 a	3.61 a
DC	22.6	221.9 a	5.48 ab	3.57 a
DE	23.06	227.0 a	5.12 b	3.54 a

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

En lo que respecta a los parámetros químicos evaluados de la uva, solo se registraron diferencias significativas en la acidez total, no existiendo diferencias para sólidos solubles, azúcar y pH (cuadro 8).

4.4.3.1 Azúcar

Al analizar la composición de la uva no se encontraron diferencias significativas en el contenido de azúcar para los tratamientos evaluados (cuadro 8). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Williams et al. (1987), Howell et al. (1994), Zoecklein et al. (1998), Affonso y Striegler (1999), Lavin y Pardo (2000).

Varios autores, como Morrison (1990), Spayd et al. (2002), plantean que al aumentar la superficie foliar expuesta a la radiación solar, el potencial fotosintético de la planta aumenta, por lo que una mayor cantidad de fotoasimilados estarían siendo acumulados en las bayas, aumentando el contenido de azúcar de las mismas.

Otros autores plantean que a través del deshojado, se produce una reducción de la superficie foliar, no compensada por el crecimiento de feminelas, lo cual determina una menor fotosíntesis neta y por tanto una menor acumulación de sólidos solubles en la baya (Vasconcelos y Castagnoli 2000, Spayd y Posser 2001, Schultz 2001, Muñoz et al. 2002).

En este ensayo se observó que el deshojado modificó el área foliar del viñedo, aumentando la superficie foliar expuesta a la radiación, lo que podría estar relacionado a una mayor fotosíntesis neta y mayor producción de fotoasimilados disponibles para ser acumulados en la baya. Sin embargo, se observó una baja relación entre la superficie foliar expuesta potencial y el rendimiento, lo cual estaría indicando que la fuente no alcanzaría a cubrir los requerimientos de la fosa debido a una falta de follaje expuesto o a un alto rendimiento. Estos resultados sugieren que, si bien el deshojado aumenta la superficie foliar del viñedo, la alta carga del mismo no permitió que se observaran diferencias significativas en la concentración de azúcar. Otro de los aspectos importantes a considerar es el deshojado aumenta la superficie foliar y la exposición de los racimos pero no es una práctica que por sí sola mejore la acumulación de azúcar en la baya.

4.4.3.2 Acidez

Se observaron diferencias significativas en la acidez total entre los tratamientos, siendo el deshojado en enero el tratamiento que presentó los menores valores, mientras que el testigo presentó los valores mayores. El tratamiento deshojado en cuajado presentó valores intermedios, sin diferenciarse significativamente de los tratamientos anteriores.

Como era de esperar, los tratamientos deshojados, principalmente deshojado en enero, presentaron menor acidez respecto al testigo. Esto puede deberse a una mayor

exposición de los racimos a la radiación solar, que genera un aumento de la temperatura de los granos, provocando una mayor combustión del ácido málico. Estos resultados concuerdan con los reportados por Smart (1985), Fregoni (1987), Dokoozlian y Kliever (1995), Price (1995), Zoecklein (1998), Muñoz et al. (2002), Maigre (2004).

Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Carrosio et al. (2005) quienes trabajando en un viñedo conducido en lira del cultivar Tannat, no encontraron diferencias significativas en la acidez total debidas al deshojado.

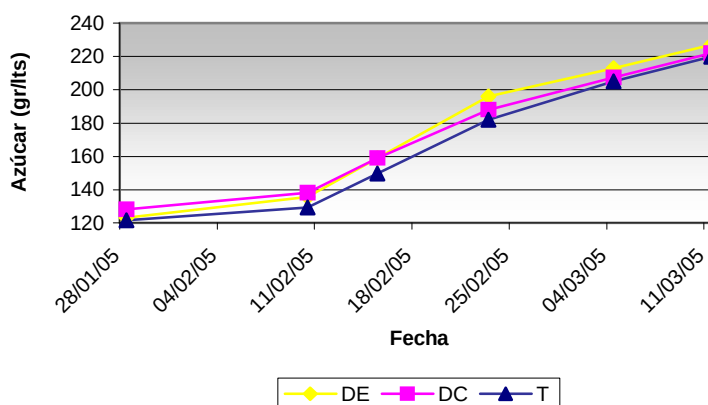
4.4.3.3 pH

Comparando los distintos tratamientos, no se registraron diferencias en el pH de la uva entre los tratamientos deshojados y el testigo, lo que concuerda con lo expuesto por Percival et al. (1994), Andrade et al. (2001), Leborne y Rodriguez (2003). Por otra parte, estos resultados no concuerdan con los reportados por Smart (1985) quien plantea que al aumentar la exposición de los racimos a la radiación el pH disminuye.

Tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos deshojado en cuajado y deshojado en envero, lo cual también esta en desacuerdo con lo propuesto por Sipiora (1995), Gutierrez (2002), donde mencionan que el deshojado temprano en cuajado produce un descenso del pH en la uva.

4.4.3.4 Evolución de algunos parámetros de la composición de la uva

Figura 16: Evolución del contenido de azúcar según tratamiento, en el período comprendido entre envero y cosecha.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Como se observa en el figura 16 los tenores de azúcares se incrementan a lo largo del periodo de madurez, registrándose una tendencia similar para los dos tratamientos evaluados (deshojado en cuajado y en envero) y el testigo, tal como menciona Paynaud (1984), Andrades (1990).

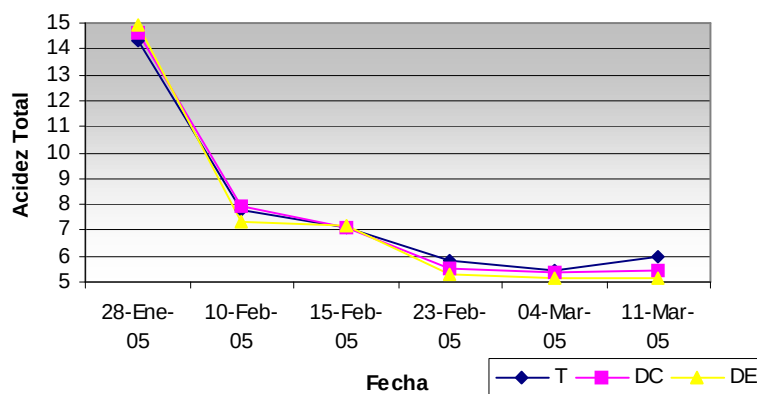
Autores como Pszczółkowski et al. (1985), Morrison (1990), Hunter et al. (1991), Dokoozlian y Kliewer (1995), Price (1995), Dokoozlian et al. (2001), Muñuz et al. (2002), Spayd et al. (2002) plantean que las modificaciones del follaje afecta el microclima de los racimos produciendo una mayor acumulación de azúcar en las bayas. Esto esta explicado porque el deshojado produce una mayor exposición del follaje a la luz, lo cual determina una mayor fotosíntesis neta. Otra explicación es que los racimos expuestos presentan mayor temperatura y por tanto la transpiración del grano es mayor, lo cual determina una acumulación de azúcar por concentración.

En este ensayo, en el período comprendido entre envero y cosecha, no se observaron diferencias significativas en la evolución de los azúcares entre los tratamientos deshojados y el testigo sin deshojar. Como ya se discutió en el puntos anteriores, el viñedo presenta una baja superficie foliar expuesta en relación al rendimiento, independientemente del tratamiento. Si bien el deshojado aumento la superficie foliar expuesta, este aumento no es suficiente para cubrir los requerimientos de la fosa.

En el figura 11 se observa que el tratamiento sin deshojar (T) presentó una concentración de azúcar mayor a los tratamientos deshojados, si bien la diferencia no es significativa. Esto podría deberse a que el tratamiento sin deshojar presentó temperaturas máximas medias superiores respecto a los tratamientos deshojados, lo que determina una mayor concentración de azúcar por concentración. Sin embargo, posiblemente la baja relación fuente fosa esta limitando la acumulación de azúcar.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores como Williams et al. (1987), Howell et al. (1994), Zoecklein et al. (1998), Affonso y Striegler (1999), Lavín y Pardo (2000) quienes no encontraron diferencias significativas en la evolución de azúcares debido al deshojado.

Figura 17: Evolución de la acidez total según tratamiento, en el período comprendido entre envero y cosecha.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Desde envero a cosecha, se registró un descenso de la acidez para los tres tratamientos evaluados, tal como fue reportado por autores como Peynaud (1984), Andrades (1990) (figura 17).

Como se observa en la figura anterior, desde el envero, los tratamientos parten con valores similares de acidez que se mantienen hasta una semana previa a la cosecha, sin observarse diferencias significativas en este parámetro debido al deshojado.

Previo a la cosecha se observa una tendencia en los tratamientos deshojados en cuajado y envero, a presentar valores de acidez total inferiores al testigo, si bien no se registraron diferencias significativas.

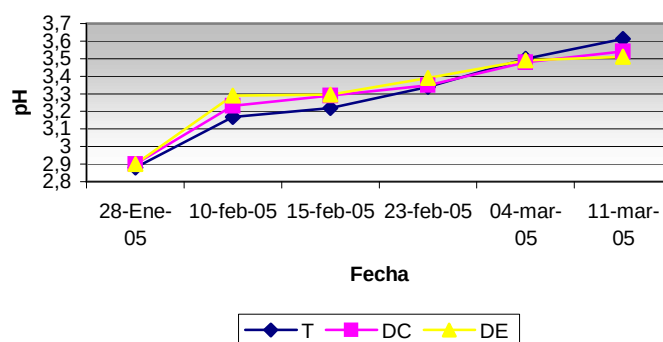
Como ya se discutió en el cuadro 8, en cosecha se registraron diferencias entre los tratamientos siendo el deshojado en envero el que presentó el menor valor de acidez total y el testigo el mayor, mientras que el deshojado en cuajado presentó valores intermedios. Esto confirma la tendencia que se observó en las mediciones realizadas previas a cosecha.

Era de esperar que al inicio de la madurez el deshojado en cuajado presentara mayor acidez total, debido a que el grano verde podía realizar fotosíntesis, incrementando la síntesis de ácido málico, como es reportado por Ribereau-Gayon et al. (1989). En este ensayo este fenómeno no se observó.

La menor acidez registrada en los tratamientos deshojados, principalmente en envero, previo a cosecha, pudo deberse a la mayor respiración del ácido málico en las bayas de este tratamiento. La respiración de este ácido depende de la temperatura,

principalmente por encima de los 30 ° C. Como se observó anteriormente, los tratamientos deshojados presentaron mayor porcentaje de horas con temperaturas superiores a 20 ° C, lo cual podría estar influyendo en las diferencias observadas en la acidez total en cosecha.

Figura 18: Evolución del pH según tratamiento, en el período comprendido entre enero y cosecha.



Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Como se observa en la figura 18, el pH en los tratamientos deshojados y el testigo, tienden a aumentar durante la madurez de la baya, resultados que concuerdan con lo obtenido por autores como Possner y Kliwer (1985), Andrades (1990).

Varios autores plantean que el sombreado aumenta la acumulación de K en la baya aumentando el nivel de pH, durante la maduración (Smart y Robinson 1985, Macaulay y Morris 1993, Dokoozlian y Kliwer 1995, Spayd et al. 2002, Gutierrez 2002). Esto sugiere que los tratamientos deshojados deberían presentar un pH mayor que el testigo sin deshojar.

En este ensayo no se encontraron un efecto del deshojado en la evolución del pH, durante la maduración de la baya. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Williams et al. (1987), Howell et al (1994), Price et al. (1995), Zoecklein et al. (1998), Lavin y Pardo (2000), Muñoz et al. (2002), Carrosio (2005).

4.4.4 Composición fenólica

Cuadro 9: Composición fenólica de la uva en cosecha según tratamiento.

	A280	ApH1 *	ApH3.2 *	E.A. %	dpell %	Mp%
T	54.45 a	1494.8 a	900.1 a	39.83 a	66.06 a	33.94 a
DC	52.27 a	1585.4 ab	899.6 a	43.32 a	68.82 a	31.18 a
DE	52.15 a	1630.13 b	910.1 a	44.16 a	69.88 a	30.12 a

(*) mg de glucósidos de malvidina por litro

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Como se observa en el cuadro 9 no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en riqueza fenólica (A280) entre los tratamientos deshojados y el tratamiento sin deshojar.

El tratamiento deshojado en enero presentó los mayores niveles de antocianos totales (ApH1), mientras que el testigo presentó los menores valores. El deshojado en cuajado no se diferenció significativamente de los tratamientos anteriores, presentando un comportamiento intermedio. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Carrosio et al. (2005) quienes obtuvieron en los tratamientos deshojados, niveles significativamente mayores en el contenido de antocianos totales respecto al testigo. Sin embargo, no concuerdan con los obtenidos por Andrade et al. (2001), Serrano et al. (2001), Gutierrez (2002), Leborne y Rodríguez (2003), quienes plantean que en el tratamiento deshojado en cuajado se producen los efectos más importantes en cuanto a la producción de antocianos, dado que en este ensayo, fue el deshojado en enero el que presentó los mayores valores.

Los resultados obtenidos en este ensayo podrían explicarse debido a la radiación solar interceptada por los racimos. Como se observa en la figura 8, los racimos del tratamiento deshojado en enero interceptaron significativamente niveles mayor de radiación solar en el periodo comprendido entre enero y cosecha, comparado con los tratamientos testigo y deshojado en cuajado. Según Champagnol (1984), Cripén y Morrison (1986), Smart et al. (1988), Morrison y Noble (1990), Boubals (1991), Gonzalez-Neves (2003) la actividad de las enzimas implicadas en la síntesis de antocianinas está controlada por la luz ya que promueve la expresión de los genes que participan en la biosíntesis de los flavonoides.

Kliwer y Torres (1972), Champagnol (1984), Dokoozlian et al. (2001) plantean que la temperatura es el factor más importante en determinar la coloración de las uvas. Temperaturas entre 15 y 25 ° C, son las óptimas para el desarrollo del color, mientras que la coloración de los racimos es mayor a temperaturas diurnas de 20 ° C que a 30 ° C

a iguales condiciones de luminosidad. Cabe destacar que los tratamientos deshojados, principalmente el realizado en enero, presentaron mayor porcentaje de horas en los rangos de temperatura entre 20 y 30 ° C.

No se observaron diferencias significativas en facilidad de extracción de los antocianos (Ea %), entre los tratamientos deshojados y el testigo. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Leborne y Rodríguez (2003), Carrosio et al. (2005) quienes observaron una mayor extractibilidad de los antocianos en los tratamientos deshojados. Según estos autores, en las bayas de los tratamientos deshojados, al estar mas expuestas, se aceleraba la degradación de las paredes celulares, posibilitando que estas liberen más fácilmente los antocianos.

En cuanto a la maduración fenólica de las semillas (Mp %), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Carrosio et al. (2005) quienes obtuvieron un mayor aporte de taninos de la semilla al contenido fenolico de la uva, en el tratamiento deshojado en cuajado.

En este ensayo tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, en el contenido de taninos provenientes de las películas (dpell). Estos resultados difieren de los obtenidos por Carrosio et al. (2005) quienes obtuvieron una mayor cantidad de taninos provenientes de las películas en los tratamientos deshojados, en comparación con el testigo.

4.5 EFECTO DEL DESHOJADO SOBRE EL DESARROLLO DE PODREDUMBRES DE RACIMO

Cuadro 10: Rendimiento total por planta, peso y porcentaje en peso de racimos afectados por podredumbres.

	T	DC	DE
Rendimiento (Kg/pl)	7.98 ns	7.63 ns	8.14 ns
Peso afectado por podredumbres (Kg/pl)	1.21 ns	1.76 ns	1.30 ns
Porcentaje en peso de racimos afectados	18.8 ns	23.9 ns	15.8 ns

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

En el cuadro 10, se observa un alto porcentaje en peso de racimos afectados por podredumbres, superior al 15 %, en los tres tratamientos evaluados. Estos resultados estaria afectando el rendimiento y la calidad de la uva cosechada, resultados que concuerdan con los obtenidos por Palazón et al. (1979) quien observó que con niveles de ataque entre un 10% y un 15%, se producen alteraciones en la calidad de los vinos tintos y blancos respectivamente. Autores como Latorre y Rodríguez (2001), Bitón

(2003) plantean que con niveles superiores al 18 % de racimos afectados se produce reducciones importantes el el rendimiento final.

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje en peso de racimos afectados por podredumbres. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Latorre (1986), English et al. (1993), Marroni y Guidi (1998), Joubert y Archer (2002), Proffit y Ganevet (2003), Carrosio et al. (2005) quienes observaron un efecto positivo del deshojado en el control de podredumbres de racimos, debido a la modificación de las condiciones microclimaticas a las cuales estan expuestos los racimos.

Si bien en este ensayo se ha observado que el deshojado aumenta la exposición de los racimos a la radiación y mejora la exposición y ventilación de los mismos, no se logró determinar que esta practica disminuye el porcentaje en peso de racimos afectados por podredumbres.

El desarrollo de los agentes causales de podredumbres de racimos esta determinado por las condiciones ambientas, principalmente por la temperatura y la humedad relativa. Según Latorre y Rioja (2002) las infecciones ocasionadas por estos patógenos ocurren con temperaturas entre 5 y 30 ° C y con porcentajes de humedad relativa mayores al 80 %. Según lo observado anteriormente, todos los tratamientos presentaron temperaturas dentro de los rangos mencionados para el desarrollo de dichos patógenos. En cuanto a la humedad relativa, el tratamiento deshojado en cuajado presentó 5 % de las horas entre envero y cosecha con valores superiores al 80%, en tanto que el tratamiento sin deshojar presentó un 30 % de las horas en valores superiores a dicho porcentaje. A partir de estos resultados seria de esperar que los tratamientos deshojados presentaran menores porcentajes en peso de racimos afectados por podredumbres, cosa que no se observa en los resultados obtenidos en el cuadro 10.

4.5.1 Métodos de estimación de podredumbres de racimo

4.5.1.1 Número de focos afectados por podredumbres de racimo

El cuadro 11 muestra el número de focos afectados por podredumbres de racimo según tratamiento y exposición en cosecha.

Cuadro 11: Número de focos de podredumbres por 1.5 metros lineales, según tratamiento y exposición (este y oeste).

	T		DC		DE	
	E	W	E	W	E	W
No. de focos promedio	4.7 ns	5.7 ns	2.2 ns	2.3 ns	2.9 ns	3.2 ns
No. de focos totales promedio	5.2 a		2.5 b		3.0 b	

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

Este método evalúa el daño ocasionado por podredumbres de racimos a través de la frecuencia de focos afectados, que se corresponden con uno racimo o un grupo de racimo que estan en contacto entre si, en 1,5 metros lineales en el sentido de la fila. A través de este método, no se determinaron diferencias significativas en la frecuencia de focos de podredumbre debidas a la orientación. Estos resultados sugieren que la frecuencia de daños ocasionados por podredumbres de racimos no esta influenciada por la orientación de la exposición de los racimos en la fila.

El método de evaluación de focos de podredumbres por 1,5 metros lineal, permitió determinar una disminución significativa en la frecuencia de focos afectados entre los tratamiento. La frecuencia de focos afectados por podredumbres fue significativamente inferior en los tratamientos en los que se realizó deshojado, sin presentar diferencia en la época de deshojado.

A nivel de campo, la frecuencia de focos afectados por podredumbres se presenta como un método rápido y fácil de aplicar a nivel de campo, sin ser destructivo de la muestra, el cual podría ser facilmente adoptado a nivel de productores.

4.5.1.2 Porcentaje de bayas afectadas por podredumbres de racimo

El porcentaje de bayas afectadas por podredumbres por racimo es una medida de intensidad el daño ocasionado por estos patógenos. Este método cuantifica el porcentaje de las bayas afectas en relacion a las bayas totales del racimo.

Cuadro 12: Porcentaje de bayas afectadas por podredumbres por racimo, según tratamiento y exposición (este y oeste).

	T		DC		DE	
	E	W	E	W	E	W
% bayas afectados por localización	10.9 a	14.1 b	4.1 a	11.2 b	9.4 a	14.7 b
% bayas afectados totales	7.7 a		14.6 a		12.5 a	

Medias con la misma letra no difieren significativamente (0.05).

En el cuadro 12 se observa que no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, en el porcentaje de bayas afectadas por podredumbres de racimo. Estos resultados sugieren que para las condiciones en las que se realizó en el ensayo, este método se determinó que la intensidad de daños ocasionados por podredumbres de racimo no es modificada por el deshojado.

En cuanto a la localización se determinó una mayor intensidad de infección en los racimos ubicados al oeste de la fila respecto a los ubicados al este. Estos resultados podrían ser explicados debido a que los racimos ubicados al este de la fila reciben todo el sol de la mañana, produciendo un secado más rápido del rocío, cosa que no sucede en los racimos ubicados al oeste. Al estar mas expuestos a condiciones húmedas, en los racimos ubicados al oeste la intensidad de ataque de podredumbres de racimos es mayor.

El método de intensidad de bayas afectadas por racimo, podría ser un buen estimador de las pérdidas de producción, pero la desventaja que presenta es que es un método destructivo, que requiere de un alto número de repeticiones para lograr una buena precisión.

4.5.2 Infecciones latentes

Cuadro 13: Porcentaje de granos con infecciones latentes en envero según género.

Género	T	DC	DE
<i>Botrytis</i> sp.	0.5	0	1
<i>Aspergillus</i> sp.	6.5	7.5	3
<i>Penicillium</i> sp.	1	0	0

En el cuadro 13 se observa el porcentaje de bayas con infecciones latentes en envero, según el género encontrado. Los géneros que se desarrollaron, luego de colocar las bayas en cámara húmeda, fueron *Botrytis* sp, *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp. Estos resultados confirman los obtenidos por Nair (1985), Holtz (2003) quienes reportaron la presencia de infecciones latentes de *Botrytis* sp. en flores y bayas recién cuajadas.

En un ensayo realizado por Nair (1985) se reportaron *Botrytis* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. sobre flores y bayas recién cuajadas, siendo *Botrytis* el principal género presente. En las condiciones en que se realizó este ensayo, se observó que, para los tres tratamientos evaluados, el principal género que se desarrolló sobre bayas recién cuajadas fue *Aspergillus*.

En este ensayo no se observan diferencias importantes en el porcentaje de infecciones latentes de *Botrytis* sp. entre los tratamientos deshojados y el testigo.

Se observó la presencia de infecciones latentes de *Aspergillus* sp. en bayas aparentemente sanas. Para este patógeno se observa el porcentaje de infecciones latentes fue diferente según el tratamiento, siendo el deshojado en cuajado y el testigo los que presentaron los mayores porcentajes. El tratamiento deshojado en envero, que presentó mayor porcentaje de racimos expuestos a la radiación y menor humedad relativa en el interior de la canopia, fue el que presentó los menores porcentajes de infecciones latentes. Estas condiciones pudieron haber limitado la presencia de infecciones latentes de *Aspergillus* sp. en dicho tratamiento.

La presencia de infecciones latentes desde el inicio de la maduración podría ser un indicativo del potencial de infección que habría en el viñedo, de darse las condiciones favorables a su desarrollo.

Cuadro 14: Porcentaje de granos con infecciones latentes en cosecha, según género.

Género	T	DC	DE
<i>Botrytis</i> sp.	10.5	22.5	18.5
<i>Aspergillus</i> sp.	6.5	0.5	4.5
<i>Penicillium</i> sp.	0	9.5	1.5

En la evaluación de infecciones latentes en cosecha se identificaron las siguientes géneros: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. y *Botrytis* sp., siendo ésta última la predominante en todos los tratamientos (cuadro 14). Estos géneros también fueron reportados por Nair (1985) en bayas maduras del cv. Shiraz, siendo *Botrytis* el género predominante seguido de *Aspergillus*. Los resultados obtenidos en este ensayo para el momento de cosecha, concuerdan con los reportados por la bibliografía.

Se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de infecciones latentes de *Aspergillus* sp. en cosecha, siendo menor la incidencia de éste en el tratamiento deshojado en cuajado.

A partir del desarrollo de los patógenos en cámara húmeda se realizaron aislamientos de *Botrytis* sp. encontrándose cepas que difieren en las características de las colonias y en los esclerotos formados (figura 19). No se conocen referencias de formación de esclerotos por *Botrytis cinerea* en Uruguay.

Figura 19: Diferentes cepas de *Botrytis* sp.



4.5.3 Fuentes de Inoculo de *Botrytis* sp en viñedos

Figura 20: Restos de racimos en viñedos.



En este ensayo, durante la poda (05/08/2005) se recolectaron muestras de restos de racimo, hojas secas y sarmientos, sobre las cuales se realizaron cámaras húmedas. Sobre los restos de racimo se desarrolló principalmente *Botrytis* sp. (figura 20). Sobre restos hojas y sarmientos no se observó desarrollo de ningún patógeno.

5 CONCLUSIONES

- La técnica de deshojado, de acuerdo a la época e intensidad en que se realizó, modificó la composición de la canopia, aumentando el porcentaje de hojas expuestas por racimo y de racimos expuestos.
- La eliminación racional de hojas hasta la opuesta al primer racimo, en los momentos fenológicos de cuajado y envero, no influyó sobre el rendimiento ni sus componentes.
- Los indicadores fisiológicos (SF/Rend, SFep/Rend y SFep/PAMS) demostraron que las plantas sobre las cuales se realizó el ensayo están desequilibradas.
- El microclima del racimo fue mejorado mediante la práctica de deshojado, favoreciendo la exposición de los racimos, siendo la luz y la humedad relativa los parámetros más afectados.
- Para las condiciones de este año, la mayor exposición de los racimos debida al deshojado no afectó la composición de la uva en cosecha.
- 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.
- Un alto porcentaje del rendimiento total fue afectado por podredumbres de racimos, las cuales inciden sobre la calidad de la uva y el vino. El deshojado, de acuerdo a la intensidad en que se realizó, no afectó el porcentaje de racimos afectados por podredumbres en cosecha.
- Las podredumbres de racimos es ocasionada por un grupo de patógenos entre los cuales se identificaron *Botrytis* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp., siendo el primer género el más importante.
- En condiciones de laboratorio se identificaron distintas cepas de *Botrytis* sp., que difieren en las características de la colonia y en los esclerotos formados.
- La práctica de deshojado resulta ser una herramienta muy importante a tener en cuenta dentro del manejo integral del viñedo, en donde la necesidad de realizarla, el momento, su intensidad y la forma dependerán de las características particulares de dicho viñedo.

6 RESUMEN

El ensayo fue realizado durante la temporada 2004-2005 en un viñedo comercial del cultivar Tannat, ubicado en la región sur del Uruguay. El mismo consistió en evaluar la influencia del microclima del racimo y la época de deshojado basal sobre los parámetros productivos, la composición y la sanidad de la uva. El diseño utilizado fue parcelas completas al azar, en donde cada parcela estaba constituida por una planta y cada tratamiento estaba conformado por un número de 60 repeticiones. Los tratamientos deshojados se realizaron en cuajado y envero y fueron comparados con un testigo sin deshojar. El deshojado se realizó eliminando las hojas hasta la opuesta al primer racimo. En cosecha se registró la producción total y afectada por podredumbres de racimo por planta, composición de la uva y el mosto y frecuencia e intensidad de podredumbres de racimo. A lo largo del ciclo se realizaron los seguimientos de volumen del racimo, peso de baya, parámetros microclimáticos entorno al racimo (luz, temperatura y humedad relativa), análisis de rutina (sólidos solubles, acidez titulable y pH) y potencial fenólico (A_{pH1}, EA% y MP%). El deshojado modificó la composición de la canopia y, por tanto, el microclima al que se encuentran expuestos los racimos. La mayor exposición de los racimos debida al deshojado no modificó el rendimiento por planta, la composición de la uva ni el porcentaje de racimos afectados por podredumbres. La composición fenólica fue modificada a través del deshojado, incrementando la riqueza fenólica y los antocianos totales.

Palabras clave: Deshojado; *Vitis vinífera*; *Botrytis* sp.

7 SUMMARY.

In the strategy of improvement of quality of grape and wine, the management of the foliage performs an important function in the vitiviniculture, based on the knowledge that what affects the yield is reflected in its foliage development . During season 2004 - 2005, in a commercial vineyard of Tannat vine, located in the southern region of Uruguay, the influence of the microclimate of the cluster and the management of the foliage was evaluated on the vegetative growth, the maturation and the health of the grape. The experimental design was settled down at random on complete parcels. Each parcel was set up by one plant and each treatment was shaped by 60 repetitions. The defoliation was made in fruit set and véraison and it was compared to a pilot, not defoliated. The defoliation was done eliminating the leaves until the opposed leaf to the first cluster. During harvest, total yield and clusters affected by rottenness per plant, composition of grape and must, and frequency and intensity of cluster's rottenness were registered. Throughout the cycle, the pursuits of cluster's size, weight of berry, microclimate parameters surrounding the cluster (light, temperature and relative humidity), routine analysis (soluble solids, titrable acidity and pH) and phenolic potential (ApH1, EA%, and MP%) were made. The defoliation modifies the composition of the canopy and, therefore, the microclimate to which the clusters were exposed. The greater exposition of the clusters, due to the defoliation, does not modify the yield per plant, the composition of the grape nor the percentage of clusters affected by rottenness. Through the defoliation, the phenolic composition was modified, increasing the phenolic wealth and total anthocyanins.

Key words: Leaf removed; *Vitis vinifera*; *Botrytis* sp.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. AFFONSO, J.; STRIEGLER, R. 1999. Evaluation of cultivar and canopy management practices for wine grape production in the Southern San Joaquín Valley. (en línea). Fresno, California Agricultural Technology Institute. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://cati.csufresno.edu>.
2. AGRIOS, G. N. 1995. Fitopatología. 2ª. ed. México, D. F., Noriega/Limusa. 838 p.
3. ALVAREZ, T. 1909. Viticultura general. Montevideo, Imprenta Artística de Dormaniche y Reyes. 322 p.
4. ANDRADE, I.; PEDROSO, V.; MARTINS, S.; BRITES, J.; LÓPEZ, C. 2001 Influence de l'effeuillage sur le comportement du cepage "Jean" dans la region de Dao. In: GESCO (12º., 2001, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. p. 431 – 436.
5. ANDRADES, M. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura y Enología Profesional. no. 9: 21 – 30.
6. ARIAS, A. 1992. Los parásitos de la vid; estrategia de protección razonada. 3ª ed. Madrid, Mundi-Prensa. 304 p.
7. BENITO, E. P.; ARRABZ, M.; ESLAVA, A. P. 1999. Factores de patogenicidad de *Botrytis cinerea*. Revista Iberoamericana de Micología. 17: 43-46.
8. BITÓN PORSMOQUER, S. M. 2003 El deshoje y su impacto contra Botrytis. Viticultura y Enología Profesional. no. 86: 55 – 62.
9. BLAICH, R.; BACHMANN, D. 1981. Relations entre la production de phytoalexines et la résistance des vitacées. Le Progrès Agricole et Viticole. 98 (8): 223-230.
10. 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.
11. BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. 2000. Maturation et maturité des raisins. Bourdeaux, Feret Merignac Cedec. 151 p.

12. BORGES, A., RONCHI, M. 2001. Efectos de dos sistemas de conducción Lira y Espaldera, en el rendimiento y la calidad de uva y vino en *Vitis Vinifera*. L. Cv Tannat. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 126 p.
13. BOUBALS, D. 1991. Los factores de calidad de las viníferas tintas. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 14: 48-50.
14. BRANAS, J. 1974. *Viticulture*. Montpellier, Déhan. 990 p.
15. BROOME, J. C.; ENGLISH, J. T.; MAROIS, J. J.; LATORRE, B. A.; AVILES, J. C. 1995. Development of an infection model for Botrytis bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. *Phytopathology*. 85: 97 - 102
16. BUTTROSE, M.; HALE, C.; KLIEWER, W. 1971. Effects of temperature on the composition of 'Cabernet sauvignon' berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 22 (2): 71-75.
17. CABRERA, M. 2004. Aplicaciones de calcio pre-cosecha en uva de mesa (*Vitis vinifera* L.) cvs. Moscatel de Hamburgo e Italia para exportación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
18. CALDERON, A. 2004. Efecto del manejo del follaje y la temperatura en el desarrollo vegetativo, la actividad fotosintética y la calidad del mosto y vino en la variedad Cabernet sauvignon. Tesis de grado. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 35 p.
19. CALLEJAS, R. 2005. Incremento del color de cubrimiento en variedades rojas. (en línea). Santiago de Chile, Universidad de Chile. Centro de Estudio de la Vid. 9 p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.cevid.cl>.
20. CAMUSSI, G.; FERRER, M. 2001. Influencia de la calidad de la materia prima en la eficiencia de una planta de empaque de uva de mesa. *Revista Iberoamericana. Tecnología Poscosecha*. 3 (2): 195 – 199.
21. CARBONNEAU, A. 1975. Mise au point bibliographique sur la photosynthese chez la vigne de sistemas de conduite. *Bulletin de l'OIV*. 57 (638): 291 – 307.

22. _____.; CASTERAN, P.; LECLAIR, P., 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. Metodologie et premiers resultats sur les systèmes de conduite. Annales de Amélioration Plantes. 28: 195-221.
23. _____.; CASTERAN, P. 1987. Interaction “training system x rootstock” with regard to vine ecophysiology, vigor, yield, and red wines. Quality in the Bordeaux area. Acta Horticulturae. no. 206 199 – 140
24. _____. 1995. La surface foliaire exposée potentielle. Le Progrès Agricole et Viticole. 112 (9): 204 – 212.
25. _____. 1998. Irrigation, vignoble et produits de la vigne. In: Tiercelin, J. R. ed. Traité d’irrigation. Paris, Avoisier. pp. 257-276.
26. _____. 2000. Vendimia y calidad de la uva. In: Flanzky, C. ed. Enologia; fundamentos científicos y tecnológicos. Madrid, AMV. pp. 406 – 417.
27. _____. 2003. Qulite potentielle du raisin: modèle pratique d’évaluation. In: GESCO (13º., 2003, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. p. 46-48.
28. _____. 2004. Incidence de la secheresse et de la chaleur sur la physiologie de la vigne et la maturation du raisin. (en línea). Wine Technical Journal. no. 6. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.vinidea.net>.
29. CARROSIO, B.; GRENNI RAVIOCO, R.; PELUFFO FOURMEN, F. 2005. Influencia del deshojado en dos momentos fenológicos del ciclo de la vid *Vitis Vinifera* cv. Tannat, en la producción, la composición de la uva y el mosto y en *Botrytis cinerea* Pens. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
30. CARTECHINI, A.; PALLIOTTI, A. 1995. Effect of shading of vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines: in the field. American Journal of Enology and Viticulture. 46 (2): 227-234.

31. CASPARI, H.; LANG, A.; ALSPACH, P. 1998. Effects of girdling and leaf removal on fruit set and vegetative growth in grape. *American Journal of Enology and Viticulture*. 49 (4): 359-366.
32. COOMBE, B.G., 1973. The regulation of set and development of the grape berry. *Acta Horticulturae*. no. 34: 261-273.
33. _____. 1987a. Distribution of solutes within the developing grape berry in relation to it's morphology. *American Journal of Enology and Viticulture*. 38 (2): 120-127.
34. _____. 1987b. Influence of temperature on composition and quality of grapes. Grapevine canopy and vigor management. *Acta Horticulturae*. no. 206: 23 – 25.
35. _____. 1992. Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture*. 43 (1): 101-110.
36. 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.
37. CHAMPAGNOL, F. 1984. *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale*. Montpellier, Déhan. 351 p.
38. CHEBIL, S.; ROUDET, J.; GNORBEL, A.; DUBOS, B. 2004. Incidence de l'installation precoce de *Botrytis cinerea* sur le developpement de la purriture grise du Muscat D'Italie dans le vignoble Tunisien. *Journal International Science Vigne Vin*. 38(2): 131 – 139.
39. DOKOOZILIAN, N.; KLIEWER, W. 1995a. The light environment within grapevine canopies. I. Description and seasonal changes during fruit development. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46 (2): 209-218.
40. _____.; _____. 1995b. The light environment within grapevine canopies. II. Influence of leaf area density on fruit zone light environment and some canopy assesment parameters. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46 (2): 219-226.
41. _____. 2002. Table grape berry growth and development.(en línea). Davis, University of California. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.cetulare.ucdavis.edu/pub/grape0206.pdf>.

42. EDSON, C.; HOWELL, G.; FLORE, J. 1993. Influence of crop load on photosynthesis and dry matter partitioning of Seyval grapevines. I. Single leaf and whole vine response pre-and post-harvest. *American Journal of Enology and Viticulture*. 44 (2): 139-149.
43. ENGLISH, J.; BLEDSOE, A; MAROIS, J.; KLIEWER, W. 1990. Influence of grapevine canopy management on evaporative. *American Journal of Enology and Viticulture*. 41(2): 137 – 141.
44. FELIX MUENSO, J. 2003. Efectos de diferentes intencionalidades y momentos deshojado de *Vitis viniferas*, cv “Tannat”, sobre parametros cuali y cuantitativos de la uva y el vino. Tesis Msc. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
45. FERMAUD, M.; MARTINEZ, F.; PIÉRI, P.; FROIDEFOND, G.; SAURIS, P.; DELIÈRE, L. 2003. Pourriture grise de la vigne. Previsión du risque épidémique et protection fongicide. *Phytopoma. La Défense des Végétaux*. 65: 36-40.
46. FERRER, M., GARCÍA, L. 1992 Studio sulla fertilità delle gemme di vite (*Vitis vinifera* L.) per la determinazione del sistema di potatura. *In*: Simposio Internazionale di Fisiologia della Vite (4º., 1992, Torino). Actas. Torino, s.e. pp. 129 – 131.
47. _____.; GONZÁLEZ NEVES, G. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad tannat. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 66: 30 – 43.
48. _____.; _____.; CAMUSSI, G. 2003a. Ensayo comparativo del efecto del raleo de racimos en envero y cuajado sobre los parámetros productivos, vegetativos y enológicos de la variedad Tannat. *In*: GESCO (13º., 2003, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. p. 133 – 136.
49. _____.; _____.; _____.; SIBILLE, I.; ABELLA, J. 2003b. Optimización del manejo del viñedo para disminuir la insidencia de *Botrytis* sp. *In*: Taller – Seminario Zonificación del Cultivo de la Vid, terroir – terreno y Potencial de Cosecha (2003, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. pp.89- 97.

50. FOURNIOUX, J. 1997. Influences foliaires sur le développement et la maturation des grappes 1ere partie. Le Progress Agricole et Viticole. 114 (17): 359 – 372.
51. _____. 2001. Demonstration of a correlation between young leaves, apex and young bunches specific to a young grapevine cutting in the first period of it's development. Journal International Science Vigne et Vin. 35 (3): 117-127.
52. FREGONI, M. 1987. Viticoltura generale; compendi didattici e scientifica. 2ª ed. Roma, REDA. 728 p.
53. _____. 1999. Viticoltura di quilita. Piacenza, Grafiche/Lama. 707 p.
54. _____. 2005. Interventi nel vigneto per ridurre l'OTA nei vini. (en línea). Provincia di Modena, Agromodena. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.agrimodena.it/vite/otaneivini.htm>.
55. GABLE, F. M.; SMILANICK, J. L.; MANSOUR, M.; RAMMING, D. W., MACKEY, B. E. 2003. Correlations of morphological, anatomical, and chemical features of grape berries with resistance to *Botrytis cinerea*. Phytopathology. 93 (10): 1263-1273.
56. GALET, P. 1976. Precis d'ampèlographie pratique. Montpellier, Dèhan. 256 p.
57. _____. 1977. Les maladies et les parasites de la vigne. Montpellier, Dèhan, Imprimerie du Paysand du Midi. 264 p.
58. GARCIA, S.; FERNÁNDEZ, S.; WALLASEK, W. 2001. El rol de las infecciones tempranas en la epidemiología de la podredumbre del racimo y su importancia para la formulación de estrategias efectivas de manejo de la enfermedad. In: Resultados experimentales en protección vegetal en frutales. Montevideo, INIA. pp. 69-74 (Actividades de Difusión no. 272).
59. GÄRTEL, W. 1981. Symptomatologie et biologie de la pourriture grise et d'autres pourritures des raisins. Le Progress Agricole et Viticole. 8: 206-209.
60. GIL, G. 2001. Madurez de la fruta y manejo poscosecha; fruta de climas templado y subtropical y uva de vino. Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile. 413 p.

61. GIL, M.; YUSTE, J. 2003. Maturation phénolique des raisins rouges dy cépage Tempranilla conduit en gobelet dans difrérentes conditions édapho-climatiques de la Vellé Du Duero (espagne). Le Progrés Agricoles et Viticole. 120 (19): 417-422.
62. GLADSTONE, E.; DOKOOZLIAN, N. 2003. Influence of leaf area density and trellis/training sistem on the light microclimate within grapevine canopies. Vitis. 42 (3): 123-131.
63. GLORIES, Y.; AUGUSTIN, M. 1993. Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques; application aux millésimes 1991 et 1992. In: Collo Tournée Technologiques (1993, Bourdeaux – France). Actas. Bourdeaux, s.e. p.56.
64. GOMÉZ, V. Botrytis en invernadero: la podredumbre gris en los cultivos hortícolas del sudeste español. (en línea). Madrid, Terralia. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.Terralia.com>
65. GOMEZ DEL CAMPO, M.; RUIZ, C.; LISSARRAGUE, J. 2002. Effect of water stress on leaf area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airén grapevines. American Journal of Enology and Viticulture. 53 (2): 138-143.
66. GONCALVES REY, C.; MIRANDA BALTICEVIC, D. 2003. Caracterización del equilibrio vegetativo- productivo de algunos viñedos de la subregión vitivinícula de Curicó (VII región, Chile). Tesis Ing. Agr. Santiago de Chile, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 120 p.
67. GONZÁLES-NEVES, G. 1999. Color y composición de vinos tintos. Jóvenes tannat, cabernet y merlot de Uruguay. Viticultura y Enología Profesional. no. 64: 43 -50.
68. _____.; FERRER, M. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. Viticultura y Enologia Profesional. no. 66: 30 – 43.
69. _____.; _____.; CARBONNEAU, A.; MOUTMOUNET, M. 2003a. Composición y color de vinos tintos provenientes de viñedos

de la variedad Tannat conducidos en Lira y en Espaldera. In: GESCO (13º., 2003, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. 158 – 161.

70. _____.; _____.; _____.; _____. 2003b. Incidencia del tipo de poda sobre las propiedades sensoriales y características analíticas de vinos tintos tannat. In: GESCO (13º., 2003, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. 153 – 157.
71. _____.; _____. 2005 Evolucion de los indices de estimación del potencial polifenológico durante la maduración de uvas tintas en el sur del Uruguay. Viticultura y Enología Profesional. no. 99: 2-8.
72. GUTIÉRREZ, V. 2002. El deshoje en la variedad Listan Negro. Viticultura y Enología Profesional. no. 81: 17-32.
73. HANSEN. M. 1999. Leaf removal is best bet to control bunch rot. (en línea). Washington, Good Fruit Grower. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.Goodfruit.com>.
74. HOLZ, G. The occurrence and control of *Botrytis cinerea* (Grey Mould) in grapes; a South African perspective. (en línea). Chestnut Hill, Winetech. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.winetech.com>.
75. _____.; GÜTSCHOW, M.; COERTZE, S.; CALITZ, F. J. 2003. Occurrence of *Borytis cinerea* and subsequent disease expression at different positions on leaves and bunch of grape. Plant Disease. 8 (4): 351-358.
76. HOWEL, G.; MANSFIELD, T. K.; WOLPERT, J. 1987. Influence of training system, pruning severity and fruit quality of Vidal Blanc grapevines. Enology y Viticulture. no. 38: 2-7
77. HOWELL, S.; CANDOLFI-VASCONCELOS, C.; KOBLET, W. 1994. Response of Pinot noir grapevine growth, yeld, and fruti composition to defolition the previous growing season. American Journal of Enology and Viticulture. 45 (2): 188-191.
78. HUANG, X .; MAND HAUANG, H. 2001. Early <<post- verain son>> growth in grapes evidence for a two step mode of berry enlargement Australian Journal of Grape and Wine Research 7: 132- 136.

79. HUNTER, J. E.; ROHRBACH. K. G.; KUMIMOTO. R.K. 1972. Epidemiology of Botrytis blight of macadamia raceme. *Phytopathology*. 62: 316-319.
80. _____.; VISSER, J.H. 1989. The effect of partial defoliation, leaf position and developmental stage of the vine on leaf chlorophyll concentration in relation to the photosynthetic activity and light intensity in the canopy of *Vitis vinifera* L.cv. Cabernet Sauvignon. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 10: 67-73.
81. _____.; _____. 1990a. The effect of parcial of growth characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon I. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 11: 18-25.
82. _____.; _____. 1990b.The effect of parcial of growth characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon II. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 11: 26-32.
83. _____.; DE VILLIERS, O. T.; WATTS, J. E. 1991. The effect of partial defolation on quality characteristics of *Vitis vinifera* L. II Skin color, skin sugar and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*. 42: 13-18.
84. _____.; SKRIVAN, R.; RUFFNER, H.P. 1994. Diurnal an seasonal physiological change in leaves of *Vitis vinifera* L.: CO₂ assimilation rates, sugar levels and sucrolytic enzyme activity. *Vitis*. 33: 189-195.
85. _____.; RUFFNER, H. P., VOLSCHENK, C. G. 1995. Parcial defoliation of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon/99 Ritcher: Effec on root growth, canopy efficiency, grape composition, and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46: 306-314.
86. _____. 2000. Implication of seasonal canopy management and growth compensationin grapevine. *South African. Journal of Enology and Viticulture*. 21: 81-91.
87. _____.; ARCHER, E. 2002. Status of grapevine canopy management and future prospects. (en línea). Cataluña, Asociación Catalana de Enologos s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.acenologia.com/ciencia592htm>.
88. IACONO, F.; BERTAMINI, M.; COOMBE, B. G.;DE MICHELI, L.; MARTTIVI, F.; VERSINI, G. 1992. Efecto dell`Ombregg liniamiento

della chioma sullo sviluppo delle bacche, la maturazione, la concentrazione di antociani ed il profilo aromatico dell'uva Cabernet Sauvignon. In: Simposio Internazionale di Fisiologia della Vite (4^{ème}., 1992, Torino). Actas. Torino, s.e. pp. 571 – 574.

89. _____.; SPARACIO, A. 1999 Influenza della cimatura sulla produttività della cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis Vinifera* L.) Coltivata in ambiente caldo-arido. *Vignevine*. 3: 90 – 93.

90. JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 44 (4): 409 - 430.

91. JONES, G., DAVIS, R. 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51 (3): 249-261.

92. JOUBERT, S.; ARCHER, E. 2002 The critical importance of preventive *Botrytis* control in red wine cultivars. (en línea). Chestnut Hill, Winetech. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.winetech.com>.

93. _____.; SLAUGHTER, A. R., KEMP, G.; BECKER, J. V. W.; KROSHOF, G. H.; BERGMANN, C.; BENDEN, J.; PRETORIUS, I. S.; VIVER, M. A. 2006. The grapevine polygalacturonase-inhibiting protein (VvPGIP1) reduces *Botrytis cinerea* susceptibility in transgenic tobacco and differentially inhibits fungal polygalacturonases. *Transgenic Research United Kingdom*. 15 (6): 687-702.

94. KENNEDY, J. A.; TROUP, G. J.; DILBRO, J. R.; HUTTON, D. R.; HEWITT, D.; HUNTER, C. A.; RISTIC, R.; ILAND, P. G.; JONES, G. P. 2000. Development of seed polyphenols in berries from *Vitis vinifera* L. cv. Shivaz. *Australian Journal of Grape & Wine Research*. 6: 244 – 254.

95. _____. 2002. Understanding grape berry development. (en línea). San Rafael, Practical Winery and Vineyard. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.practicalwinery.com/JulyAugust02/julaug02p14.htm>.

96. KLIEWER, W. 1970. Effect of time and severity of defoliation on growth and composition of 'Thompson seedless' grapes. American Journal of Enology and Viticulture. 21 (1): 37-47.
97. _____.; WEAVER, R. J. 1971 . Effect of crop level and leaf area on growth composition and coloration of "Tokay" grapes. American Journal of Enology and Viticulture. 22: 172-177.
98. _____.; TORRES, R. E. 1972. Efficacy of controlled day and night temperatures on grape coloration. American Journal of Enology and Viticulture. 23:71-77.
99. _____. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. American Journal of Enology and Viticulture. 28: 91-103.
100. _____.; FREEMAN, B.; HOSSOM, C. 1983. Effect of irrigation, crop level, and potassium fertilization on carignane vines. 1. Degree of water stress and effect on growth and yield. American Journal of Enology and Viticulture. 34 (3): 186-196.
101. _____.; DOKOOZLIAN, N. 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines; influence on fruit composition and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture. 52 (2): 170-181.
102. LATORRE, B. A. 1986. Manejo de *Botrytis cinerea* en uva de mesa. Revista Frutícola. 7 (3): 75-83.
103. _____.; LILLO, C.; RIOJA, M. E. 2001. Eficiencia de los tratamientos funguicidas para el control de *Botrytis cinerea* de la vid en función de la época de aplicación. Ciencia e Investigación Agraria. 28 (2): 61-66.
104. _____.; RIOJA, M. E. LILLO, C. 2002a. Efecto de la temperatura en el desarrollo de la infección producida por *Botrytis cinerea* en flores y bayas de uva de mesa. Ciencia e Investigación Agraria. 29 (3): 145-152.
105. _____.; _____. 2002b. Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la germinación de conidias de *Botrytis cinerea*. Ciencia e Investigación Agraria. 29 (2): 68-72.

106. LAVIN, A.; PARDO, M. C. 2001. Época 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 la Canquenes. *Agricultura Técnica*. 61 (2): 129 – 139.
107. LEBORGNE, C.; RODRÍGUEZ, M. J. 2003. Efectos de retardador del crecimiento prohexadine calcio y del deshojado en la producción y la cantidad del cv. Tannat (*Vitis vinifera* L). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.
108. LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TREGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*. 55 (3): 207-218.
109. MACAULAY, L.; MORRIS, J. 1993. Influence of cluster exposure and winemaking process on monoterpenes and quality of Golden Muscat. In: Cool Climate Symposium (3rd., 1993, Germany). Actas. Mainz, s.e. pp. 187 – 190.
110. _____.; COOMBE, B. G. 1999. Is weight loose in ripening grapes berries cv. Shiraz cause by impeded phloem transport. *Australian Journal of Grapes and Wine Research*. 5: 17-21.
111. MAGNOLI, C.; VIOLANTE, M.; COMBINA, M.; PALACIO, G.; DALCERO, A. 2003. Mycoflora and ochratoxin-producing strains of *Aspergillus* section *Nigri* in wine grape in Argentina. *Letters in Applied Microbiology*. 37: 179-184.
112. _____.; ASTORECA, A.; PONSENE, L.; COMBINA, M.; PALACIO, G.; ROSA, C.; DALCERO, A. 2004. Survey of mycoflora and ochratoxin A in dried vine fruits from Argentina markets. *Letters in Applied Microbiology*. 39: 326-331.
113. MAIGRE, D. 2004. Dèfeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Influence sur le microclimat des grappes. *Revue Suisse Viticulture, Arboriculture et Horticulture*. 36 (3): 165-172.
114. MARRONI, V.; GUIDI, K. 1998. Evaluación de métodos alternativos para el control de *Botrytis cinerea* de uva de mesa cv. “Moscatel de

Hamburgo”. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 63 p.

115. MARTINEZ DE TODA, F. 2007. Viticultura de calidad; factores que afectan al contenido de compuesto fenólicos. (en línea). Cataluña, Asociación Catalana de Enólogos. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.acenologia.com>.
116. MORALES, A. 1987. Influencia del microclima en torno al racimo sobre la composición química y calidad de mostos y vinos. Tesis de Ing. Agr. Santiago de Chile, Chile. Facultad de Agronomía. 85 p.
117. MORRISON, J. C.; NOBLE, A. C., 1990. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet-Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. American Journal of Enology and Viticulture. 41: 193-200.
118. MUÑOZ, R.; PEREZ, J.; PSZCZOLKOWSKI, Ph.; 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.
119. MURILLO, F.; ZUFFEREY, V. 1997. Rapport feuilles-fruits de la vigne et qualité du raisin. Revue Suisse Viticulture, Arboriculture and Horticulture. 18 (3): 149-156.
120. _____.; AMÉZQUETA, S.; GONZALEA-PEÑA, E.; LOPEZ, A.. 2004. Estudio de la presencia de ocratoxina A en vinos con denominación de origen “Jerez-Xeres-Sherry y Manzanilla Sanlúcar de Barrameda”. In: Congreso Nacional de Laboratorios Agroalimentarios (1º., 2004, Madrid). Actas. Madrid, s.e. s.p.
121. NAIR, N. G. 1985. Fungi associated with bunch rot of grapes in the hunter valley. Australian Journal of Agriculture. 36: 435-442.
122. _____.; ALLEN, R. N. 1993. Infection of grape flowers and berries by *Botrytis cinerea* as a function of time and temperature. Mycological Research. 97 (8): 1012-1014.
123. NELSON. K. E. 1950. Factors influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers.). Phytopathology. 41: 319-326.

124. _____. 1951. Effect of humidity on infection of table grapes by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. 41: 859-864.
125. NIKOV, N. 1987. Influence de la charge sur les parametres de croissance chez la vigne. In: Symposium International sur la Physiologie de la Vigne (3^{ème}., 1986., Bourdeaux). Actas. Bourdeaux, s.e. pp. 428 – 432.
126. OBERHOLSTER, A. 2007. Effect of viticultural and winemaking practices on the phenolic composition of grapes and wines. Part II. (en línea). Chestnut Hill, Winetech. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.winetech.com>.
127. 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.
128. _____.; DIKOU-VERDIN, P.; CARDE, J.; BARRIEU, F.; GAUDILLÈRE, J.; MOING, A. 2002. Grape berry development; a review. *Journal International Science Vigne Vin*. 36 (3): 109-131.
129. PALLIOTTI, A.; CARTECHINI, A.; FERRANTI, F. 2000. Morpho-anatomical and physiological characteristics of primary and lateral shoots leaves of Cabernet franc and Trebbiano toscano grapevines under two irradiance regimes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51 (2): 122-130.
130. PERASON, R.; GOHEEN, A. 1996. Plagas y enfermedades de la vid. Madrid, Mundi-Prensa. 91 p.
131. PERCIVAL, D. C.; FISHER, K. H.; SULLIVAN, S. 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.
132. PERSURIC, D.; BRATOVIC, I.; CARNELLO, G. 2001. Impact of partly on must and wine cualiti of “Malvazije estarke” variety on the short cut cordon. In: GESCO (12^a., 2001, Montevideo). Actas. Montevideo. s.e. p 521 – 526.

133. PEYNAUD, E. 1984. Enología práctica; conocimiento y elaboración de vinos. 2ª. ed. Madrid, Mundi- Prensa. 405 p.
134. PICCARDO, D.; FERRER, M.; GEPP, V.; GONZALEZ-NEVES, G. 2007. Influencia de la variedad, el sistema de conducción y el tipo de poda en la calidad sanitaria de la uva. In: Congreso Nacional de la Sociedad Uruguaya de Horti-Fruticultura (11º., 2007, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. p. 432.
135. PIERI, P.; FERMAUD, M.; MIMIAGUE, F. 2001. Analyse du microclimat des grappes effects de la compacité et de l'effeuillage. In: GESCO (12ª., 2001, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. pp. 521 – 526.
136. PIRCE, S. F.; BREEN, P. J.; VALLADO, M.; WATSON, B. T. 1995. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46 (2): 187 – 197.
137. PIRE, R. C.; PIRE, M. L.; TORTOLERO, E.; FRÉITEZ, Y. 1988. El riego de la vid (*Vitis vinifera* L.) en el Tocuyo, estado de Lara II. *Relaciones suelo-agua. Agronomía Tropical*. 38 (1-3): 155 – 171.
138. 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.
139. PONI, S. 2005a. Producir cantidad respetando la calidad; objetivos de la gestión del follaje. Parte 1. (en línea). VinideaNet. Revista Internet de Viticultura y Enología. no. 5/1. s.p. Consultado 18 may. 2007. Disponible en <http://www.infowine.com>.
140. _____. 2005b. Producir cantidad respetando la calidad; objetivos de la gestión del follaje. Parte 2. (en línea) VinideaNet. Revista Internet de Viticultura y Enología. no. 7/1: s.p. Consultado 18 may. 2007. Disponible en <http://www.infowine.com>.
141. _____.; CASALINI, L.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; INTRIERI, C. 2006. Effects of early defoliation on shoots photosynthesis, yield components, and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57 (4): 397-407.

142. POSSNER, D. R. C.; KLIEWER, W. M. 1985. De localization of asids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis*. 24: 229 – 240.
143. PROFFIT, E.; GENEVET, B. 2003. Botrytis; ¿como evitar las malas sorpresas? (en línea). VinideaNet. Revista Internet de Viticultura y Enología. no. 23: s.p. Consultado 18 may. 2007. Disponible en <http://www.infowine.com>.
144. PSZCZÓLKOWSKI, P.; MORALES Y CAVA, S. 1985. Composición química y calidad de mosto y vinos obtenidos de racimos diferentes asoleados. *Ciencia e Investigación Agraria*. 12 (3): 181 – 187.
145. REYNIER, A. 2002. Manual de viticultura; guía técnica de viticultura. 2ª ed. Madrid, Mundi-Prensa. 542 p.
146. REYNOLDS, A. G.; POOL, R. M.; MATTICK, L. R. 1986. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval Blanc grapes. *Vitis*. 25: 85-95.
147. _____.; DWARDLE, Y. 1989. Impact of various canopy manipulation techniques on growth, yield, fruit composition, and wine quality of gewnretraminer. *American Journal of Enology and Viticulture*. 40 (2): 121 – 129.
148. _____.; PRICES, S.; WARDLE, D.; WATSON, B. 1994. Fruit and vironment and crop level effects on Pinot noir, Vine performance and fruit composition in British Columbia. *American Journal of Enology and Viticulture*. 45 (4): 452 – 459.
149. RIOU, C.; PAYAN, J. 2001. Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéen. Application du bilan hydrique au diagnostique du stress hydrique de la vigne. In: GESCO (12º, 2001, Montpellier). Actas. Montpellier, France, s.e. p. 125-133.
150. ROGIERS, S.Y.; KELLER, M.; HOLZAPFEL, B.P.; VIRGONA, J.M. 2000. Accumulation of potassium and calcium by ripening berries on field vines of *Vitis vinifera* (L.) cv. Shiraz. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 6: 240–243.
151. ROUSSEAU. J. 2004a. Ocratoxina A en los vinos; estado de los conocimientos. En bodega, pocos medios de corrección. (en línea).

Lattes, Groupe ICV. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.icv.fr>.

152. _____. 2004b. Ocratoxina A en los vinos; estado de los conocimientos. Las micotoxinas y el vino. (en línea) Consultado en 2007. Disponible en www.icv.fr. Lattes, Groupe ICV. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.icv.fr>.
153. _____. 2004c. Ocratoxina A en los vinos; estado de los conocimientos. Ocratoxina A: Factores de desarrollo en el viñedo y en los vinos. (en línea) Lattes, Groupe ICV. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.icv.fr>.
154. _____. 2004d. Ocratoxina A en los vinos; estado de los conocimientos. Ocratoxina A: Factores de desarrollo en el viñedo y en los vinos. (en línea). Lattes, Groupe ICV. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.icv.fr>.
155. SALISBURY, F., ROSS, C. 1992. Plant physiology. 4th. ed. California, Warsworth. 682 p.
156. SANCHEZ, L.; DOKOOZLIAN, N. 2005. Bud microclimate and fruitfullness in *Vitis vinifera* L. American Journal of Enology and Viticulture. 56 (4): 319-329.
157. SCHUBERT, A.; RESTAGNO, M.; LOVISOLO, C. 1996. Net photosynthesis of grapevine leaves of different age exposed to high or low light intensities. Advances in Horticultural Science. 10 (3): 163-166.
158. SCHULTZ, H. R. 2001. Influence of foliar fertilizers on fermentation and wine ingredients and off –flavor compounds. In: International Symposium New Oenological Methods and Wine Quality (6th., 2001, Stuttgart). Actas. s.n.t. pp. 60 – 66.
159. SERRANO, E.; RENARD, R. 2001. L'effeuillage de la vigne synthese de quatre annees d'etudes menees en midi-pyrenees. (en línea). Lattes, Groupe ICV. s.p. Consultado 10 may. 2007. Disponible en <http://www.icv.fr>.
160. SIPIORA, M. 1995. Influencia del aclareo manual, el aclareo con etefón y el deshojado sobre la producción y la composición del fruto de

Moristel, Cariñena y Chenin Blanc. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 45: 16-24.

161. SMART, R.; SHAULIS, N.; LEMON, E. 1982. The effect of Concord vineyard microclimate on yield. II. The interrelation between microclimate and yield expression. *American Journal of Enology and Viticulture*. 33 (2): 109-116.
162. _____.; ROBINSON, J. B.; DUE, G. R.; BRIEN, C. J. 1985a. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz I. Definition of canopy microclimate. *Vitis*. 24: 17-31.
163. _____.; _____.; _____.; _____. 1985b. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz II. Effects on must and wine composition. *Vitis*. 24: 119-128.
164. _____. 1985c. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 36 (3): 230 – 239.
165. _____.; SMITH, S.; WINCHESTER, R. 1988. Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet-Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*. 39 (3): 250-258.
166. _____.; ROBINSON, M. 1991. *Sunlight into the wine; a handbook for winegrape canopy management*. Adelaide, New Zealand, Winetitles. 88 p.
167. SPAYD, S.; PROSSER, W. 2001. The casual cellar rat explores the importance of leaves. *Grape Research News*. 11 (2): 1-9.
168. _____.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot. *American Journal of Enology and Viticulture*. 53 (3): 171-182.
169. TARDAGUILA, J. 1993. Gestión del follaje, una potente técnica para mejorar la producción y la calidad de la uva. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 28: 31 – 45.
170. TOMASI, D.; CALO, A.; BISCARO, S.; VETTORILLO, G.; PANERO, L.; DI STEFANO, R. 1999. Influence des caractéristiques physiques

du sol, sur le développement de la vigne, dans la composition polyphénolique et anthocyanique des raisins et la qualité du vin de Cabernet Sauvignon. Bulletin de l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. (819-820): 321-337.

171. VAIL, M. E.; MAROIS, J.J. 1991. Grape cluster architecture and susceptibility of berries to *Botrytis cinerea*. Phytopathology. 81: 188-191.
172. VALDIVIESO, F. 2005. Técnicas del manejo del follaje en la viticultura chilena. (en línea). VinideaNet. Revista Internet de Viticultura y Enología. no. 6/2. s.p. Consultado 18 may. 2007. Disponible en <http://www.infowine.com>.
173. VASCONCELOS, M. C.; CASTAGNOLI, S. 2000. Leaf canopy structure and vine performance. American Journal of Enology and Viticulture. 51 (4): 390-396.
174. WILLIAMS, D.; WILLIAMS, L.; BARNETT, W.; KELLEY, K. McKENRY, M. 1985a. Validation of a model for the growth and development of the Thompson seedless grapevine. I. Vegetative growth and fruit yield. American Journal of Enology and Viticulture. 36 (4): 275-282.
175. _____.; ANDRIS, H. L.; BEEDE, R. H.; LUVISI, D. A.; NORTON, M. V. K.; WILLIAMS, L. E. 1985b. Validation of a model for the growth and development of the Thompson seedless grapevine. II Phenology. American Journal of Enology and Viticulture. 38 (4): 283 – 289.
176. _____.; BISCAY, P.; SMITH, R. 1987. Effects of interior canopy defoliation on berry composition and potassium distribution in Thompson seedless grapevines. American Journal of Enology and Viticulture. 38 (4): 287-292.
177. _____.; COOK, J.; KLIEVER, W.; LIDER, L. 1974. General viticulture. Berkeley, Continental. 710 p.
178. WINKLER, J. 1962. Viticultura general. Berkeley, Continental. 792 p.
179. _____. 1965. Viticultura. México, Continental. 791 p.

180. YAMANE, T.; TAE JEON, S.; GOTO-YAMAMOTO, N.; KOSHITA, Y.; KOBAYASHI, S. 2006. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57 (1): 54 – 59.
181. YUSTE, J.; RUBIO, J. A.; BAEZ, A. P.; LISSARRAGUE, J. R. 2001. Efectos del deshojado y de su combinación con el aclareo de racimos de los componentes básicos de la producción y del mosto, sobre cv. Tempranillo en la Rivera del Duero. *Semana Vitivinícola*. 2842: 236 – 245 .
182. ZOECKLEIN, B. W.; WOLF, T. K.; EUNCAN, N. W.; JUDGE, J. M.; COOK, M. K. 1992. Effects of fruit zone leaf removal on yield, fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and White riesling (*Vitis vinifera* L.) grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 43 (2): 139 – 147.
183. _____.; _____.; MARCY, J. E.; JASINSKI, Y. 1998. Effects of fruit zone leaf thinning on total glycosides and selected aglycone concentration of Riesling (*Vitis vinifera* L.) grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 49 (1): 35 – 43.
184. ZUFFEREY, V.; MURISIER, F. 2003. Distance interligne et hauteur de la haie foliaire. 1 Incidence sur le potentiel d'interception lumineuse et la photosynthèse de la vigne. *Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture*. 35 (5): 285-288.