



---

FACULTAD DE  
**AGRONOMIA**  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EFFECTO DE DIFERENTES TECNICAS CULTURALES  
DE REGULACION DE LA PRODUCCION POR PLANTA  
Y EL SISTEMA DE CONDUCCION, SOBRE LOS  
PARAMETROS PRODUCTIVOS Y ENOLOGICOS  
DEL Cv. TANNAT (*Vitis vinífera L.*)**

**por**

Gustavo Ariel BLUMETTO VELAZCO  
Mariana ESPINO RABELLINO  
Marcelo Daniel IRURTIA GONZALEZ

**TESIS**

**2000**

---

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

---



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE DIFERENTES TÉCNICAS CULTURALES DE REGULACIÓN  
DE LA PRODUCCIÓN POR PLANTA Y EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN,  
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y ENOLÓGICOS DEL Cv.  
TANNAT (*Vitis vinifera* L.).

por

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

Gustavo Ariel BLUMETTO VELAZCO  
Mariana ESPINO RABELLINO  
Marcelo Daniel IRURTIA GONZÁLEZ

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2000

Tesis aprobada por:

Director: Milka Ferrer  
Nombre completo y firma.

Gustavo González  
Nombre completo y firma.

Jorge Franco  
Nombre completo y firma.

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

Autor: Gustavo Ariel Blumetto Velazco  
Nombre completo y firma.

Mariana Espino Rabellino  
Nombre completo y firma.

Marcelo Daniel Iruetia González  
Nombre completo y firma.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer de forma muy particular:

- A los docentes de la cátedra de Frutivicultura, Ings. Agrs. Milka Ferrer y Gianfranca Camussi.
- Al I.NA.VI. por su apoyo en recursos humanos y económicos; especialmente al Ing. Agr. Gustavo González- Neves.
- A el Ing. Agr. Jorge Franco por su asesoramiento en el procesamiento de los datos.
- A la Escuela de Enología " Tomas Berreta " por ceder sus instalaciones para la vinificación.
- A el Sr. Bruzzone por permitir la realización del ensayo en su viñedo y al personal de su empresa por su colaboración.
- A las cátedras de Bioquímica y Tecnología de los alimentos por su colaboración en la medición de los datos.
- A los integrantes del laboratorio de Dante Iruña s.a. por su colaboración en el análisis de los vino.
- A todos quienes de una u otra manera colaboraron para que este trabajo se pueda realizar y no son citados en estas líneas.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD TANNAT.....	3
2.1.1 <u>Historia de la variedad</u> .....	3
2.1.2 <u>Descripción botánica</u> .....	3
2.1.3 <u>Características del vino</u> .....	4
2.2 CRECIMIENTO DE LAS BAYAS.....	6
2.2.1 <u>Fases del desarrollo</u> .....	6
2.2.1.1 Fase herbácea.....	7
2.2.1.2 Fase II o de crecimiento enlentecido.....	10
2.2.1.3 Fase III o de maduración.....	11
2.2.2 <u>Hormonas</u> .....	12
2.2.2.1 Auxinas.....	12
- Síntesis.....	13
- Transporte.....	13
- Modo de acción.....	14
2.2.2.2 Giberelinas.....	14
- Síntesis.....	15
- Transporte.....	15
- Modo de acción.....	16
2.2.2.3 Citoquininas.....	16
- Síntesis.....	17
- Transporte.....	17
- Modo de acción.....	18
2.2.2.4 Etileno.....	18
- Síntesis.....	19
- Transporte.....	19
- Mecanismo de acción.....	19
2.2.2.5 Ácido Abscísico.....	20
- Síntesis.....	21
- Transporte.....	21
- Mecanismo de acción.....	22
2.2.3 <u>Cambios físicos y químicos de la maduración</u> .....	22
2.2.3.1 Peso y volumen de la baya.....	22
2.2.3.2 Ablandamiento de los tejidos de la baya.....	23
2.2.3.3 Pruínas.....	23
2.2.3.4 Azúcares.....	24
2.2.3.5 Acidez.....	25
- Ácido málico.....	27
- Ácido tartárico.....	27
- Otros ácidos.....	28

2.2.3.6	pH.....	28
2.2.3.7	Compuestos fenólicos.....	29
	- Características generales .....	29
	- Síntesis.....	30
	- Influencia de las Hormonas en la síntesis de Polifenoles.....	33
	- Efecto de las condiciones ambientales.....	34
	- Evolución de compuestos fenólicos.....	34
2.2.3.8	Sustancias aromáticas.....	35
2.3	CONTROL DE PRODUCCIÓN.....	38
2.3.1	<u>Poda</u> .....	38
2.3.2	<u>Raleo manual</u> .....	40
2.3.3	<u>Raleo químico</u> .....	42
2.4	ETEFÓN.....	44
2.4.1	<u>Generalidades</u> .....	44
2.4.2	<u>Producción de Etileno</u> .....	44
2.4.3	<u>Modo de acción</u> .....	45
2.4.4	<u>Absorción y Traslocación</u> .....	47
2.4.5	<u>Efecto de la concentración de Etefón, coadyuvantes y factores externos</u> .....	48
2.4.6	<u>Efecto del Estado Fenológico</u> .....	49
2.4.7	<u>Influencia de Etefón en abscisión de hojas y frutos</u> .....	49
2.4.8	<u>Influencia de Etefón en el color de la fruta</u> .....	51
2.4.9	<u>Influencia en madurez de la fruta y composición</u> .....	53
2.4.10	<u>Influencia en el crecimiento vegetativo</u> .....	55
2.5	SISTEMAS DE CONDUCCIÓN.....	56
2.5.1	<u>Influencia sobre la fisiología de la planta</u> .....	56
2.5.2	<u>Influencia sobre el equilibrio productivo y calidad de la vendimia</u> .....	58
2.5.3	<u>Características y manejo de las estructuras</u> .....	59
2.5.4	<u>Características de los vinos</u> .....	60
2.6	COMPOSICIÓN DE VINOS.....	60
2.6.1	<u>Alcohol</u> .....	60
2.6.2	<u>Acidez total</u> .....	61
2.6.3	<u>pH</u> .....	62
2.6.4	<u>Acidez Volátil</u> .....	63
2.6.5	<u>Extracto seco</u> .....	64
2.6.6	<u>Azúcares reductores</u> .....	65
2.6.7	<u>Compuestos fenólicos</u> .....	66
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	68
3.1	DESCRIPCIÓN DEL VIÑEDO.....	68
3.2	MANEJO DEL VIÑEDO.....	68
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	69
3.4	TRATAMIENTOS.....	70
3.5	SEGUIMIENTO DE ESTADOS FENOLÓGICOS Y DE LA MADURACIÓN.....	71
3.6	EVALUACIÓN DE LA UVA.....	72
3.7	VINIFICACIÓN.....	72
3.8	ANÁLISIS DE LOS VINOS.....	73

3.9	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	73
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	75
4.1	DESARROLLO Y MADURACIÓN DE LAS BAYAS.....	75
4.1.1	Evolución fenológica.....	75
4.1.2	Evolución de la maduración.....	76
4.1.2.1	Sólidos solubles.....	76
4.1.2.2	Acidez y pH.....	78
4.1.2.3	Peso de grano.....	80
4.2	PESOS DE COSECHA POR PLANTA.....	81
4.2.1	Peso de cosecha de tratamientos en Espaldera.....	81
4.2.2	Pesos de cosecha en Lira y Espaldera.....	83
4.3	EVALUACIÓN DEL PESO DE PODA.....	85
4.3.1	Peso de poda de tratamientos en Espaldera.....	85
4.3.2	Peso de poda en Lira y Espaldera.....	86
4.4	ÍNDICE DE RAVAZ.....	87
4.4.1	Índice de Ravaz de los tratamientos en Espaldera.....	87
4.4.2	Índice de Ravaz en Lira y Espaldera.....	88
4.5	EVALUACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA DE LAS UVAS EN COSECHA.....	89
4.5.1	Evaluación de los tratamientos en Espaldera.....	89
4.5.2	Evaluación de los tratamientos en Lira y Espaldera.....	91
4.6	EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS VINOS.....	92
4.6.1	Evaluación de los tratamientos en Espaldera.....	92
4.6.2	Composición de los vinos en Lira y Espaldera.....	94
4.7	EVALUACIÓN DEL COLOR DEL VINO.....	95
4.7.1	Color de los vinos de los tratamientos en Espaldera.....	95
4.7.2	Evaluación del color de los vinos en Lira y Espaldera.....	97
4.8	CORRELACIONES ENTRE VARIABLES.....	98
4.9	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRES AÑOS DE ENSAYO.....	99
4.9.1	Peso de cosecha.....	99
4.9.2	Peso de Poda.....	103
4.9.3	Índice de Ravaz.....	105
4.9.4	Evaluación química y morfológica de las uvas en cosecha.....	106
	- Comparación de medias.....	107
	- Análisis por agrupamiento de datos.....	107
4.9.5	Evaluación del contenido de alcohol en los vinos.....	112
4.10	ESTABILIDAD DEL SISTEMA PLANTA MEDIO.....	113
5	CONCLUSIONES.....	119
6	RESUMEN.....	121
7	BIBLIOGRAFÍA.....	123
8	ANEXOS.....	131

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro Nº		Página
1.	Promedio de 22 vinos Tannat 1996 –1997.....	5
2.	Orígenes de los aromas del vino.....	30
3.	Valores de superficie foliar expuesta para tres sistemas de conducción.....	57
4.	Descripción de los Tratamientos en Espaldera.....	70
5.	Descripción de los tratamientos en Lira cerrada.....	71
6.	Producción media por planta en Espaldera según tratamiento.....	81
7.	Producción media por planta en Lira y Espaldera según tratamiento.....	83
8.	Pesos medios de poda por planta en Espaldera según Tratamiento.....	85
9.	Pesos medios de poda por planta en Lira y Espaldera según tratamiento.....	86
10.	Índice de Ravaz por tratamiento.....	87
11.	Índice de Ravaz en Lira y Espaldera por tratamiento.....	88
12.	Valores medios de composición de bayas y mosto por tratamiento en Espaldera.....	89
13.	Valores medios de composición de bayas y mosto en Lira y Espaldera por tratamiento.....	91
14.	Medias de composición de vinos obtenidos por tratamiento.....	92
15.	Medias de Composición de vinos obtenidos por tratamiento en Lira y Espaldera.....	92
16.	Características cromáticas de los vinos por tratamiento.....	95
17.	Características cromáticas de los vinos por tratamiento en Lira y Espaldera.....	97
18.	Coeficientes de correlación de Pearson para Espaldera por tratamientos.....	98
19.	Peso medio de cosecha por planta en los tres años de ensayo.....	99
20.	Producción media por planta en cada año de ensayo por tratamiento.....	100
21.	Producción media por planta según tratamiento en los años 1997 a 1999.....	102
22.	Pesos medios de poda por planta 1997 – 1999.....	103
23.	Pesos medios de poda por tratamiento para los tres años de ensayo.....	104
24.	Índice de Ravaz medio por año de ensayo.....	105
25.	Índice de Ravaz por tratamiento para los tres años de ensayo.....	105
26.	Composición media de la uva en cosecha por tratamiento para los tres años de ensayo.....	106
27.	Grupos de tratamientos por año.....	109
28.	Contenidos de alcohol de los vinos según tratamiento por año.....	112
29.	Índices de estabilidad para los tres años de ensayo por tratamiento.....	114

Figura N°

1.	Esquema de la Curva de crecimiento de la baya.....	7
2.	Esquema de la variación del nivel hormonal durante el desarrollo y la maduración de las bayas.....	9
3.	Esquema de la vía de síntesis de compuestos fenólicos.....	26
4.	Evolución fenológica por tratamiento.....	63
5.	Evolución de sólidos solubles por tratamiento.....	76
6.	Evolución de la acidez en uva por tratamiento.....	78
7.	Evolución de pH por tratamiento.....	79
8.	Evolución del peso de grano por tratamiento.....	80
9.	Producción media por planta según tratamiento.....	82
10.	Producción media por planta en Lira y Espaldera según tratamiento.....	84
11.	Producción media por planta según tratamiento en los tres años de ensayo.....	101
12.	Dendogramas obtenidos para características de las uvas en cosecha por tratamiento.....	108
13.	Variables canónicas obtenidos para las características de uva en cosecha por año.....	111
14.	Alcohol en vino por tratamiento según año.....	113
15.	Estabilidad entre años para peso de cosecha por tratamiento.....	115
16.	Estabilidad entre años para peso de poda por tratamiento.....	116
17.	Estabilidad entre años para peso de grano por tratamiento.....	117
18.	Estabilidad entre años para alcohol en vino por tratamiento.....	118

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, la superficie ocupada por el cultivo de la vid en Uruguay es de 9400 ha, lo que representa menos del 1 % del área agrícola nacional. Sin embargo, la viticultura emplea más del 2 % de los trabajadores permanentes del sector agrícola y ese porcentaje se eleva al 7 % si se considera la mano de obra familiar. La producción de uva es de 120 millones de kg con los que se elaboran 90 millones de litros de vino anuales, en las 318 bodegas existentes.

Hoy día se está dando un profundo cambio tecnológico, productivo y comercial en la vitivinicultura nacional. Este cambio comenzó en la década de los setenta, cuando fueron introducidas las primeras plantas libres de virus de selección clonal, principalmente desde Francia e Italia. Al mismo tiempo, el I.N.I.A, la Facultad de Agronomía y algunos productores comenzaron a incorporar y evaluar técnicas utilizadas en otras partes del mundo.

Luego de algunos años, en los comienzos de la década de los noventa, el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) como integrante del Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja (PREDEG), definió el programa de reconversión vitivinícola, tomando las experiencias recogidas anteriormente, e impulsando la plantación de cepas de reconocida calidad genética y sanitaria.

Dentro de este panorama el cultivar Tannat, que representa el 25 % del encepado uruguayo, fue identificado en el proyecto de Estrategias de Reconversión del Sector Vitivinícola (Facultad de Agronomía – I.N.A.VI.) como eje de dicha reconversión, por expresar en nuestro país características excepcionales que no conocen semejanza en ningún otro lugar del mundo. Este cultivar encontró su plenitud en estas tierras donde la combinación de clima, suelo y tecnología aplicada por los hombres han sabido desarrollar sus mejores características, que son nuestro orgullo en distintas partes del mundo.

En el presente trabajo se muestran los resultados obtenidos en el tercer año de un ensayo, que apunta a mejorar las condiciones en las que se realiza el cultivo de la variedad Tannat en nuestro país. Con este fin, se plantean como objetivos evaluar la influencia que los sistemas de conducción, Lira y Espaldera y el momento, método de raleo e intensidad de poda invernal tienen sobre los parámetros productivos y enológicos de este cultivar.

Las hipótesis principales de este trabajo son las siguientes:

- El sistema de conducción y la producción por planta influyen sobre los parámetros productivos y enológicos.

- Las diferentes técnicas de regulación de la producción por planta, influyen de manera diferencial sobre la fisiología de las mismas.

En el primer año de experimento el ensayo fue realizado por la cátedra de Fruticultura de la Facultad de Agronomía (Ferrer et al., 1999), mientras el segundo es objeto de una tesis actualmente en prensa.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD TANNAT

#### 2.1.1 Historia de la variedad

De acuerdo al profesor Teodoro Alvarez en su Viticultura General de principios de siglo citado por Ferraro (1998), Don Pascual Harriague, conjuntamente con Don S. Rives comenzaban en el departamento de Salto, en el año 1870, el cultivo de la variedad Tannat.

En uno de los viajes que el Sr. Harriague frecuentemente realizaba a Concordia (Argentina), le obsequiaron unos sarmientos de parra, que provenían de una cepa muy productiva que se había adaptado al clima de la zona, y proporcionaba un excelente vino. Harriague comenzó inmediatamente con sus plantíos en la zona de La Caballada, en el departamento de Salto, razón por la cual estas cepas se bautizaron con el nombre de Harriague.

La cepa fue identificada por T. Alvarez (1909) y confirmada más tarde por el Profesor D. Bubals (1977) como perteneciente al cultivar Tannat, proveniente de los Bajos Pirineos (Francia). Esta variedad es poco extendida, no sólo en su País de origen, sino también a nivel mundial.

Aunque proporcionalmente su área de cultivo en Uruguay se ha reducido, al igual que otros cultivares, continúa siendo, no obstante, el cepaje más explotado en la categoría *Vitis vinífera* L. La tendencia actual es la de ampliar la superficie de plantación (Ferraro, 1998).

#### 2.1.2 Descripción botánica

La hoja es de forma cuneiforme, de tamaño medio a grande y de color verde oscuro. El aspecto del limbo es ampollado, rugoso, ligeramente ondulado

y con bordes achaparrados. Tiene tres lóbulos, y el seno peciolar es en forma de lira cerrada, a veces sus bordes se superponen. Los senos laterales superiores son medianamente profundos y los inferiores apenas se marcan. Los dientes son convexos, desiguales, en dos series y el peciolo es de color rojo violáceo.

El racimo es cilíndrico, alargado, compacto y de tamaño medio. El pedúnculo es largo y herbáceo.

La baya es esferoide o ligeramente ovoide, cuando se halla sometida a la presión de las uvas contiguas. El tamaño es mediano a pequeño de color azul intenso a negro azulado.

En nuestras condiciones la brotación ocurre en la primer quincena de setiembre, floreciendo a mediados de este mes. La cosecha se realiza aproximadamente la primer quincena de marzo.

### 2.1.3 Características del vino

De Frutos y Beretta (1999) señalan que "desde el punto de vista de la calidad, los vinos del cv. Tannat tienen un alto grado de perfeccionamiento (calidad intrínseca). Desde el punto de vista de la tipicidad, tienen un estilo propio y un perfil sensorial muy peculiar. Son intensos y potentes, algunos con una reminiscencia de rusticidad que seduce, otros, más elegantes, que encantan, pero siempre serios y austeros".

El Tannat del Uruguay es un vino con volumen, forma, consistencia, fuerza, estructura tánica agradable, armónico. Se expresa muy bien como varietal y también acompañado por Cabernet, Merlot y con el clásico "Vidiella" en las marcas con más tradición en el arte de la mezcla de vinos (De Frutos y Beretta, 1999).

**Cuadro N° 1:** Promedio de 22 vinos Tannat 1996 –1997.

Ing. Agr. Gustavo González, INAVI.

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Alcohol	11,9	%
Acidez total	3,3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g/l
Acidez volátil	0,3	
PH	3,7	
Extracto seco total	28,6	g/l
Extracto seco reducido	27,1	g/l
Azúcares reductores	2,5	g/l
Anhídrido sulfuroso total	91	mg/l
Polifenoles totales	1,710	mg/l
Antocianos	427	mg/l
Taninos	1,679	mg/l
Intensidad colorante	10,38	mg/l

Extraído de De Frutos y Beretta (1999)

González (1999), al analizar el color y la composición de vinos tintos jóvenes Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot del Uruguay, encontró que los de la variedad Tannat presentaron contenidos medios de la mayoría de los fenoles, intensidad colorante y proporciones de azul muy significativamente superiores a los vinos Cabernet Sauvignon y Merlot analizados. La tonalidad y la proporción de amarillo promedio en Tannat fueron significativamente inferiores a los correspondientes a las otras variedades, en tanto las proporciones de rojo y rojos puros de Tannat fueron mayores, pero no se diferenciaron estadísticamente del Merlot. Estos resultados expresarían que los vinos Tannat analizados tenían tonos más rojos, y de acuerdo con los porcentajes de azul, fueron más oscuros que los demás (Glories, 1984; Mattivi et al., 1991; citados por González, 1999).

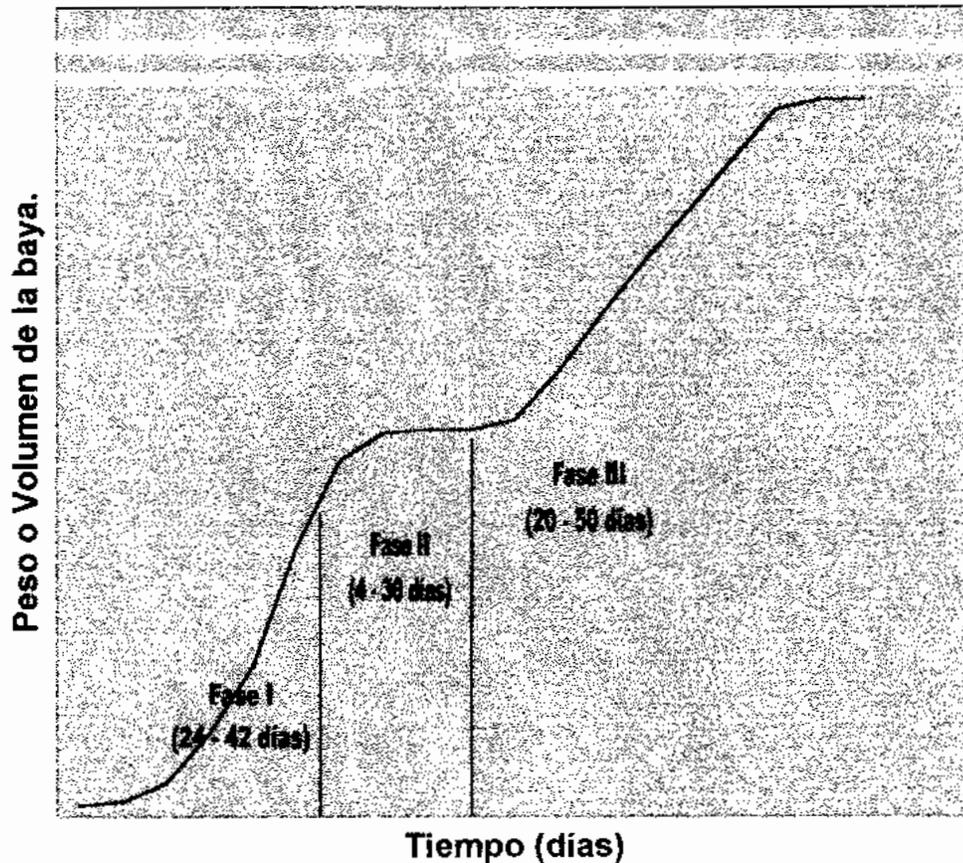
## 2.2 CRECIMIENTO DE LAS BAYAS

### 2.2.1 Fases del desarrollo

Luego de la floración, con la fecundación (o la stenospermocarpia o la partenocarpia) y un relativo estímulo hormonal, el ovario de la flor inicia la división celular y su propio crecimiento. La polinización es el punto de partida del desarrollo del fruto. El polen emite un estímulo de crecimiento no específico al ovario (Champagnol, 1984).

El crecimiento del grano de uva no es continuo ni regular en el tiempo, sino que se puede representar como una curva doble sigmoide, sobre la cual se pueden distinguir tres fases: 1- fase herbácea; 2- fase translúcida y de cambio de color; y 3- fase de maduración (Champagnol, 1984; Fregoni, 1999).

**Figura N° 1:** Esquema de la Curva de crecimiento de la baya.



Extraído de Fregoni (1999)

### 2.2.1.1 Fase herbácea

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

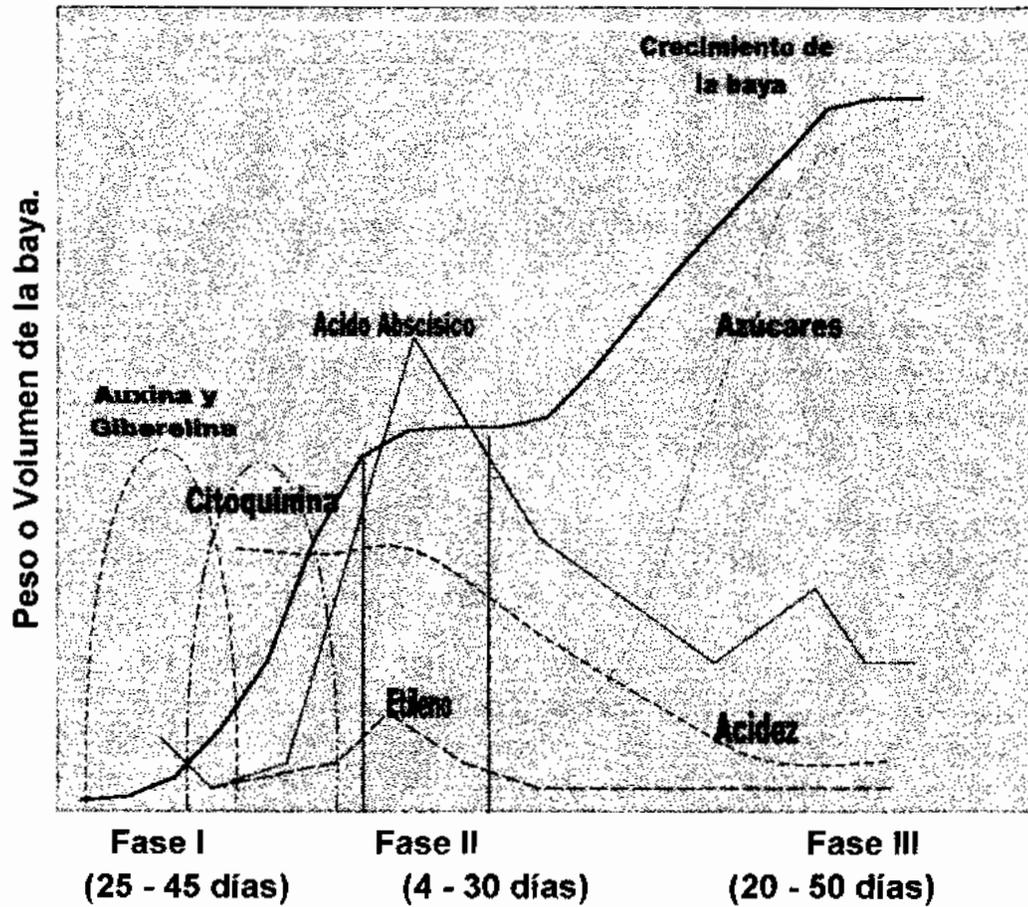
La duración del periodo herbáceo es de 24 a 45 días (Champagnol, 1984; Fregoni, 1999). De acuerdo a lo expresado por Champagnol (1984) su duración

es mayor o menor según el tipo de baya: 5 – 6 semanas para las bayas normales, 3 - 4 semanas para las apirenas sultaninas (Harris et al., 1968) y algunos días para las apirenas corintianas.

Fregoni (1999) afirma que la primera fase de la doble sigmoide es controlada por hormonas promotoras del crecimiento como auxinas (Coombe, 1960; Nibch et al., 1960; Ito et al., 1969; Cawthon et al., 1982), giberelinas (Ito et al., 1969; Lilov y Christov, 1978), citoquininas (Waitz, 1975; Lilov y Andonova, 1976; Nini et al., 1977a) y en menor medida ácido absísico (Durina, 1974; Coombe, 1976; Nini et al., 1977 b; Cawthon y Morris, 1982). Las auxinas logran el máximo de su actividad durante esta fase, en coincidencia con el desarrollo más intenso del nucelo y luego del endosperma, el cual es el principal centro de síntesis.

Según este mismo autor el contenido hormonal esta estrechamente relacionado a la presencia de semillas en las bayas. Las bayas con un mayor número de semillas tienen un contenido hormonal más elevado y resultan más grandes que las apirenas.

**Figura N° 2:** Esquema de la variación del nivel hormonal durante el desarrollo y la maduración de las bayas.



Fuente: Elaboración Propia.

Al final de la fase herbácea el grano tiene la mayor parte del desarrollo definitivo, pierde una cierta cantidad de agua, eleva ligeramente el tenor de azúcares, aumenta la acidez y se acumula clorofila en el hollejo (Fregoni, 1999).

### 2.2.1.2 Fase II o de crecimiento enlentecido.

Según Fregoni (1999), esta segunda fase coincide con la parada de crecimiento de la baya, visualizándose en la meseta de la doble sigmoide. Ocurre aquí el fenómeno de disminución de la clorofila y la adopción de un aspecto translúcido que termina en el cambio de color.

De acuerdo a lo expresado por Champagnol (1984), la baya adquiere la coloración típica del cultivar en forma progresiva, en las uvas blancas el verde pasa al amarillo (pigmento flavonoles) y en las uvas tintas al rojo más o menos intenso (antocianos).

Según Fregoni (1999) en esta fase, el grano reduce y anula la fotosíntesis, pero inicia la síntesis de los aromas, los polifenoles y otros componentes estrechamente correlacionados a las características genéticas del cultivar, los cuales lograrán el máximo de intensidad en la fase de maduración.

La fase II dura normalmente 4 a 30 días, hacia el final del envero las paredes celulares del mesocarpo y del endocarpo inician el proceso de hidrólisis del los pectatos (Fregoni, 1987).

Champagnol (1984) afirma que la fase dos se caracteriza por una fuerte disminución del tenor de sustancias tipo auxinas, giberelinas y citiquininas, al tiempo que se observa una muy baja emisión de etileno (Coombe y Hale, 1973; Alleweldt y Koch, 1977). Fregoni (1987) sostiene que el etileno producido en la fase dos es sintetizado en la baya.

De acuerdo a lo expresado por Scienza (1980), algunas observaciones de laboratorio han permitido constatar que la variación de presión osmótica creada por los azúcares, es responsable del aumento del ABA en la baya, éste junto a la sacarosa, al inicio de la segunda fase, provocan en el hollejo un enriquecimiento en antocianos.

Según Weaver (1976), aún no se explica la razón por la cual un período de crecimiento lento (etapa II), tiene lugar entre otros dos de crecimiento rápido. Durante muchos años se consideró que la causa era la competencia entre el embrión y el pericarpo por nutrientes. Sin embargo, tal teoría no resulta válida debido a que los frutos partenocárpicos muestran el mismo patrón de crecimiento que los polinizados, que contienen semillas. Al trabajar con la vid Coombe (1960) postuló la hipótesis de que la presión osmótica, resultante de la acumulación de azúcares, se encarga de la iniciación de la etapa tres;

posteriormente, Maxie y Crane (1968) propusieron que es el etileno quién inicia el crecimiento que tiene lugar en esa etapa.

### 2.2.1.3 Fase III o de Maduración.

La fase de maduración dura unos 50 días, comprendidos entre 50 % de envero y madurez, en esta etapa las reacciones enzimáticas se aceleran (Andrades, 1990).

El crecimiento en esta fase es debido principalmente a la acumulación de sustancias nutritivas (en particular azúcares) y agua (Fregoni, 1999).

De acuerdo a lo afirmado por Champagnol (1984) la fase tres se caracteriza por la presencia de ácido absísico (Coombe, 1976; Cawthon y Morris, 1982), esta hormona es más abundante en el hollejo que en la pulpa.

Luego del envero, el elevado contenido de ABA es debido a un transporte activo de la hormona de las hojas al grano de uva (Champagnol, 1984; Fregoni, 1999). Es así como el deshojado disminuye fuertemente la concentración de ABA en la baya (Düring et al., 1978; Kataoka et al., 1982 citados por Champagnol, 1984). De la misma forma, Cawthon y Morris (1982) citados por Fregoni (1999), encontraron el mismo tenor de ABA en bayas de 1, 2 o 3 semillas y señalan que los granos apirenos muestran una respuesta similar.

La baya durante la maduración es sensible al ABA exógeno y al Etefón. Se ha planteado un papel de suma importancia del hollejo en el control endógeno del desarrollo y maduración de la baya, y al mismo tiempo se ha observado que durante la maduración el ABA es acumulado más velozmente en el hollejo que en la pulpa (Fregoni, 1999).

Según Scienza (1980), la aplicación de ABA al inicio del envero provoca una aceleración de la maduración, mientras que aplicaciones más tempranas no son eficaces.

Coombe (1973), citado por Scienza (1980), encontró que con aplicaciones de generadores de etileno durante la fase dos, el ABA endógeno de la baya aumenta, mientras que aplicaciones de Auxinas lo disminuyen. Estas

variaciones del ABA endógeno provocan un adelantamiento o retraso de la maduración.

El etileno durante la maduración se encuentra en muy bajos niveles. De acuerdo a los resultados de Weaver y Singh (1978), tiene un pico máximo en floración, seguido de una rápida disminución hasta el cuajado. Luego de esto, la producción de etileno disminuye gradualmente hasta la cosecha. Sin embargo, encontraron en dos de las variedades estudiadas, un pequeño incremento en la evolución de etileno luego del envero.

## 2.2.2 Hormonas

En el siguiente capítulo se describen las características principales de las hormonas vegetales, de manera de poder analizar las posibles consecuencias de los tratamientos realizados en el desarrollo y maduración de las bayas.

### 2.2.2.1 Auxinas

Una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de una planta y que se trasloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica (Salisbury y Ross, 1992)

Según Weaver (1976), las auxinas estimulan la división celular, frecuentemente fomentan el desarrollo de callos, de los que se desprenden crecimientos similares a raíces. Las auxinas son muy efectivas en iniciar la formación de raíces de varias especies vegetales. Esta respuesta fue base de la primera aplicación práctica de sustancias de crecimiento en agricultura.

La aplicación de auxinas promueve la elongación de raíces pero solo a concentraciones extremadamente bajas, a concentraciones mayores casi siempre se inhibe la elongación. Se plantea que la inhibición puede deberse a la

promoción de síntesis de Etileno, aunque algunos ensayos afirman que esta es independiente del Etileno (Salisbury y Ross, 1992).

De acuerdo a lo señalado por Weaver (1976) las auxinas desempeñan una función importante en la expansión de las células de tallos y coleóptilos. Con frecuencia esta hormona produce la dominancia apical.

El efecto de la aplicación de auxinas sobre frutos jóvenes es aumentar su tamaño, teniendo también en algunos un efecto sobre la maduración. Las auxinas estimulan también las actividades cambiales y pueden afectar los fenómenos de abscisión y la diferenciación de capas de abscisión; aunque con frecuencia retardan su desarrollo (Weaver, 1976).

#### - Síntesis

Según Salisbury y Ross (1992), el AIA (auxina) es químicamente similar al aminoácido triptofano y es probable que se sintetice a partir de él.

Champagnol (1984) afirma que la síntesis de auxinas se da en el ápice de los tallos, así como en el de las raíces y en las semillas. Estas hormonas emigran hacia la base de las ramas a una tasa comprendida entre 3 y 10 mm por hora. Las auxinas son constantemente destruidas a la luz por la enzima auxina oxidasa, en la oscuridad esta enzima se inactiva, haciendo que los tallos se elonguen hasta etiolarse.

#### - Transporte.

El transporte de auxinas es polar, unidireccional y con gasto de energía metabólica a través del parénquima floemático para largas distancias. En aplicaciones exógenas el movimiento es pasivo y se da en ambas direcciones a través del floema.



- Modo de acción.

Numerosos investigadores han insistido en que aún no se entiende, en términos bioquímicos, la manera en que actúa una hormona vegetal cualquiera (Salisbury y Ross, 1992).

Heyn (1931) citado por Weaver (1976), postuló la teoría que afirma que las auxinas inducen a la expansión celular, incrementando la plasticidad de las paredes celulares. Cuando se incrementa la flexibilidad de las paredes, disminuye la presión alrededor de la célula y la turgencia causada por las fuerzas osmóticas en la savia vacuolar hace que el agua entre a las células provocando su expansión. De la misma forma Salisbury y Ross (1992), afirman que en el crecimiento inducido por auxinas, el potencial hídrico de las células se mantiene más negativo que el de la solución circundante. La conclusión que se obtiene es que las auxinas provocan un ablandamiento de la pared.

#### 2.2.2.2 Giberelinas

Las giberelinas tienen la capacidad única entre las hormonas de estimular el crecimiento generalizado de plantas intactas de muchas especies (Salisbury y Ross, 1992).

Estos mismos autores sostienen que las giberelinas pueden levantar la latencia de semillas y brotes en muchas especies, actuando como sustitutos de bajas temperaturas, días largos o luz roja, estimulando la elongación celular. También sustituyen el requerimiento de día largo de algunas especies para florecer y la necesidad de un período inductivo frío si están próximas a la floración.

Según Weaver (1976), la aplicación de giberelinas a los tallos produce un incremento pronunciado de la división celular en el meristemo subapical (Sachs et al., 1960) y provoca un crecimiento rápido de muchas plantas arrosadas. Ese crecimiento veloz es resultado del mayor número de células formadas y de la expansión de las células.

De acuerdo a lo expresado por Salisbury y Ross (1992) las giberelinas hacen que los racimos de uvas se elonguen de tal manera que las bayas resultan menos apretadas, además, promueven el crecimiento de uvas sin semillas.

Estas hormonas provocan el desarrollo del fruto partenocárpico en algunas especies, lo que sugiere su participación normal en el crecimiento del fruto (Champagnol, 1984; Salisbury y Ross, 1992; Fregoni, 1999).

#### - Síntesis.

De acuerdo a lo señalado por Salisbury y Ross (1992), gran parte de la elevada cantidad de giberelinas en las semillas se debe a la biosíntesis y no al transporte. Es probable que la mayoría de las células vegetales tengan cierta capacidad de sintetizar giberelinas, se piensa que las hojas jóvenes son los principales sitios de síntesis para esta hormona.

Según Champagnol (1984), en la vid las giberelinas son sintetizadas por las hojas jóvenes (Hoad et al., 1977), las bayas jóvenes (Ito et al., 1969) y los ápices de raíces (Skene, 1967).

#### - Transporte

El transporte de giberelinas ocurre vía floema y xilema y no es polar, se desconoce como podrían transportarse las giberelinas de manera eficaz desde las hojas jóvenes para causar la elongación del tallo, si es que esto realmente ocurre. Las raíces también producen giberelinas pero la aplicación exógena tiene escaso efecto sobre el crecimiento de la raíz (Salisbury y Ross, 1992).

#### - Modo de acción

Los múltiples efectos de las giberelinas sugieren que tienen más de un sitio de acción primario. Un efecto individual como la elongación facilitada del tallo en plantas completas, es el resultado de al menos tres acontecimientos coadyuvantes: la división celular, estimulada en el ápice del tallo; el crecimiento celular, en ocasiones las giberelinas lo promueven debido a que incrementan la hidrólisis de almidón, fructanos y sacarosa y la plasticidad de la pared celular (Salisbury y Ross, 1992).

Según Weaver (1976), el tratamiento con giberelinas provoca la formación de enzimas proteolíticas de las que puede esperarse una liberación de triptofano, precursor del IAA (Van Overbeek, 1966). Con frecuencia las giberelinas incrementan el contenido de auxinas. Así mismo, las giberelinas pueden transportar a las auxinas a su lugar de acción en las plantas (Kuraishi y Muir, 1963).

#### 2.2.2.3 Citoquininas

De acuerdo a lo señalado por Weaver (1976), además de fomentar la división celular las citoquininas influyen en la diferenciación de los tejidos, interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes de crecimiento y retrasan el envejecimiento de los tejidos vegetales.

Una de las funciones principales de las citoquininas es promover la división celular. En cultivo de parénquima de dicotiledónes se encontró que si se mantiene una relación alta citoquininas / auxinas se producen células meristemáticas en el callo, estas células se dividen y generan otras que se desarrollan para formar yemas, tallos y hojas. Si se reduce la relación citoquininas - auxinas, se favorece la formación de raíces (Salisbury y Ross, 1992).

Estos autores también afirman que las citoquininas pueden retardar la senescencia de hojas y flores de varias especies.

Si se agrega citoquinina a una yema lateral en situación de dominancia apical, con frecuencia ésta comienza a brotar, pero ese crecimiento solo se extiende por unos cuantos días (Salisbury y Ross, 1992).

Quinlan y Weaver (1969) citados por Weaver (1976), demostraron que al tratar con citoquininas una parte de una hoja de vid, los patrones de translocación de las parras se alteran, de tal modo que los productos fotosintéticos se desplazan hacia la zona tratada. Las giberelinas y las auxinas, al igual que las citoquininas, también pueden provocar este desplazamiento de asimilados.

#### - Síntesis

Champagnol (1984) reporta que numerosos trabajos mencionan a los extremos radiculares como el principal lugar de síntesis de las citoquininas.

En general los niveles de citoquininas son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas) y en las puntas de raíces. Parece lógico que se sinteticen en esos órganos, pero en la mayoría de los casos no se puede desechar la posibilidad del transporte desde otro lugar (Salisbury y Ross, 1992).

Según Champagnol (1984), Woodham y Alexander (1966) reportaron que el efecto de la temperatura sobre el crecimiento de la vid estimula la síntesis de citoquininas en las raíces. Esta hipótesis fue confirmada por Skene y Kerridge (1967).

#### - Transporte.

El transporte de citoquininas se produce a través del xilema, desde los ápices radiculares, lugar de síntesis, hacia las hojas jóvenes en crecimiento.

- Modo de acción.

La variabilidad de los efectos de citoquininas sugiere que estas pueden tener distintos mecanismos de acción en distintos tejidos (Salisbury y Ross, 1992).

El papel de las citoquininas es variado, a nivel celular estimulan la síntesis proteica. Estas favorecen el crecimiento de las inflorescencias, la diferenciación de las flores y la tasa de cuajado, (Mullins, 1967, 1979; Srinivasan y Mullins, 1981b citados por Champagnol, 1984).

Las citoquininas promueven un retraso de la senescencia que puede ser explicado por dos mecanismos: evitan la pérdida de proteínas pudiendo inducir la síntesis de otras nuevas y favorecen la movilización de nutrientes hacia los tejidos (cambios en la relación fuente / fosa).

#### 2.2.2.4 Etileno

De acuerdo a lo expresado por Salisbury y Ross (1992), en general el etileno inhibe la floración en la mayoría de las especies y la elongación de tallos y raíces, especialmente en dicotiledóneas.

Estos autores también afirman que el Etileno induce la senescencia de flores, promueve la formación de raíces adventicias y afecta la expresión del sexo de las flores de especies monoicas.

La aplicación exógena de etileno tiene efectos sobre la maduración, generalmente intervenciones tempranas (fase I y II) retardan la maduración mientras que las realizadas al inicio de la fase III la adelantan (Scienza, 1980). De la misma forma González (1989), en un ensayo nacional con el cv. Cardinal, obtuvo un aumento en el porcentaje de racimos cosechados en la segunda fecha de recolección con respecto al testigo.

## - Síntesis

Según Salisbury y Ross (1992) todas las partes de las plantas con semilla producen etileno.

Estos mismos autores afirman que las primeras investigaciones descubrieron que el etileno deriva de los carbonos tres y cuatro del aminoácido metionina. Un segundo avance ocurrió en el laboratorio de Shang- Fa Yang en la Universidad de California, cuando se encontró que interviene un compuesto raro semejante a aminoácido, el ácido 1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC), como precursor cercano del etileno.

El Etileno presenta la capacidad de estimular su propia síntesis en muchos órganos senescentes incluyendo hojas, pétalos y frutos sobremaduros. La difusión del etileno en los espacios intracelulares dentro del fruto probablemente coordina la maduración diferencial de sus tejidos.

## - Transporte

El transporte se realiza por intermedio de su precursor ACC, mediante difusión.

## - Mecanismo de acción.

Según Weaver (1976), hay varios mecanismos mediante los cuales el Etileno tiene la capacidad de inducir la germinación y la brotación. Puede estimular el desplazamiento de las enzimas hidrolíticas en los tejidos de almacenamiento. También es posible que el etileno producido durante el crecimiento de una yema, pueda servir para controlar la movilización de reservas en los tejidos circundantes.

Salisbury y Ross (1992) afirman que muchos efectos del Etileno se acompañan de un incremento en la síntesis de enzimas y su tipo depende del tejido blanco. Cuando el Etileno estimula la caída de las hojas, aparecen en la capa de abscisión celulasa y otras enzimas que degradan la pared celular. En varios casos, los tratamientos con Etileno causan aumentos en el RNAm que codifica esas enzimas. Casi con seguridad esta hormona estimula la transcripción de diversos genes nucleares y su tipo depende de la especie, órgano y tejido, así como de otros factores.

El Etileno ha sido citado como inductor de la síntesis de nuevo RNAm y proteínas (Christoffersen y Laties, 1982 citados por Davies, 1995)

De acuerdo a lo afirmado por Davies (1995), el modo de acción del etileno no está completamente comprendido. Es conocido que el etileno produce respuestas fisiológicas e induce cambios específicos en la expresión genética. Todos estos cambios deben ser mediados por receptores de etileno.

Salisbury y Ross (1992) sostienen que el CO<sub>2</sub> en altas concentraciones (5 a 10 %) inhibe muchos de los efectos del Etileno. Otro inhibidor más eficaz de la acción de esta hormona es el ión plata (Beger, 1976). Recientemente se descubrió que distintos compuestos olefénicos sintéticos volátiles son fuertes inhibidores de la acción del etileno (Sisler y Yang, 1984; Bleecker et al., 1987; Sister, 1990a, 1990b).

#### 2.2.2.5 Ácido Abscísico.

Según Addicott y Lyon (1969) citados por Hayashi y Hernández (1997), la hormona vegetal ácido abscísico es quizá uno de los más importantes y difundidos inhibidores del crecimiento que se encuentran en las plantas.

De acuerdo a lo expresado por Salisbury y Ross (1992), el ABA provoca con frecuencia respuestas que ayudan a proteger a las plantas contra factores negativos como: falta de agua, suelos salinos, bajas temperaturas o congelación. Estos autores citan que las raíces sometidas a stress hídrico incrementan la producción de ABA y éste es transportado por el xilema a las hojas donde causa el cierre de los estomas.

Muchos investigadores han demostrado que en numerosas especies, la aplicación de ABA a las hojas provoca cierre de los estomas. Según Weaver (1976), el ABA parece actuar como inductor general del envejecimiento y frecuentemente las aplicaciones de ABA al follaje provocan color senescente en las hojas (Addicott y Lyon, 1969) y la abscisión de flores y frutos en plantas como la vid (Weaver y Pool, 1969).

El cometido del ABA en la abscisión de hojas, flores y frutos es asunto controvertido. Algunos autores citan al ABA como causante de la abscisión, mientras otros relacionan su actividad con la síntesis de etileno (Salisbury y Ross, 1992).

Se ha demostrado que frecuentemente el ABA produce una inhibición del crecimiento en los brotes y las hojas, aunque sus efectos solo duran un período breve (Weaver, 1976).

#### - Síntesis

Según Salisbury y Ross (1992), la biosíntesis del ABA en la mayoría de las plantas, quizá en todas, se realiza indirectamente por degradación de algunos carotenoides presentes en los plastidios.

#### - Transporte.

El transporte del ABA se realiza fácilmente en xilema, floema y también en células del parénquima fuera de los haces vasculares. En las células parenquimatosas no suele haber polaridad (a diferencia del caso de las auxinas), por lo que el movimiento del ABA dentro de las plantas se asemeja al de las giberelinas (Salisbury y Ross, 1992).

- Mecanismo de acción.

De acuerdo a lo señalado por Salisbury y Ross (1992), el ABA parece tener tres efectos principales, dependiendo del tejido implicado: 1) efecto sobre la membrana plasmática de las raíces, 2) inhibición de la síntesis de proteínas y 3) activación y desactivación específicas de ciertos genes (efectos en la transcripción).

Según Weaver (1976) el crecimiento y otras respuestas de las plantas, pueden ser resultado de una interacción o un balance entre el ABA y los compuestos que promueven el crecimiento (Addicott y Lyon, 1969). Es posible que el efecto depresivo del ABA se deba a la inhibición de las enzimas hidrolíticas que son esenciales en el metabolismo general.

El ABA favorece el almacenamiento de azúcares en la baya, su acción puede impedir la redistribución de azúcares almacenados al resto de la planta por la activación de la síntesis de la invertasa, enzima que dirige la hidrólisis de la sacarosa a nivel del pedicelo en el transporte de los azúcares (Fregoni, 1999).

### 2.2.3 Cambios físicos y químicos de la maduración

Son muchas las modificaciones que ocurren en el grano de uva en la fase de maduración, las principales se tratarán a continuación.

#### 2.2.3.1 Peso y volumen de la baya.

El grano de uva crece mediante elongación celular al aumentar el contenido de agua (Champagnol, 1984; Andrades, 1990; Fregoni, 1999), los principales factores involucrados son: disponibilidad hídrica del suelo, factores

genéticos y número de semillas. Este último factor es determinante; cuanto más elevado sea su número, mayor será el estímulo inicial de crecimiento y más larga la duración de la fase final. En la fase de maduración, la semilla ya totalmente desarrollada, sufre una deshidratación reduciendo su peso de 15 a 20 % y logrando la maduración de las semillas (Fregoni, 1999).

Becker y Zimmerman (1984), citados por Andrades (1990), señalaron que el tamaño final de la baya está esencialmente influenciado por el aporte de agua al inicio del desarrollo.

#### 2.2.3.2 Ablandamiento de los tejidos de la baya.

La consistencia de la baya cambia, pasando de dureza a elasticidad, este reblandecimiento de tejidos es debido a la hidrólisis de polisacáridos, pectina y almidón (Mareca Cortés, 1983 citado por Andrades, 1990).

Champagnol (1984) sostiene que el ablandamiento del fruto durante la maduración ocurre como resultado de la degradación de las cadenas pécticas por la enzima poligaracturonasa. Esta enzima transforma la pectina en ácido galacturónico (liberando alcohol metílico) y por tanto disminuyendo la dureza y aumentando la elasticidad y la permeabilidad a los gases (O<sub>2</sub> por ejemplo) de las células.

#### 2.2.3.3 Pruínas

Según lo expuesto por Fregoni (1999), durante la maduración, la cutícula de la baya se recubre en mayor o menor grado de pruínas, sustancia cerosa que tiene la función de proteger el grano del ambiente externo (reduce la transpiración y la respiración del grano, actúa como barrera contra parásitos), función estética (uva de mesa) y función enológica (contiene levaduras, bacterias, etc.).

#### 2.2.3.4 Azúcares.

De acuerdo a lo expresado por Fregoni (1999) la acumulación de azúcares es el fenómeno más importante de la maduración, no solo porque de los azúcares deriva el alcohol, sino también porque son la base de muchos otros compuestos como: polifenoles, antocianos, aromas, etc.

Los hidratos de carbono de la uva están representados en un 99 % por la glucosa y la fructosa, el resto lo constituyen otras hexosas y pentosas, sustancias pécticas, inositol y sacarosa. Tanto la glucosa como la fructosa provienen de la hidrólisis de la sacarosa almacenada tras la fotosíntesis en las hojas. Este disacárido es la principal forma de transporte de azúcares, al ser una molécula menos activa por no tener las funciones aldehído y cetona libres (Andrades, 1990).

La baya es un órgano de acumulación de azúcares ya desde cuajado, pero fundamentalmente a partir de envero (Andrades, 1990). La brusca acumulación de azúcares a partir del envero se explica por la movilización de las reservas de la cepa (hojas y partes leñosas) que son transferidas al fruto (Champagnol, 1984; Marteau, 1956 citado por Andrades, 1990, Fregoni, 1999).

Debido a que la mayor parte de los azúcares provienen de las hojas, su nivel de acumulación depende de la actividad fotosintética. La concentración de azúcares está influenciada por múltiples factores como: temperatura de envero a madurez, pluviosidad, insolación global, cultivar, portainjerto y sobre todo el vigor y la producción por cepa (Fregoni, 1999). De acuerdo a este último factor Huglin y Schneider (1998), expresan que la influencia desfavorable de los rendimientos excesivos sobre la calidad global del vino es debida, en gran parte, a su correlación negativa con la tasa de acumulación de azúcares.

Seguin (1969) citado por Andrades (1990), observó que una alimentación deficiente en agua durante la maduración, disminuye la acumulación de azúcares por limitación de la actividad fotosintética, aunque puede aumentar su concentración en las bayas por efecto de la transpiración.

La relación glucosa / fructosa sufre notables variaciones durante el desarrollo. En el envero predomina la glucosa, durante la maduración la relación es de 1 a 1 y al final del proceso prevalece ligeramente la fructosa (sobremaduración). En la maduración completa la relación fructosa / glucosa está cerca de 0.95, ya que la glucosa es más consumida en la respiración, especialmente cuando la temperatura es inferior a 20 °C (Fregoni, 1999).

Catalina et al. (1982) citados por Andrades (1990) sostienen que este cambio en la relación puede deberse a la actuación de las isomerasas existentes en las células que transforman a la glucosa en fructosa (Catalina et al., 1982 citados por Andrades, 1990).

Los hidratos de carbono que se sintetizan son consumidos por los pámpanos y las bayas, estableciéndose una competencia entre el racimo y el ápice. El contenido de azúcares en la baya pasa de 1 – 2 % en la baya verde, al 15 – 20 % en la baya madura y al 30 – 45 % en la baya sobremadura (Al-Kaysi et al., 1981 citados en Andrades, 1990; Fregoni, 1999).

De acuerdo a lo afirmado por Fregoni (1999), en la primer fase de acumulación de azúcares el depósito puede ser de 80 g /l en una semana o 15 días. Esta acumulación luego se reduce hasta llegar casi a cero tres semanas luego del envero, para después aumentar ligeramente en los días posteriores. En la última semana de maduración el depósito de azúcares es de 15 – 20 g/l, ya que provienen únicamente de la fotosíntesis foliar.

Según Champagnol (1984) las bajas temperaturas influyen negativamente en el depósito de azúcares en la baya, mientras que la amplitud del cambio térmico diario está correlacionada positivamente con esta acumulación.

#### 2.2.3.5 Acidez.

De acuerdo a lo señalado por Andrades (1990), la composición ácida de la uva ha sido aceptada como el factor más importante que determina la calidad de sus productos, especialmente el vino (Amerine et al., 1967). El cambio en los ácidos orgánicos y el efecto resultante sobre el pH de la uva puede ejercer una influencia sobre factores como: el aroma, la extracción de antocianos durante la elaboración del vino y la estabilidad del color de los productos de la uva (Cawsh et al., 1977).

La acidez depende de la variedad, de las condiciones climatológicas y del suelo, estando su valor en función del estado de madurez de la uva (Andrades, 1990).

Análisis cuantitativos de la fracción ácida de *Vitis vinífera* L. muestran que los ácidos predominantes son el málico y el tartárico, alcanzando el 70 – 90%

de esta fracción. Otros ácidos orgánicos que se encuentran en bajas concentraciones son: cítrico, succínico, fumárico, fórmico, acético y ascórbico (Fregoni, 1999).

Este mismo autor, sostiene que en el mosto el ácido tartárico varía de 7 a 10 g/l, el málico de 3 a 7 g/l y el cítrico de 0,2 a 0,5 g/l.

Según Catalina et al. (1982) citados por Andrades (1990), la disminución de la acidez en el transcurso de la maduración es debida a tres causas principales:

a) Movilización de bases que neutralizan los ácidos del fruto, emigración que es progresiva durante todo el período de maduración y que está muy ligada al movimiento del agua en la cepa, viéndose favorecida en veranos al principio lluviosos y al final cálidos y por lo tanto con alta tasa de transpiración.

b) Fenómeno de dilución del contenido de las células de las bayas. Esto es más importante para el ácido tartárico que para el málico.

c) Proceso de combustión interna. Se da una combustión parcial del ácido málico y mucho menos probable del tartárico durante la respiración celular, proceso que se ve favorecido por las altas temperaturas. En este sentido, Seguin y Pinto (1986) señalan que las temperaturas altas en las proximidades de la vendimia, provocan una gran disminución de la acidez por combustión respiratoria.

El ácido málico y el tartárico explican la evolución de la acidez en la maduración. Estos no siguen un comportamiento paralelo; el primero, disminuye de forma rápida y pronunciada durante la maduración, mientras que el segundo o desciende lentamente o se mantiene constante, con fluctuaciones no definidas según la variedad (Andrades, 1990). Fregoni (1999) afirma que el ácido málico disminuye en los días que siguen al envero, cuando la temperatura frecuentemente alcanza los 30 °C. La degradación del ácido tartárico requiere temperaturas mayores, 37 °C.

#### - Ácido málico.

El ácido málico es un intermediario del ciclo de los ácidos tricarboxílicos, su origen principal es la fijación de una molécula de CO<sub>2</sub> en el ácido fosfoenolpirúvico (Champagnol, 1984).

La reacción de formación es activa sobre todo en órganos jóvenes y en la hoja adulta rica en cloroplastos, pero no en la uva próxima a la maduración. Recientemente, se ha demostrado que en la uva madura el ácido málico se transforma en azúcares por un mecanismo inverso al de su síntesis. De esta forma el ácido málico tiene una importancia marcada en la disminución de la acidez total (Fregoni, 1999).

Este mismo autor sostiene que una excesiva cantidad de ácido málico en la baya es índice de escasa madurez, y su presencia en el vino da la característica de aspereza, a menos que ocurra la fermentación maloláctica, indispensable en el vino tinto, sobre todo en aquellos destinados al envejecimiento.

#### - Ácido tartárico.

El ácido tartárico se encuentra presente en un reducido número de plantas y es particularmente abundante en la viña. Este ácido proviene indirectamente del metabolismo glucídico, es sintetizado en hojas jóvenes y órganos donde se da multiplicación celular intensa y se almacena casi sin transformaciones, al contrario de lo que sucede con el malato (Champagnol, 1984).

Fregoni (1999) afirma que el ácido tartárico disminuye lentamente y menos intensamente que el málico en la maduración.

### - Otros Ácidos.

De acuerdo a lo expresado por Champagnol (1984) los siguientes ácidos en la baya fueron detectados por Kliewer (1966): cítrico, ascórbico, oxálico, isocítrico, shiquímico y quimique entre otros. Estos ácidos son muy importantes en la formación de los aromas en el curso de los tratamientos tecnológicos (Cordonnier y Bayonove, 1981).

### 2.2.3.6 pH.

El pH de los mostos está determinado por la abundancia relativa de moléculas de ácidos orgánicos y de cationes vacuolares y citoplasmáticos (K principalmente). El valor de pH a la madurez varía entre 3 y 4.2 (Fregoni, 1999).

Según Andrades (1990), la acidez del mosto depende de la variedad y de numerosos factores ambientales. Entre los factores que aumentan la acidez se pueden citar baja insolación, alta humedad del suelo y nivel de nitrógeno y potasio (crecimiento continuo de pámpanos y feminelas). Mientras que reducen la acidez la falta de agua y las elevadas temperaturas diurnas y nocturnas durante la maduración.

Hrazdina et al. (1984) sostienen que la evolución del pH describe una curva similar a la de los sólidos solubles. Los cambios en el pH de la baya están relacionados al metabolismo de los ácidos y la acumulación de cationes.

### 2.2.3.7 Compuestos fenólicos

#### - Características Generales

En viticultura la importancia de los polifenoles es capital, no solamente por su papel en la coloración de los frutos, sino sobretudo, por sus particularidades gustativas originales, que le dan al vino características específicas (Champagnol, 1984; Ribéreau – Gayon, 1964 citado por Huglin y Schneider, 1998).

Los polifenoles constituyen un gran grupo que incluye sustancias muy heterogéneas, cuya característica en común es poseer en su estructura molecular al menos un anillo aromático con uno o más hidroxilos como sustituyentes (Mareca Cortés, 1983 citado por González-Neves, 1994).

Los polifenoles se pueden clasificar en forma sencilla y desde un punto de vista enológico en dos grandes grupos: los ácidos fenoles que comprenden los ácidos benzoicos y cinámicos; y los flavonoides que se subdividen en flavonoles, antocianos, catequinas y leucoantocianos (Ribéreau-Gayon et al. 1980; Mareca Cortés, 1983; De Rosa, 1988 citado por González-Neves, 1994)

Según Huglin y Schneider (1998), los compuestos fenólicos comprenden esencialmente los pigmentos rojos o antocianos (específicos de las variedades coloreadas), los taninos y los pigmentos amarillos o flavonoles.

De acuerdo a lo expresado por Champagnol (1984) la coloración del racimo es debida principalmente a los antocianos (o a flavonoles), dependiendo también de otros componentes como los carotenoides y las xantofilas, sobre todo en las bayas blancas. Según este mismo autor, el color del vino está dado por los antocianos, los complejos tanino-antocianos y los taninos.

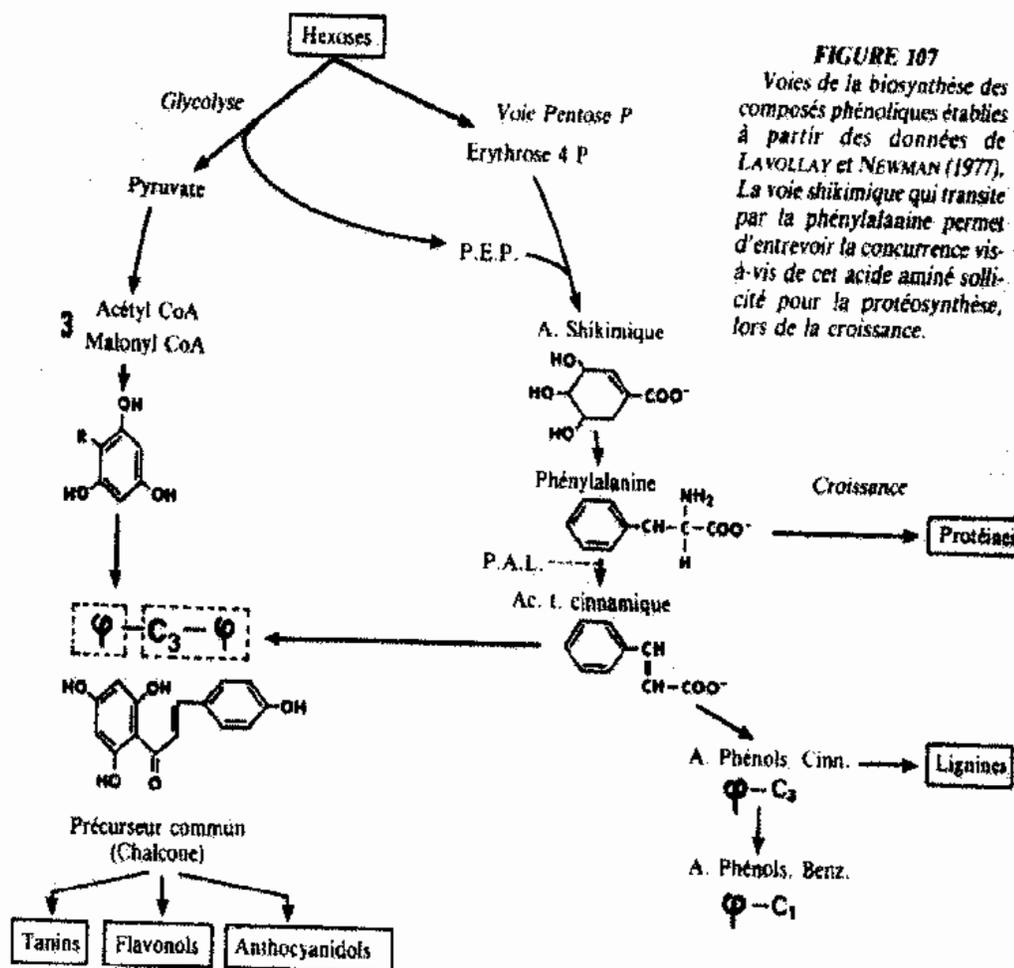
Amrani y Glories (1994) estudiando la localización de los taninos y antocianos dentro de las bayas, observaron que éstos se ubican principalmente en el hollejo y las semillas. Los taninos del hollejo se pueden encontrar ligados a las paredes celulares, ligados a las membranas vacuolares y libres dentro de las vacuolas. Los antocianos en el hollejo se ubican exclusivamente dentro de las vacuolas celulares. En las semillas los taninos se encuentran en las capas internas y externas de la testa.

De la misma forma Huglin y Schneider (1998), sostienen que los antocianos, al igual que los flavonoles, están localizados en las células del hollejo, sitio de su síntesis, que es particularmente activo luego del envero. Esta localización da por consecuencia que con pesos de vendimia idéntica y el resto de las variables en igualdad de condiciones, una variedad de bayas más pequeñas dará un jugo más rico en antocianos y otros compuestos fenólicos que una variedad de bayas grandes, ya que la proporción de hollejo en relación al volumen de mosto será más importante.

#### - Síntesis

Según Champagnol (1984), los ácidos fenólicos, las ligninas y una parte de la molécula de flavonoles, derivan del ácido cinámico, por degradación de un aminoácido (fenilalanina) y mediante la intervención de un sistema enzimático: la fenilalanina amonio liasa (PAL). Este aminoácido es formado a partir del ácido fosfoenolpirúvico, resultante de la vía de las pentosas. El ácido shiquímico intermediario de estas reacciones, es el precursor habitual de centros aromáticos. El otro núcleo de flavonoles, está constituido a partir de 3 acetatos resultantes de la glicólisis anaeróbica. (Ver Figura N° 3).

Figura N° 3: Esquema de la vía de síntesis de compuestos fenólicos.



Extraído de Champagnol (1984)

Hrazdina et al. (1984), afirman que la fenilalanina amonio liasa es la primer enzima en la vía que canaliza la fenilalanina de la síntesis de proteínas, hacia compuestos fenilpropanoides (C9) y flavonoides (C15). El producto de esta enzima, ácido cinámico, se dirige a la formación de p-cumaril- Co A, que es utilizado para producir ligninas que forman parte de la pared celular, o es usado para formar polifenoles.

En un experimento realizado por Hrazdina et al. (1984), en el cual se midió la actividad de PAL durante el desarrollo de las bayas, se encontraron dos etapas de importante actividad. La primera ocurrió durante el desarrollo de las

bayas y disminuyó hacia el final del período de desarrollo. Como no se observaron síntesis similares de antocianos durante este período y no se produjo un incremento paralelo en la actividad de las dos enzimas consecutivas, la actividad de PAL presente en este período está probablemente relacionada con otros eventos biosintéticos, tal como la formación de P-cumaril-cafeil tartratos (Moskowitz y Hrazdina, 1981), o es causado por la presencia de otras amonio – liasas no específicas. Hacia el envero, cuando el desarrollo de las bayas entra en las etapas finales y la maduración comienza, la actividad de esta enzima se incrementa, con una máxima expresión a las dos semanas, disminuyendo posteriormente. En este período cambia paralelamente la actividad de las dos enzimas que prosiguen en la vía de síntesis de fenilpropanoides, la cinamato-4-monooxigenasa y la P-cumarataCoA ligasa.

A diferencia de lo expuesto anteriormente Darné (1993), en un ensayo en el que intentó explicar la intervención de las hojas y las semillas en la síntesis de antocianos en la baya, observó la existencia de dos vías de síntesis de antocianos diferentes dependiendo del órgano. En el caso de las hojas esta síntesis provino directamente de azúcares que no pudieron ser exportados a los racimos. Para el caso de las bayas los resultados obtenidos permiten deducir una vía de síntesis indirecta de antocianos del hollejo a partir de una fracción de los taninos pro-antocianicos acumulados antes del envero dentro de las semillas y los pericarpios y no directamente a partir de los azúcares de las bayas como ha sido sugerido por otros autores.

Según Champagnol (1984) la biosíntesis y la acumulación de compuestos fenólicos parecen estar determinados por un fenómeno de competencia entre dos tipos de metabolismo:

- Metabolismo primario, dando como resultado compuestos tales como proteínas, celulosa y pectinas.
- Metabolismo secundario, permitiendo la formación de compuestos tales como polifenoles.

- Influencia de las hormonas sobre la síntesis de Polifenoles.

Las condiciones que son favorables a la biosíntesis y a la acumulación de compuestos fenólicos se corresponden con una reducida tasa de síntesis proteica y son promovidos por un equilibrio hormonal desfavorable al crecimiento. Numerosos trabajos sobre cultivos de células o de tejidos y observaciones de campo confirman esta interpretación (Champagnol, 1984).

Phillips y Henshaw (1977) citados por Champagnol (1984), compararon los efectos sobre el crecimiento de células de *Acer* en diferentes medios y observaron una oposición entre crecimiento y tenor en compuestos fenólicos.

Según Fregoni (1987), el ABA es sintetizado en la baya e influye positivamente en la síntesis de antocianos. En tanto que aumentos del etileno en forma endógena y exógena incrementan la coloración roja de las uvas de vino y de mesa.

Esto también fue comprobado por Pirie y Mullins (1976) citados por Champagnol (1984). Estos autores usando hojas adultas del cv. *Cabernet Sauvignon* encontraron que el tenor en compuestos fenólicos disminuyó con la presencia de citoquininas +  $\text{NO}_3$  y aumentó con el ABA y la riqueza en azúcares.

Según Champagnol (1984), el papel del ABA en la síntesis fenólica fue también demostrado por Kataoka et al. (1982), estos autores pulverizando plantas de *Vitis Labrusca* con una solución al 0.5 % de ABA, observaron que la coloración de las bayas aumentó considerablemente por este tratamiento.

De acuerdo a lo sostenido por Champagnol (1984) el etileno afecta la acumulación fenólica y la coloración. Wicks et al. (1980, 1983) tratando uvas con un producto que libera etileno, encontraron aumentos de la coloración y el tenor en compuestos fenólicos.

Este mismo autor expresa que el efecto del equilibrio hormonal sobre la coloración de las bayas es aclarado con la observación de Weaver y Ibrahim (1968). Estos autores trabajando con el cv. *Red Niagara* compararon la coloración de las bayas en función de su número de semillas, observando un efecto específico del equilibrio hormonal inducido por el número de semillas, de forma que al aumentar éste la coloración de las bayas disminuye.

- Efecto de las condiciones ambientales.

Toda práctica cultural que estimule el vigor de la planta, desfavorece la acumulación de compuestos fenólicos (Champagnol, 1984; Fregoni, 1987)

Según Fregoni (1987) la fertilización tiene un papel fundamental sobre la síntesis de compuestos fenólicos. El N deprime la coloración, mientras el P, K, Mg, B, Mn y otros microelementos estimulan la síntesis de los antocianos dado que favorecen la acumulación de azúcares. Una alta relación  $K_2O / MgO$  deprime la síntesis de antocianos, porque el Mg es un factor limitante.

La temperatura y el fotoperíodo tienen un papel cualitativo y cuantitativo en la síntesis y acumulación de compuestos fenólicos. Este papel es complejo y se sitúa a diferentes niveles, como la intermediación en la acumulación de azúcares (fotosíntesis, migración, respiración) o por efecto directo e indirecto en distintas reacciones (Champagnol, 1984).

Gao y Cahoon (1994) en un ensayo donde controlaron el nivel de sombreado de los racimos (55 % y 95%), encontraron que con 95 % de sombra el contenido total de antocianos disminuyó significativamente respecto al testigo, mientras el otro tratamiento no registró diferencias.

- Evolución de Compuestos fenólicos

Según Fregoni (1987), después del envero la baya pierde la coloración verde debida a la clorofila y asume el color típico de la variedad. El pigmento que colorea la baya es un polifenol y más precisamente flavanoide o flavonoide.

Hrazdina et al. (1984), en un ensayo en el que se midió la acumulación de antocianos durante el desarrollo y la maduración de las bayas, observaron que la acumulación en las primeras 3 a 6 capas subepidérmicas siguió una curva sigmoideal, lo que también se observó en tejidos cultivados (Hahlbrock et al., 1981) y en plántulas intactas (Hrazdina y Parsons, 1982) de otras especies. La síntesis intensa de antocianos ocurrió en envero, disminuyendo posteriormente, encontrándose acumulaciones pequeñas de antocianos durante la maduración, cuando los azúcares llegan a su valor máximo.

Estos mismos autores sostienen que la actividad de calcona- sintetasa no fue detectable durante el período de desarrollo de las bayas (fase I). Esta es la primer enzima en la vía específica del flavanoide, que condensa una molécula de P-cumaril COA con tres moléculas de malonil COA para formar el primer C15 intermediario, naringenin calcona. La actividad de esta enzima llega a ser máxima, durante envero y baja abruptamente después.

Hrazdina et al. (1984), afirman que el comienzo de la síntesis intensa de antocianos en las capas subepidérmicas de las bayas (envero), es precedido por grandes cambios en el metabolismo general. Uno de los mayores cambios es el agudo descenso en los ácidos no volátiles (excepto ácido fosfórico). Los eventos metabólicos continúan durante y después del envero.

La formación de antocianos está estrechamente relacionada con la acumulación de azúcares y comienza en forma considerable un poco después del incremento en la tasa de acumulación de éstos. (Hrazdina et al. 1984; Fregoni, 1987).

Contrariamente a lo expresado anteriormente Darné (1993) plantea la hipótesis donde la síntesis de antocianos de las bayas estaría relacionada a la capacidad de las semillas de exportar precursores de antocianos previamente acumulados en el periodo comprendido entre cuajado (formación de las semillas) y envero, durante el período de maduración de las mismas.

#### 2.2.3.8 Sustancias aromáticas

Huglin y Schneider (1998) afirman que las sustancias aromáticas varietales están localizadas esencialmente en el hollejo de las bayas (Bayonove et al., 1974). Estas juegan un papel destacado tanto en los vinos como en las uvas de mesa, donde constituyen a veces la característica principal. Fregoni (1999) señala que los aromas son parte de la microestructura del vino, que hoy día se considera más importante que la macroestructura (alcohol, acidez, etc.).

Este último autor sostiene que los aromas pueden ser de diversos orígenes: a) varietales, son los que se originan en la uva, de forma que la variedad se clasifica como aromática, medianamente aromática o poco aromática. La concentración y la calidad de los aromas de la baya se correlacionan positivamente con el tenor de azúcares (y esto con el grado de

maduración de la uva) y el “terroir”; b) aromas que derivan de la actividad de las levaduras en la fermentación alcohólica; c) aromas derivados del envejecimiento en madera y el estacionamiento en botella. De acuerdo a lo expuesto anteriormente los aromas se clasifican en: varietales, prefermentativos, fermentativos y postfermentativos.

**Cuadro N° 2:** Orígenes de los aromas del vino.

<b>Tipo de Aroma</b>	<b>Órgano del que deriva</b>	<b>Fase de formación</b>
Varietal (genético, primario)	Baya	Maduración en el viñedo
Prefermentativos	Baya	De la cosecha a la molienda.
Fermentativos	Mosto	Fermentación alcohólica y maloláctica (levaduras)
Postfermentativos	Vino	Combinación química de varios compuestos, hidrólisis, etc. (bouquet)

Extraído de Fregoni (1999).

De acuerdo a lo expresado por Fregoni (1999) los compuestos aromáticos de la uva están representados por diversos grupos de sustancias:

- A) **Metoxipirazinas.** Son de fuerte aroma vegetal (herbáceo) de pimiento o espárrago aún en concentraciones menores a un nanogramo por litro. Son los aromas típicos de Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot y Sauvignon. Concentraciones menores se encuentran en otras variedades como Pinot Noir, Chardonnay y Semillón.

- B) Terpenos. Estos compuestos son sustancias libres y volátiles de 10 a 15 átomos de Carbono. Los monoterpenos (10 C) más aromáticos son el linalol (rosas), el alfa terpeno (alcanfor), el nerol (rosas), el geraniol (rosas), citronelol (limón) y hotrienol (tilo). Estos alcoholes monoterpenos son característicos de las muscadineas (especialmente el linalol), Malvasia (geraniol), Traminer, Riesling, Chardonnay, etc.
- C) Derivados de nor- isoprenoide. Proviene de la degradación oxidativa de los carotenoides (terpenos de 40 átomos de C). Estas sustancias se encuentran como precursores en la uva y son responsables de los aromas a frutas exóticas en Riesling, Moscateles, Chardonnay, etc.
- D) Compuestos azufrados. Estas sustancias brindan aromas que recuerdan a grosellas, pomelos, guayabo o retama principalmente en las variedades Concord (*Vitis Labrusca*), Chenin, Sauvignon, etc
- E) Aromas de las especies americanas. En las variedades Concord y en *Vitis Rotundifolia* se presenta un importante aroma "foxe". El furanoni es el responsable del aroma a frutilla de las uvas americanas (ej: Uva Frutilla) y está presente en trazas en las *V. viníferas*.
- F) Compuestos no volátiles. Son moléculas no aromáticas que una vez hidrolizadas contribuyen con el aroma del vino. Estos precursores pueden no ser específicos (aminoácidos, ácidos grasos insaturados, ácidos fenólicos) o provenir de formas aromáticas ligadas a azúcares.

Según Huglin y Schneider (1998) los terpenos se acumulan en las bayas a partir del envero y durante la mayor parte de la maduración. Baumes et al. (1994) señalan que éstos, por ejemplo el linalol, disminuyen en el transcurso de una sobremaduración, lo anterior se aprecia notablemente en el cv. Muscat de Frontignan. El caso de las metoxipirazinas es diferente, ya que el tenor máximo en las bayas se sitúa al comienzo de la maduración y disminuye con el transcurso de ésta o cuando el clima se torna más cálido.

Los aromas varietales siguen la evolución de los azúcares durante la maduración y disminuyen en sobremaduración, mientras que se desarrollan otros aromas que se consideran depreciantes del vino. La buena expresión de los aromas varietales supone una cosecha en un estado de maduración bien controlado (Champagnol, 1984). De la misma forma, Fregoni (1999) sostiene que la producción de aromas característicos de la variedad requiere de un nivel mínimo de concentración de azúcares en la baya (15 grados Brix o 9 % en volumen de alcohol).

Según Boubals (1977) citado por Fregoni (1999) se debe distinguir entre los aromas característicos de la variedad, que son constantes (por ejemplo el "foxe", el amoscateado y el herbáceo), de aquellos que solo se manifiestan en un vino si la uva proviene de una región determinada. En efecto, el ecosistema (variedad, clima, suelo) y la técnica cultural pueden modificar la entidad de los aromas.

## 2.3 CONTROL DE PRODUCCIÓN.

Actualmente, el control de la producción en la vid es mirado con mayor interés, en cuanto puede mejorar el equilibrio vegetativo – productivo de la planta, en los casos en que esta relación está desbalanceada por una alta producción de uva (Amati et al., 1994a).

De acuerdo a lo expresado por Amati (1994b), la complejidad de los fenómenos que ocurren en la fase final de la maduración, ha sido evidenciada por numerosos autores (Kliewer, 1965; Ribéreau – Gayon et al., 1969; Jackson, 1986). Algunos de estos investigadores han establecido que la relación entre cantidad de producción y desarrollo vegetativo, es un parámetro fundamental que controla la evolución de los componentes de la baya en esta fase (Kliewer, 1971; Caló et al., 1973, Carbonneau et al., 1977; Bravdo et al., 1985) y en conclusión, influye significativamente en la calidad de la uva a la cosecha (Nikov, 1987).

### 2.3.1 Poda.

Según Champagnol (1984) la poda invernal es una práctica cultural que el viticultor puede emplear para regular la producción de uva y madera, influyendo en la composición del grano.

La producción de uva no aumenta proporcionalmente con el incremento del número de yemas por planta dejadas en la poda, esto se debe a la

disminución de la fertilidad de las yemas y al efecto sobre el peso del racimo en altas cargas (Nikov, 1987; Murisier, 1991; Payan, 1991; Amati et al., 1994).

Payan et al. (1991), trabajando con diferentes intensidades de poda sobre las variedades Grenache y Syrah, encontraron que reduciendo el 30% de las yemas, la cosecha disminuyó en un 15%.

Ferrer et al. (1997) en un ensayo nacional en el cv. Tannat, no encontraron diferencias en producción podando a 6 u 8 yemas, en tres de los cuatro años evaluados, pero se redujo la producción cuando se dejaron cuatro yemas por cargador. Sin embargo, Ferrer et al. (1998) observaron que plantas del cv. Tannat podadas a 4 y 6 yemas por cargador tuvieron el mismo comportamiento productivo.

El peso individual de los sarmientos disminuye fuertemente al aumentar la carga de yemas por planta (Nikov, 1987; Murisier, 1991). Champagnol (1984) afirma que al limitar el número de sarmientos con podas más severas, aumenta el vigor de la planta, lo que permite la iniciación de mejores racimos respecto a las podadas en forma menos intensa.

El tamaño de las hojas es afectado por el número de yemas, la dimensión de cada hoja disminuye a mayor número de yemas por planta. La relación entre la superficie foliar de la planta y el rendimiento constituye un factor fundamental, determinante de la calidad del racimo. La carga de yemas ejerce una influencia indirecta a través de la disminución del crecimiento de las ramas y de la superficie foliar (Nikov, 1987).

Payan et al. (1991) comparando la poda a cuatro y seis yemas por cargador en el cv. Syrah, encontraron que la primera provoca una disminución del número de racimos por planta y como el peso promedio del racimo no aumentó significativamente, obtuvo una menor producción en comparación a la poda a 6 yemas. En este trabajo se encontró poca influencia de la poda sobre el grado alcohólico pero sí sobre el color y el contenido de taninos.

González-Neves et al. (1997) y Ferrer et al. (1999), encontraron incrementos estadísticamente significativos en el color de los vinos provenientes de los tratamientos de plantas podadas a cuatro yemas por cargador en relación a las podadas a seis yemas.

Antonacci y La Notte (1993) señalan que mediante una mayor disponibilidad hídrica o aumentando el número de yemas por planta, se consigue un aumento de producción en el viñedo que provoca una disminución en el contenido total de antocianos. El aumento de yemas por planta provoca

una reducción menor del contenido de antocianos que la disponibilidad hídrica. Probablemente la disminución del tamaño medio de los racimos y de los granos, al aumentar el número de yemas dejadas en la poda, determina un aumento relativo del hollejo sobre la pulpa y esto compensa el menor contenido de antocianos al aumentar la producción del viñedo.

### 2.3.2 Raleo manual.

La operación de raleo de racimos tiene un efecto positivo reequilibrando la producción por planta, y resulta en una mejor calidad de la uva (Amati et al., 1994b).

De acuerdo a lo señalado por Payan (1993) el efecto del raleo manual está dado por una reducción del número de racimos, esta reducción no se expresa de la misma forma en la producción por cepa, ya que los racimos son de volumen y peso superior al testigo.

Según Amati et al. (1994a), muchos autores han constatado que reduciendo el número de racimos por planta con raleo manual, la producción de uva disminuye gradualmente, pero en general no proporcionalmente a la intensidad de los raleos, en cuanto los racimos residuales presentan un peso medio mayor en la cosecha (Caló et al., 1973; Carbonneau et al., 1977; Bravdo et al., 1985).

De acuerdo a lo expresado por Di Collalto et al. (1991) el raleo del 50 % de los racimos no reduce esa cantidad de uva en la cosecha y esto se acentúa en el raleo hecho luego de cuajado. La reducción de la producción en el período inicial del desarrollo de las bayas, favorece su crecimiento (tamaño de grano y racimo), tal influencia es menor en los raleos mas tardíos realizados entre cerrado del racimo y envero, luego de la fase de multiplicación celular.

Amati et al. (1994a), observaron que el tenor en acidez titulable, independientemente de otros factores, es más elevado cuanto más precoz es la época de raleo de racimos.

El raleo manual de racimos evidencia una influencia significativa sobre la acumulación de azúcares en la baya. La planta raleada tiene un flujo de

azúcares a las bayas más intenso y por un período de tiempo más prolongado (Amati et al., 1994b).

En el mismo sentido Ferrer et al. (1998) encontraron que los raleos manuales en cuajado y envero superaron al testigo en la acumulación de azúcares. Estos autores afirman que si bien el raleado más tardíamente tiene menor cosecha, la mayor producción del tratamiento raleado temprano va acompañada de un aumento de la superficie foliar, lo que le permite acumular más azúcares en la baya.

Amati et al. (1994b), en un ensayo en el que se compararon diferentes épocas de raleo (floración, 6 % de azúcares, 12 % de azúcares), encontraron que la velocidad de almacenamiento de azúcares no fue afectada por la época de raleo, pero sí proporcionalmente por la intensidad del mismo.

Amati et al., (1995) evaluaron dos épocas de raleo (floración y envero) y observaron que el momento en que se efectuó el mismo no reportó modificaciones significativas en la composición del mosto y del vino.

Al realizar raleo manual en envero, Corino et al. (1991) obtuvieron un aumento de la concentración de azúcares y del pH y una disminución de la acidez total y del ácido málico.

Di Collalto et al. (1991), determinó que en la vendimia de 1989 el raleo no influyó de manera apreciable sobre la acidez y el pH del mosto, mientras que para el año siguiente la acidez libre resultó más baja y el pH más alto que el testigo no raleado.

El raleo de racimos provoca un adelantamiento de la madurez (Bravdo et al., 1984; Amati et al. 1994 b; Amati et al., 1995). De la misma forma Corino et al. (1991) observó que con un 30 % de raleo la cosecha se adelantó 8 días.

El raleo de racimos determina modificaciones en la composición del vino obtenido. En general, se ha observado un aumento del grado alcohólico y del extracto seco, un leve aumento del pH, una disminución no siempre significativa de la acidez titulable y un aumento de los polifenoles en los vinos tintos (Amati et al., 1995). En este mismo sentido, Di Collalto et al. (1991) expresa que con el raleo de racimos se alcanza un mayor contenido en sustancias tánicas que mejoran las aptitudes de los vinos para el envejecimiento. La misma conclusión fue señalada por Amati et al (1997), quienes raleando en envero con una intensidad del 30 % encontraron un aumento en el contenido de antocianos totales y una mayor intensidad colorante con respecto al testigo

González-Neves et al. (1997), observaron que los vinos obtenidos de plantas del cv. Tannat, raleadas tanto en cuajado como en envero, tuvieron contenidos de alcohol superiores al testigo. A su vez, el tratamiento de raleo en envero obtuvo mayores contenidos fenólicos y de antocianos.

Una desventaja del raleo manual es el costo de la mano de obra, por lo que el uso de hormonas (giberelinas o etileno) ofrece alternativas interesantes en el control de la carga (García Escudero et al. 1994).

### 2.3.3 Raleo Químico.

Los fitorreguladores más frecuentemente utilizados como raleadores en la vid son las giberelinas y el etileno (Sotés, 1987 citado por Sipiora, 1996).

De acuerdo a lo expresado por Bloy (1995) el resultado del raleo químico depende de múltiples condiciones. La tasa de raleo obtenido está muy relacionada con el estado de desarrollo de las bayas en el momento del tratamiento.

Según Fregoni (1987), en plena floración el ácido Giberélico en una concentración de 10 a 20 ppm, tiene una acción polinizada reduciendo el cuajado y en definitiva dejando el racimo tratado más suelto, con una cierta ventaja para la uva de mesa. De la misma forma, Champagnol (1984) afirma que las giberelinas, aplicadas sobre el racimo 2 a 3 semanas antes de floración (a menos de 10 ppm) pueden disminuir la compacidad del mismo.

Con la aplicación de Etefón, la disminución de la producción es obtenida en parte por la supresión de racimos (los más jóvenes al momento de la aplicación), pero esencialmente por la supresión de bayas en el interior de los racimos. En contraposición, en el raleo manual la disminución de la producción es obtenida por un sólo parámetro: disminución de racimos. A la cosecha, estos racimos son muy compactos y pesados. En los dos casos, el contenido de azúcares es muy superior al testigo, existiendo una ventaja a favor del raleo con Etefón en relación al raleo manual. El potencial de antocianos y polifenoles totales se torna más elevado con ambos raleos (Payan, 1994).

Payan (1993), aplicando Etefón en las variedades Carignan, Cinsaut y Gamay a razón de 350 g de materia activa por hectárea, con un diámetro de

bayas de 3 a 5 mm, encontró una reducción de la producción por planta dada por una disminución en número de racimos, peso de racimo y número de bayas por racimo. Un efecto positivo de la aplicación de Etefón implica la reducción de la producción con mejoramiento de la estructura del racimo, siendo menos compactos y más aireados.

Ferrer et al. (1998) encontraron que la aplicación de Etefón en cuajado incrementó el valor de alcohol y la intensidad colorante en el vino, mientras que en la aplicación en estado 32 de E. y L., en la cual la reducción de cosecha es menor al tratamiento anterior, el incremento en estos parámetros no fue tan marcado.

Según Bloy (1995), el método propuesto por la I.T.V. y la C.F.P.I. denominado Tasa de Raleo Probable (T.E.P.) (el utilizado por Payan) es eficaz, pero requiere un cuidadoso seguimiento fenológico y cierta experiencia en su utilización.

Debido a lo anterior, parece interesante investigar un método alternativo más fácilmente aplicable. Este método, llamado " Raleo Químico Secuencial " propone la utilización del Etefón en el momento de máxima sensibilidad de las uvas, es decir, fin de floración – comienzo de cuajado (estados 23 al 26 de la escala de Eichhorn y Lorenz). En este estado, el Etefón provoca la abscisión total de las bayas tratadas. El objetivo es realizar una pulverización intermitente con el fin de tratar un cierto porcentaje de racimos por planta, este porcentaje se correspondería con la tasa de raleo efectiva (Bloy, 1995).

Este mismo autor, evaluando el Raleo Químico Secuencial sobre cinco variedades, donde se pulverizó con Etefón en forma intermitente la mitad de las plantas, obtuvo una reducción de la producción del 40 % en cuatro de ellas y una mejora significativa de la calidad. Este autor concluye que este método es mucho más económico que un raleo manual.

Según Payan (1994), con los conocimientos actuales, el Etefón puede ser utilizado para realizar correcciones de producción de hasta un 50 %.

Este mismo autor expresa que el raleo con Etefón tiene que ser considerado como una herramienta suplementaria de respuesta inmediata, estando a disposición del viticultor para corregir la producción y por lo tanto conseguir una mejora cualitativa de la cosecha con un costo menor en relación al raleo manual.

## 2.4 ETEFON

### 2.4.1 Generalidades.

De acuerdo a lo afirmado por Szyjewicz et al. (1984), Etefón es el nombre genérico del ácido 2- cloroetil fosfórico, el cual es citado también como CEPA o Ethrel. La síntesis química del ácido 2- cloroetil fosfórico fue reportada en 1946 por Kabachnik y Rossiiskaya.

Maynard y Swan (1963) citados por Szyjewicz et al. (1984), señalaron que la descomposición del Etefón para la producción de etileno, cloruro y fosfato ocurre en valores de pH superiores a 4,5.

### 2.4.2 Producción de Etileno.

Según Warner y Leopold (1969), la producción de etileno a partir de Etefón ocurre no solamente en presencia de los tejidos de la planta, sino también en presencia de una base. Estos autores encontraron que 1 micromol de CEPA produce 0.98 micromoles de etileno 48 horas después de la adición de NaOH, lo que muestra la completa conversión de CEPA a etileno. Esta reacción describió una curva de tiempo de tipo logarítmico en presencia de la base agregada, por lo que posiblemente una reacción de segundo orden esté involucrando el álcali en reacción con el CEPA. La tasa de la reacción es incrementada por altos niveles de base.

Nir y Lavee (1981) sostienen que los experimentos con Etefón son difíciles porque el compuesto es constantemente degradado por un proceso de descomposición, la tasa de éste depende de la temperatura, humedad relativa y pH (Biddle et al., 1976; Olien y Bukovac, 1978; Klein et al., 1979).

De acuerdo a lo expresado por Warner y Leopold (1969), en tejidos de plantas de diferente acidez pueden esperarse capacidades distintas para la evolución de Etefón a Etileno. Para comprobar esta hipótesis, fueron colocadas plantas de *Bryophyllum cruentum* Baker bajo condiciones de días cortos y días

largos, con el objetivo de obtener tejidos con diferentes grados de acidez. Después de 10 días de fotoperíodo controlado, se permitió a hojas de plantas de cada condición, tomar por transpiración 1000 ppm de CEPA en agua durante dos horas. Las hojas de las plantas provenientes de condiciones de día largo produjeron sustancialmente más etileno que las de día corto, lo que se relaciona con su mayor pH relativo (pH 4.6 y 4.0 respectivamente).

Estos mismos autores afirman que el Etefón es tomado por las plantas como lo es cualquier ácido alifático débil y subsecuentemente se disocia al pH citoplasmático con la formación de etileno, el cual regula varios aspectos del crecimiento de la planta.

#### 2.4.3 Modo de acción.

El Etefón ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno como producto de descomposición cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales (Yang, 1969 citado por Weaver, 1976).

Este compuesto incrementa la tasa de respiración de las bayas, pero sin el aumento en la permeabilidad de la membrana. Szyjewicz y Kliewer (1982) citados por Szyjewicz et al. (1984) encontraron cambios inducidos por Etefón en el estado catiónico de la hoja y postularon un mecanismo de interacción membrana - ATPasa.

Steenkamp et al. (1977) citados por Szyjewicz et al. (1984), al utilizar Etefón encontraron un incremento en la actividad de fenilalanina – amonio – liasa (PAL) mientras se produjo un incremento en el color de las bayas.

DongHyung et al. (1996), investigó los efectos del ABA (1000 mg/l) y Etefón (200 mg/l) en la coloración y calidad de uvas (cv. Kyoho). La actividad de PAL y el contenido fenólico total fue considerablemente incrementado por ABA pero no por Etefón.

Pirie y Mullins (1976) citados por Szyjewicz et al. (1984), reportaron que la acción del Etefón sinérgicamente con sacarosa, puede causar incrementos en sustancias fenólicas, aunque estos efectos sinérgicos no son tan grandes como entre ácido absícico y sacarosa.

Kochhar et al. (1979), en un ensayo en el que se aplicó Etefón a las 5, 6, 7 y 8 semanas después de antesis, midieron la actividad de peroxidasas y encontraron que su actividad se incrementó abruptamente a partir de las seis semanas después de antesis. Este aumento en la actividad de peroxidasas puede ser relacionado con los cambios en el metabolismo de auxinas. Se ha encontrado que el nivel endógeno de éstas desciende al comienzo de la maduración (Coombe, 1960; Hale, 1968; Hale et al. 1970) citados por Kochhar et al. (1979). Los peróxidos pueden actuar destruyendo el IAA y por esta razón aumentan la sensibilidad del tejido al etileno.

El incremento en la actividad de peroxidasas a continuación de la aplicación de Etefón sugiere su papel en la síntesis de etileno en la maduración. El incremento en la actividad de peroxidasas en la maduración se caracteriza por la aparición de 2 bandas de isoenzimas: una banda a Rf 0.2 que aparece a las 4 semanas de la antesis y la otra a Rf 0.45 a las 8 semanas de la antesis. En racimos tratados con Etefón aparecieron dos nuevas bandas de isoenzimas: una a Rf 0.68, ocho semanas después de antesis y la otra a 0.75, diez semanas después de antesis. Con la aplicación de Etefón fue incrementada la densidad de la banda existente a 0.45 (Kochhar, 1979).

Estas nuevas isoenzimas parecen estar asociadas con la aceleración de la maduración y sugieren que la aplicación de Etefón provoca la síntesis de nuevas isoperoxidasas, que son responsables de la degradación del IAA a una tasa mayor que el control. Algunas de estas isoperoperoxidasas están relacionadas a la descomposición de IAA, esto fue reportado con anterioridad por Nanda et al. (1974) y Kochhar et al. (1978) citados por Kochhar et al. (1979).

Hale et al. (1970) citado por Szyjewicz (1984), en un experimento en el que se sumergieron los racimos en una solución con Etefón en diferentes estados de crecimiento, encontraron que las respuestas diferenciales son causadas por la homeostasis inducida por auxinas. Coombe y Hale (1973) citados por Szyewicz et al. (1984) revisaron estas hipótesis sobre la forma de acción del Etefón y señalaron los siguientes puntos:

- a) la respuesta a Etileno exógeno liberado a partir de Etefón depende de los niveles de ácido absícico endógeno en la pulpa;
- b) el ABA debe estar en el nivel de umbral, este actúa sinérgicamente con el etileno en la promoción de la maduración.
- c) Etileno aplicado antes que la llegada del ABA a este umbral, mantiene al ABA a niveles bajos, por esa razón se retrasa la madurez.

d) el umbral de ABA ocurre durante la fase II del desarrollo de la baya.

#### 2.4.4 Absorción y traslocación.

Neer y Lavee (1981), aplicando Etefón marcado con C14 en plantas de vid, encontraron que una cantidad significativa de este compuesto penetró en los tejidos. Cuando fueron tratadas hojas jóvenes la cantidad de radioactividad extraída de los tejidos 48 horas después del tratamiento fue 78 %, mientras que en hojas maduras esta cantidad no excedió el 20%. Esto indicaría que la presencia de capas completas de cutícula y ceras en tejidos maduros pueden jugar un importante papel en la penetración de Etefón a los tejidos (Sargent, 1965 citado por Neer y Lavee, 1981).

Audley et al. (1976) citados por Neer y Lavee (1981) comprobaron que la absorción de Etefón se incrementa diez veces después de extraer la cutícula de troncos de almácigos de *Hevea Brasiliensis*.

Hedberg (1978) y Hedberg y Goodwin (1980) citados por Szyjewicz et al. (1984) afirman que la absorción es principalmente cuticular más que estomática.

La traslocación de Etefón en la vid, al igual que en un gran número de especies, es muy limitada (Yamaguchi et al., 1971; Edgerton y Hatch, 1972; Martín, 1972; Abdel-Gawad y Martín, 1973; Lavee y Martín, 1974; Epstein, 1977 citados por Neer y Lavee, 1981).

Szyjewicz et al. (1984) señala que Mortensen (1980) con aplicaciones parciales en vides muscadineas, encontró poca o ninguna traslocación del efecto de Etefón de un brazo al otro en la planta.

Neer y Lavee (1981) observaron que más del 20 % del Etefón aplicado penetró en los tejidos, pero solamente el 5 % fue traslocado 48 horas después. En otro experimento Hirschfeld (1979) citado por Neer y Lavee (1981) aplicó Etefón (no marcado) para madurar hojas 4 o 5 nudos debajo del ápice, o el ápice mismo y encontró una inhibición del crecimiento solo después del último tratamiento. Esto confirma la ausencia de una traslocación efectiva de Etefón aún en cortas distancias.

Según lo expresado por Nir y Lavee (1981), Weaver (1972) aplicó Etefón (C14) a hojas acrópetas al racimo, en brotes del cultivar Thompson Seedles y no encontró traslocación significativa a las bayas, pero luego de tratar hojas maduras basales en un brote en crecimiento del cv. Zinfandel, este fue rápidamente traslocado hacia el ápice y las hojas jóvenes adyacentes. Estos resultados indican la no traslocación desde hojas jóvenes cercanas al ápice hacia partes basales del brote y sugieren que el Etefón es traslocado en el floema de la vid como los fotoasimilados en un patrón fuente - fosa.

La experiencia de Neer y Lavee (1981) no confirma esta sugerencia. En todos sus experimentos el Etefón fue traslocado en mayor medida basípetamente y cuando se traslocó acrópetamente, no hubieron fosas involucradas.

#### 2.4.5 Efecto de la concentración de Etefón, coadyuvantes y factores externos.

De acuerdo a lo expresado por Szyjewicz et al. (1984) el efecto del Etefón en viña es gobernado por complejas interacciones de numerosos factores. Los factores principales que influyen en la respuesta de la uva al Etefón son: las condiciones ambientales, pH, cultivar, concentración, tiempo y método de aplicación.

Según estos mismos autores, varios surfactantes fueron usados en la mayoría de los estudios con Etefón. Hedberg (1978) estableció que esta adición fue necesaria. Peterson y Hedberg (1975), reportaron que ciertas diferencias en los resultados pueden ser debidas a diferentes tipos y concentraciones de coadyuvantes. Hedberg y Goodwin (1980) posteriormente no encontraron efectos del surfactante, mientras otras experiencias tuvieron respuestas al Etefón sin aditivos (Peacock 1977; Jensen et al., 1980; Szyjewicz y Kliewer, 1982; Szyjewicz y Kliewer, 1983).

La concentración juega un papel principal en el efecto que el Etefón causa sobre la vid. En el ensayo realizado por González (1989) en Uruguay sobre el cv. Cardinal, no se encontraron respuestas significativas para las concentraciones de 125 ppm y 250 ppm, pero si para 500 ppm de Etefón. En este trabajo se sugiere para futuros ensayos incluir concentraciones mayores a las 500 ppm.

Szyjewicz et al. (1984) afirman que Clore y Fay (1970) establecieron un mínimo de temperatura para la respuesta a la abscisión usando Etefón. Quaglino et al. (1978/1979) verificaron que los efectos del Etefón fueron mayores cuando la aplicación se realizó en el período más caluroso del día. Por su parte Hedberg (1978) comprobó el éxito de aplicaciones nocturnas. Szyjewicz y Kliwer (1982) encontraron una interacción entre temperatura y la concentración de Etefón en crecimiento de brotes. Existen interacciones significativas entre Etefón y estado hídrico de la vid en el desarrollo de la fruta y composición (Hardie et al., 1981 citados por Szyjewicz, 1984).

#### 2.4.6 Efecto del estado fenológico

Según Payan (1994), el tamaño de las bayas al momento de la aplicación es el parámetro más importante sobre el efecto del raleo con Etefón, con el avance en el estado fenológico la tasa de raleo disminuye.

Shulman et al. (1980) afirma que aplicando Etefón a las partes en crecimiento de brotes durante el período de floración se promueve el cuajado, tal como se ha indicado para otros reguladores del crecimiento (Weaver y Pool, 1971; Weaver, 1975; Coombe, 1977).

Ferrer et al. (1998) observaron que el raleo químico (aplicación de Etefón) tuvo efecto diferente según el momento en que se realizó. Estos autores reportaron mayores disminuciones de cosecha en aplicaciones más tempranas.

#### 2.4.7 Influencia de Etefón en abscisión de hojas y frutos.

El fenómeno de abscisión es el resultado de una interacción compleja entre la auxina y el ABA y posiblemente también otros compuestos (Weaver, 1976).

De acuerdo a lo señalado por Salisbury y Ross (1992) en la mayoría de las especies la abscisión de hojas, flores o frutos es precedida por la formación de una zona de abscisión. Esta consiste en una o más capas de células parenquimatosas de paredes delgadas que se originan de divisiones anticlinales a través del pecíolo (excepto en el haz vascular). Justo antes de la caída se digiere la lámina media entre ciertas células, en la región distal de la zona de abscisión. Esta digestión implica la síntesis de enzimas que hidrolizan polisacáridos, sobre todo celulasas y pectinasas, seguida por su secreción del citoplasma hacia la pared celular.

La formación de estas enzimas se acompaña de un rápido aumento en la respiración de las células en la región proximal de la zona de abscisión. El etileno es un poderoso y común promotor de la abscisión, actúa causando la expansión celular e induciendo la síntesis y secreción de hidrolasas, que degradan la pared. Esta acción es resultado de efectos sobre la transcripción, ya que las moléculas de RNAm que codifican estas hidrolasas (al menos celulasas) aumentan en número luego del tratamiento con Etileno (Salisbury y Ross, 1992).

Szyjewicz et al. (1984) expresan que numerosos investigadores han utilizado Etefón como herramienta para raleo de racimos (Weaver y Pool, 1969; Weaver y Pool, 1971; Dumartin y Boniface, 1977; Albuquerque y Albuquerque, 1981; Szyjewicz y Kliewer, 1983). Este tratamiento produce un raleo desigual o la pérdida total de producción. El uso de Etefón fue sugerido en plantas de vivero para la abscisión de frutos (Weaver y Pool, 1969; Weaver y Pool, 1971 citados por Szyjewicz et al., 1984).

Según Szyjewicz et al. (1984), en gran número de cultivares fue demostrado el exitoso uso del Etefón para disminuir la adhesión de la uva y por esa razón facilitar la cosecha mecánica de *Vitis vinífera* L., éstas aplicaciones son generalmente realizadas justo antes de la cosecha.

El-Zeftawi (1982) encontró que el Etefón aplicado una semana antes de cosecha a bayas conteniendo un mínimo de 18 ° Brix, aflojaron los racimos maduros de los cuatro cultivares usados para este estudio. Esto incrementó la remoción de bayas facilitando la caída de frutos cuando estos son sacudidos.

De acuerdo a lo expresado por Szyjewicz et al. (1984), Manini et al. (1981) reportaron reducción de segunda cosecha (por ejemplo, racimos de brotes laterales), lo que fue confirmado por Szyjewicz y Kliewer (1983).

Según estos mismos autores las aplicaciones de Etefón en floración a altas concentraciones causan una defoliación total (Williams y Whatley, 1978),

mientras que con aplicaciones posteriores se reportó baja o nula fitotoxicidad (Mortensen, 1980; Phatak, 1980). En *Vitis vinífera* L. se observó la abscisión o aceleramiento en la senescencia de las hojas (Eynard y Gay, 1970; Weaver y Pool, 1971; Eynard y Gay, 1975; Dubravec, 1980; Quaglino et al., 1981; Corzo, 1982; El- Zeftawi, 1982) como también la abscisión de puntas de brotes (Hartmair y Hepp, 1974; Quaglino et al., 1981).

Schneider et al. (1982) citados por Szyjewicz (1984), no encontraron cambios histológicos en la zona del pedicelo de la fruta como resultado de la aplicación de Etefón, tampoco en tejidos de la hoja (Schneider y Montacchini, 1980; Schneider y Gay, 1982) incluso cuando era promovida la abscisión de las mismas (Schneider, 1982).

Según Payan (1994) para utilizar el Etefón como herramienta de raleo es necesario:

- Medir exactamente el potencial de cosecha actual sobre las cepas, para determinar la tasa de raleo necesaria.
- Perfecta estimación del estado de desarrollo de las bayas, para definir la tasa de raleo probable y elegir el momento de intervención.
- Dosificación precisa del producto a emplear.
- Aplicación de la pulverización sobre la zona fructífera.

#### 2.4.8 Influencia del Etefón en el color de la fruta.

Según Coppola y Forlani (1980), pulverizando vid con 0, 100, 200, 300, y 400 ppm de Etefón al comienzo del envero o cuando el 80 % de las bayas estaban coloreadas se incrementó el contenido de polifenoles totales de las bayas y del vino. Los mejores resultados fueron obtenidos al aplicar 300 ppm de Etefón en la primera fecha. Estos tratamientos tienen escasos efectos en el contenido de azúcares y ácidos y no tuvieron efectos secundarios negativos. El tratamiento temprano de 100 ppm resultó en bayas más pesadas.

De acuerdo a lo señalado por Szyjewicz et al. (1984), el Etefón incrementa la presencia de los antocianos monoglucósidos peonidina y malvidina (Takeda y

Badr, 1977; Wicks, 1977; Powers et al., 1980; Wicks et al. 1982). En algunos casos el Etefón puede compensar la falta de luz, pero esto depende de los precursores de pigmentos que estén presentes en cada cultivar específico (Wicks, 1979; Wicks et al. 1982).

Dong Hyung et al. (1996) investigó los efectos del ABA (1000 mg/l) y Etefón (200 mg/l) en la coloración y calidad de la uva (cv. Kyoho) encontrando que el contenido de antocianos fue incrementado por ambos productos.

Powers et al. (1980) aplicó Etefón en envero (5 a 10 % de bayas coloreadas) en dos dosis diferentes (250 y 500 ppm), no encontrando diferencias significativas en peso de cosecha, número de racimos y peso de poda. Tampoco se vieron diferencias entre tratamientos en crecimiento vegetativo, lo que significa que no existieron diferencias en sombreamiento. Ambos tratamientos de Etefón mostraron mejoras en color, con 10 y 19 % de incremento para la dosis de 250 y 500 ppm respectivamente. A los 6 días de fermentación estas diferencias de color llevaron a un incremento mayor en el color del vino final, con 29 y 47 % de mejora. Un resultado similar fue encontrado para el contenido fenólico total de los vinos. Un panel de degustación indicó que el tratamiento de 500 ppm produjo vinos significativamente mejores que el control.

Coppola y Forlani (1979), encontraron incrementos en polifenoles totales y antocianos en uvas tratadas y vinos. De la misma forma Lee y Lee (1982) citados por Szyjewicz et al. (1984) obtuvieron aumentos en fenoles y leucoantocianos al aplicar Etefón.

Dookoozlian et al. (1995) encontraron mejoras en el color de uva de mesa de un cultivar con poco color (cv. Crimson Seedless) aumentando así el volumen comercializable.

Numerosos ensayos confirman que la aplicación de Etefón en envero tiene un efecto sobre el contenido de polifenoles de las bayas y por lo tanto mejora el color de uvas y vinos (Coppola y Forlani, 1980; González, 1989; Payan, 1994; Dongyung, 1996; Ferrer et al., 1999).

González (1989) trabajando con el cv. Cardinal en nuestro país, encontró que aplicando Etefón en envero se produjo un aumento en la coloración de las bayas un corto tiempo después de la aplicación.

#### 2.4.9 Influencia en madurez de la fruta y composición

Los efectos del Etefón en la madurez de la fruta y composición son variados con diferencias asociadas a múltiples factores, incluyendo el método de aplicación, concentración, tiempo, y cultivar.

Szyjewicz et al. (1984) afirman que numerosas investigaciones citan a Etefón aumentando el contenido de sólidos solubles en las bayas de diversos cultivares.

Wolf et al. (1990), en un ensayo en el que se controló el crecimiento vegetativo con una solución de 600 ppm de Etefón, comprobaron que las frutas de las plantas tratadas tuvieron más sólidos solubles en la cosecha que las testigos.

Kochhar y Khanduja (1979) encontraron un aumento en sólidos solubles aplicando Etefón entre la semana 5 y 8 luego de anthesis, lo que es similar a lo expresado por Payan (1994) y Ferrer et al. (1999) quienes lo aplicaron en estados tempranos del desarrollo de la baya, observando una disminución de la producción. Jensen et al. (1980) consiguieron un aumento en sólidos solubles aplicando Etefón en envero, mientras Eynard (1975) aplicando Etefón (2000 ppm) en precosecha también reporta incremento en la concentración de carbohidratos.

Numerosos trabajos revisados citan que la aplicación de Etefón en envero no modificó el contenido de sólidos solubles (Peacock et al., 1977; Coppola y Forlani, 1979; González, 1989; DongHyung et al., 1996; Ferrer et al. 1999). Fitzgerald y Patterson (1995) mencionan un menor contenido de carbohidratos en los tratamientos con aplicación de Etefón dos semanas después de envero.

Eynard (1975), El-Banna y Weaver (1978) y Fitzgerald y Patterson (1995) encontraron descensos en la acidez debido a la aplicación de Etefón. Mientras no fueron reportados cambios en la acidez por Coppola y Forlani (1979) y DongHyung et al. (1996).

Shulman et al. (1980) encontraron incrementos en la acidez al aplicar Etefón en Cabernet Sauvignon a brotes antes de floración. Szyjewicz et al. (1984) afirman que resultados similares a estos pueden ser asociados a aplicaciones tempranas de Etefón, con frecuencia alrededor de anthesis (Hale et al., 1970; Coombe y Hale, 1973; Szyjewicz y Kliewer, 1983).

Según Szyjewicz et al. (1984), usualmente los investigadores que emplean Etefón encuentran pequeños o ningún cambio al analizar el pH (Hedberg, 1975; Greenhalgh et al., 1978; Coppola y Forlani, 1979; Powers et al. 1980; El-Zeftawi, 1982, Szyjewicz y Kliwer, 1983), aunque han sido encontrados incrementos (Dumartin y Boniface, 1977; Agaoglu, 1982) y decrecimientos (Kliwer y Lagier, 1983). Etefón acelera la tasa de acumulación de varios aminoácidos (Rao y Pandey, 1975).

De acuerdo a lo expresado por Szyjewicz et al. (1984) la producción total y el peso por baya generalmente no son afectados en aplicaciones realizadas en envero, de la misma forma Fitzgerald y Patterson (1995) no encontraron diferencias en peso de baya aplicando Etefón dos semanas después de envero.

Coppola y Forlani (1979) con la aplicación de 100 ppm de Etefón al comienzo de envero, encontraron incrementos en el peso de baya al igual que Chakrawar y Rane (1977). Mientras Szyjewicz et al. (1984) afirman que Pandey y Rao (1975) reportan descensos del peso de baya los cuales son asociados con excesivas concentraciones (Eynard, 1975; Cassibba y Schiaparelli, 1979; Singh et al., 1979; El-Zeftawi, 1982) o aplicaciones prematuras (Weaver y Pool, 1971; Singh et al., 1977; Shulman et al., 1980; Szyjewicz y Kliwer, 1983).

La fecha de cosecha se ve modificada por la aplicación de Etefón en numerosos trabajos. Panwar et al. (1995) encontraron un adelantamiento de 4 días con respecto al testigo aplicando Etefón (500 ppm) en envero; Basiouny (1996) señala un adelanto de la maduración entre 7 y 9 días (250 y 500 ppm). El-Banna y Weaver (1978) encontraron que aplicando Etefón (100, 250 y 500 ppm) en envero se adelantó la cosecha de Thompson - Seedless hasta 16 días con respecto al testigo.

En un ensayo nacional, realizado por González (1989), se comprobó que la aplicación de Etefón en envero, a una concentración de 500 ppm tuvo un efecto adelantador de la fecha de cosecha en el cultivar Cardinal, aunque hay que considerar que en este trabajo se evaluó la fecha de cosecha por parámetros visuales y el autor propone que existe la posibilidad de que el Etefón hubiera actuado solo incrementando la coloración de las bayas.

#### 2.4.10 Influencia en el crecimiento vegetativo.

De acuerdo a lo expresado por Nir y Lavee (1981) Etefón es un activo inhibidor del crecimiento de brotes de vid (Lavee et al., 1977; Hirschfeld, 1979; Shulman et al., 1980), estos autores encontraron que 240 – 750 mg por litro de Etefón, aplicado a las partes superiores de los brotes en crecimiento, inhiben el crecimiento vegetativo por dos o tres meses en todos los cultivares evaluados. La inhibición del crecimiento fue proporcional a la concentración de Etefón aplicada y al vigor de las vides. Etefón también reduce el número y la longitud de los brotes laterales que se desarrollan en los brotes principales.

Wolf et al. (1990) comparó la aplicación de Etefón con la poda manual de brotes en crecimiento y encontró que la aplicación de Etefón obtiene un peso de madera similar al de las cepas que fueron podadas a 20 hojas. La extensión promedio de los brotes a los 10 días de aplicado Etefón fue de 5.6 cm. en los tratados y 31.1 cm en los testigos. En el día 30 después de la aplicación los brotes de cepas tratadas con Etefón promediaron 12.1 cm de extensión, mientras los de las cepas control alcanzaron los 43,3 cm. La poda de verano y la aplicación de Etefón se evaluaron como medidas para mejorar la calidad en uvas cv. Riesling Blanco que producían excesiva vegetación. Ambos tratamientos fueron efectivos en reducir el peso de poda anual y evitaron que los brotes obstruyan la zona de los frutos. Las reducciones en la incidencia de podredumbres fueron los principales beneficios.

Hirschfeld y Lavee (1980) citados por Szyjewicz et al. (1984), encontraron efectos del Etefón en la represión del crecimiento. Estos autores reportaron daños en los meristemas apicales y primordios causados por el incremento en la actividad de celulasa, pectinasa y poligaracturonasa.

## 2.5 SISTEMAS DE CONDUCCIÓN.

El sistema de conducción de la viña influye fuertemente sobre el desarrollo foliar y sobre la penetración de la energía solar en el follaje (Gaudillere y Carbonneau, 1985).

Mota et al. (1999) en un trabajo realizado en la región de los "vinhos verdes" en el noroeste de Portugal durante 10 años, evaluaron 8 sistemas de conducción y encontraron una influencia marcada de la estructura de la pared vegetal (mono vs. diplano y ascendente vs. retombante) sobre el rendimiento y la calidad de la uva.

### 2.5.1 Influencia sobre la fisiología de la planta.

En términos generales la superficie foliar por unidad de superficie de suelo, es el doble en el caso de la Lira comparado con la Espaldera. Esto fue comprobado por Katerji et al. (1985) en un ensayo realizado con la variedad Cabernet Sauvignon sobre SO4 en suelo de graba seca de la región de Bordeaux (Francia). Resultados similares fueron obtenidos por Pedroso (1999) en la región de Dao (Portugal) con la variedad "Touriga nacional", utilizando 2857 plantas por ha para la Lira y 5555 plantas por ha para la Espaldera.

**Cuadro N° 3:** Valores de superficie foliar expuesta para tres sistemas de conducción.

Sistema de conducción	Espaldera Estrecha	Espaldera Ancha	Lira
Altura del follaje	1.6	1.6	1.6
Superficie foliar expuesta (valor potencial por ha)	1.08	0.7	1.44

Extraído de Carbonneau (1991)

Gaudilliere et al. (1985) midieron el área foliar del cv. Cabernet Sauvignon sobre el portainjerto 101 – 14 conducido en Lira y Espaldera, encontrando también el doble de área foliar por unidad de superficie de suelo de la primera con respecto a la segunda. Estos datos no concuerdan con los encontrados por Gribaudo et al. (1988) citado por Ferrer y González (1999), quienes no encontraron diferencias significativas en la superficie foliar comparando ambos sistemas, sin embargo si encontraron diferencias en producción a favor de la Lira, explicando el resultado por el efecto positivo de la apertura de la vegetación en este sistema.

Ferrer y González-Neves (1999) no encontraron diferencias entre los sistemas en el porcentaje de hojas expuestas. Sin embargo, el número total de hojas por racimo y el número de hojas expuestas por racimo fueron el doble en el sistema en espaldera que en la Lira.

La posición inclinada de ambos planos de vegetación de la Lira y una mayor área foliar (como mínimo 30 % más que la Espaldera baja vertical) mejora sustancialmente la actividad fotosintética respecto a dicho sistema (Staricco et al., 1995).

La luz y la temperatura tienen una influencia determinante en la composición y la maduración de la uva (Morrison y Noble, 1990; Smart y Robinson, 1991; Andrew et al., 1994; Reynolds et al., 1994, citados por Ferrer y González-Neves, 1999).

Pedroso et al. (1999) observaron que la evolución de la superficie foliar total por sarmiento presenta un fuerte aumento hasta julio (hemisferio norte), donde alcanza los valores máximos y es superior en la Espaldera comparada con la Lira.

De acuerdo a lo expresado por Katerji et al. (1985) la espaldera presenta un mejor estado hídrico a nivel de hojas plenamente expuestas, indicado por un potencial hídrico muy bajo (en valores absolutos), una conductancia estomática y una fotosíntesis bruta unitaria más elevada que en la Lira abierta.

Gaudillere y Carbonneau (1985) encontraron que la superficie media de la hoja no varía entre Lira y Espaldera, así como su espesor y tenor en nitrógeno, mientras el nivel de clorofila de la hoja es superior para la Lira.

Los mismos autores midieron la conductancia estomática y la actividad de enzimas relacionadas a la fijación de CO<sub>2</sub> y observaron que la actividad fotosintética potencial de las hojas adultas y sanas, en condiciones reguladas *in situ* (luminosidad, CO<sub>2</sub> y temperatura óptima), es más débil para la espaldera.

### 2.5.2 Influencia sobre el equilibrio productivo y calidad de la vendimia.

Barbeau et al. (1998) compararon una Lira con Espalderas de dos y tres metros entre filas, desde 1986 a 1997 y no encontraron diferencias en estados fenológicos o rendimientos, mientras que la Lira obtuvo un peso de poda superior a las espalderas. Desde el punto de vista de la calidad la Lira mejoró ligeramente la composición de la vendimia (más azúcares y antocianos) en el cv. Cabernet Franc, no fue el caso del cv. Chenin. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Charlo y García de Lujan (1995), quienes no encontraron grandes diferencias desde el punto de vista agronómico y de características del mosto entre ambos sistemas de conducción. Los autores atribuyen estos resultados al efecto de un año muy seco, que impidió que la Lira se desarrollara ampliamente y aprovechara una mejor iluminación e incidencia energética.

Casteran y Carbonneau (s/f) citado por Ferrer y González - Neves (1999), encontraron que la Lira aumenta la producción hasta en un 20 %, con mostos de concentraciones de azúcares significativamente superiores. Carbonneau (1991) afirma que la Lira puede soportar un 30 % más de carga en yemas que

la Espaldera, sin que se afecte la fisiología de la planta o la madurez del racimo en el cv. Cabernet Sauvignon.

Para nuestro país Ferrer y González – Neves (1998), comparando Lira y Espaldera, obtuvieron para el cultivar Tannat un 32 % más de rendimiento del primer sistema con respecto al segundo.

Charlo et al. (1995) en un ensayo en el que se midió la relación rendimiento / peso de poda en ambos sistemas de conducción y dos densidades de yemas por ha (44500 y 77250), observaron que el aumento de rendimiento al incrementar el número de yemas fue superior en la Lira, sin embargo, los valores obtenidos no fueron indicativos de un desequilibrio entre vegetación y fructificación.

### 2.5.3 Características y manejo de las estructuras.

Carbonneau (1991) propuso para sistemas de conducción abiertos, una inclinación de los planos del follaje de 15 ° con respecto a la vertical, una distancia de 0.7 m del suelo al primer alambre y 1.2 m de éste al último alambre, resultando una abertura superior de 1.1 m. Este autor recomienda distancias de plantación de 3.4 a 3.6 m por 1.1 a 1.4 m en cultivares vigorosos.

Staricco et al. (1995) proponen para nuestro país una abertura de 1.4 m en la parte superior de la estructura, una altura al primer alambre de 0.9 m y 1.25 m de éste al último alambre con una distancia de plantación de 3 por 1.1 m. Mientras que para la Espaldera alta las dimensiones son de 0.9 m del suelo al primer alambre y 2 m de éste al último, con un marco de plantación de 2.5 por 1.1 m.

Estos mismos autores, subrayan que la ventaja de la Lira en cuanto a la interceptación de luz en el interior del follaje, está relacionado con lograr una correcta conducción vertical de los brotes en crecimiento y mantener perfectamente despejado el interior de la estructura.

De acuerdo a lo expresado por Carbonneau (1991) en la Lira los racimos están suficientemente despejados del follaje, protegidos de la fuerte exposición y bien ventilados, retardando el desarrollo de la podredumbre gris. De la misma forma Staricco et al. (1995), sostienen que en este sistema los racimos tienen

menor contacto con el follaje y se sitúan más expuestos a la luz, mejorando en ciertos aspectos la calidad de la uva a vendimiar.

#### 2.5.4 Características de los vinos.

Carbonneau (1991) señala que los vinos obtenidos en conducción en Lira, incluso con mayor producción, presentan mejores características sensoriales, con mejor color y calidad de los taninos, contenidos de polifenoles y antocianos superiores y una mayor tipicidad del cepaje a la madurez, principalmente sobre las características aromáticas frutales.

Ferrer y González (1999) comparando Lira con Espaldera obtuvieron una intensidad colorante, contenido de alcohol, acidez fija, extracto seco, polifenoles totales, antocianos, flavanos, y proantocianidinas significativamente superiores para la espaldera.

## 2.6 – COMPOSICIÓN DE LOS VINOS.

### 2.6.1 Alcohol

De acuerdo a lo afirmado por Peynaud (1977), después del agua que representa entre un 85 y un 90 % del volumen del vino, el alcohol etílico o etanol es el componente más importante. Dado que el alcohol de los vinos varía de 9 a 15 °, representa de 72 a 120 g por litro. El 0.5 % de esta cantidad corresponde a otros alcoholes distintos del alcohol etílico.

Según este mismo autor, el grado alcohólico es la proporción de alcohol etílico que contiene el vino. Las concentraciones de los componentes del vino se calculan en gramos por litro, el alcohol es el único componente expresado en volumen.

Navarre y Navarre (1979) afirman que además de su peculiar y complejo sabor el alcohol tiene un olor que es el soporte del aroma y del bouquet de los vinos. En la base del olor del vino se distingue claramente un olor alcoholizado.

El alcohol tiene influencia importante sobre los equilibrios de otros componentes del vino y también influye, junto con factores como la temperatura, los contenidos de anhídrido sulfuroso, acidez total y pH, en la extracción y solubilización de los polifenoles durante la maceración simultánea o posterior a la fermentación (Arfelli et al., 1992; Usseglio-Tomasset, 1995, citados por González – Neves, 1998)

### 2.6.2 Acidez Total

Los ácidos son sustancias susceptibles de ceder protones (núcleo del átomo de hidrógeno); las bases tienen la propiedad de fijar los protones. Algunos de los ácidos del vino están totalmente combinados con bases; se encuentran en estado de sales, y por lo tanto, no intervienen en la acidez. Otros se hallan totalmente libres, pero la mayoría, y en especial los ácidos orgánicos, están parcialmente saturados por bases o salificados. Algunas de sus moléculas se presentan como sales, y otras están libres. La suma de las funciones ácidas libres, no combinadas con bases, o sea la suma de los hidrógenos ácidos procedentes de los ácidos totalmente libres y de los que lo están en parte, constituye la acidez del vino (Ribéreau – Gayon, 1980).

Según Peynaud (1977), la acidez total es la suma de los ácidos titulables. El ácido carbónico y anhídrido sulfuroso libre y combinado no cuentan en la acidez total.

La acidez total expresa la suma de todos los iones hidrógeno, los ionizados expresados por el pH y los no ionizados bloqueados en la molécula no disociada, pero que el ácido libera cuando en el momento de la valoración se añade una base; la acidez total nos va a dar una medida de los ácidos libres que se encuentran en el mosto y en el vino (Ribéreau –Gayon et al., 1980).

Estos mismos autores sostienen que en general en todos los tipos de vinos tintos se busca una baja acidez, elemento esencial para la "suavidad", "el aterciopelado" y "el cuerpo", mientras que una mayor acidez, aún cuando no se manifieste como tal, es un elemento de "aspereza", de "falta de cuerpo" y de

“seco”. Esta noción no se aplica por igual a los vinos blancos, en los cuales una acidez ligeramente dominante puede resultar atractiva. La noción, en virtud de la cual, para que un vino tinto sea suave debe tener ante todo una acidez baja se impuso difícilmente y todavía hay quienes siguen pensando que una acidez elevada es uno de los elementos de la calidad y del mantenimiento.

Según Navarre y Navarre (1979), el vino contiene numerosos ácidos orgánicos, en estado libre y en estado de sales ácidas (bitartrato de potasio). La suma de estas funciones ácidas libres constituye la acidez del vino. La acidez total se expresa en gramos de  $H_2SO_4$  o ácido tartárico que son necesarios agregar a un litro de agua para obtener la misma acidez titulable.

Según Navarre y Navarre (1979) la acidez total es un elemento esencial del vino. En efecto ella:

- favorece la conservación inhibiendo o retardando el desarrollo de enfermedades.
- Aporta una cierta frescura al vino (un vino débil de acidez será chato; mientras que un vino demasiado ácido será verde o duro).
- Influye sobre el matiz y la estabilidad del color.

### 2.6.3 pH

Según Peynaud (1977) la acidez real o concentración de iones hidrógeno, expresada por el pH, está en relación con la cantidad y la fuerza de los ácidos. El pH del vino, que depende de la naturaleza de sus ácidos, de su concentración y de la proporción en que se hallan saturados por bases, varía de 2.8 a 3.8.

De acuerdo a los resultados obtenidos por González – Neves et al. (1998), el pH y el contenido en ácido tartárico tienen una correlación negativa muy significativa. Este hecho es debido a que el tartárico es el más disociado de los ácidos del vino, además de ser, generalmente, el más abundante; sin embargo la correlación existente entre pH y acidez total es menor, debido a la incidencia de los otros ácidos presentes en el vino, con concentraciones diversas y constantes de disociación diferentes para cada uno (Delfini, 1987; Correa –

Gorospe y Polo, 1990; Usseglio – Tomasset, 1995 citados por González – Neves et al. 1998).

Las diferencias en el pH pueden influir de manera importante en las diferencias encontradas en el color y la composición fenólica de los vinos de las diversas variedades, ya que el estado de ionización de los antocianos (y por lo tanto la fracción coloreada de los mismos) y la velocidad de polimerización de los pigmentos están fuertemente condicionados por el pH (Glories, 1984; Di Stéfano y Cravero, 1989 citados por González – Neves et al., 1998)

González – Neves et al. (1998), encontró una correlación negativa entre pH y color rojo, argumentando así la importancia de la fracción antociánica libre (sensible al pH) en la coloración de los vinos analizados. Este mismo autor obtuvo para los vinos Tannat una correlación positiva del pH con las variables tonalidad y color amarillo.

El pH es un componente importante para mantener íntegra la composición de los vinos, ya que valores elevados (principalmente mayores a 3,5) permiten el desarrollo de bacterias que degradan los componentes del vino mediante diversos procesos. (Ribéreau-Gayon et al., 1980).

#### 2.6.4 Acidez Volátil.

Según Peynaud (1977) la acidez volátil está constituida por la parte de los ácidos grasos pertenecientes a la serie acética, que se encuentran en los vinos, en estado libre y en estado salificado. Lo que está de acuerdo con lo señalado por Ribéreau- Gayon et al. (1980).

El jugo de uva contiene solo restos de ácidos volátiles, sin embargo durante la fermentación alcohólica de los azúcares se forma siempre una pequeña cantidad de ácido acético por oxidación de acetaldehídos. Además las bacterias que provocan la fermentación maloláctica forman paralelamente una pequeña cantidad de ácidos volátiles. Por este hecho, una acidez volátil de 0,30 a 0,40 puede considerarse inevitable en los vinos terminados, y no significa necesariamente que estos presenten un principio de alteración (Ribéreau-Gayon et al., 1980).

Según Navarre y Navarre (1979) los mostos no contienen ácidos volátiles. En el curso de la fermentación, estos se forman a partir del ácido acético en cantidades variables dependiendo de las levaduras (0.2 a 0.3 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/l en términos medios). Pero es en el transcurso de la conservación que la acidez volátil se puede desarrollar levemente en el transcurso de la fermentación maloláctica o en gran cantidad por oxidación del alcohol debido a la acción de organismos perjudiciales (bacterias acéticas).

De acuerdo a lo expresado por Navarre y Navarre (1979) la acidez volátil es un indicador de la sanidad del vino. Cuando ella supera los 0.7 a 0.8 g de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por litro, el vino comienza a presentar alteraciones microbiológicas.

#### 2.6.5 Extracto seco.

Según Peynaud (1977) el extracto seco total es el conjunto de todos los componentes no volátiles del vino en determinadas condiciones. Estas condiciones han de ser tales que estos componentes sufran el mínimo de alteración. De forma similar Ribéreau – Gayon et al. (1980), define el extracto seco como el peso del residuo fijo obtenido después de la evaporación de sustancias volátiles.

Según Navarre y Navarre (1979) el extracto seco del vino es el peso del residuo fijo obtenido luego de la evaporación de las sustancias volátiles y comprende:

- Los ácidos libres y sus sales.
- La glicerina.
- Los taninos y las materias colorantes.
- Las materias pécticas.
- Los azúcares, si la fermentación no es completa.
- Las sales minerales.

Según Navarre y Navarre (1979), en promedio el extracto seco de un vino se sitúa entre 17 y 30 gramos peso puede variar según:

- El estado de la vendimia: este es más elevado si proviene de racimos enfermos.
- El tipo de vino: más elevado para tinto que para blancos.
- La edad del vino. Por la precipitación de la materia colorante que se oxida, el bitartrato de potasio por la acción del frío, y de una mínima evaporación de alcohol y agua.

Jeandet et al. (1999) sostiene que los racimos atacados por *Botrytis cinerea* acumulan una mayor cantidad de glicerol por el incremento de la acción de la enzima glicerol – deshidrogenasa, que se da al penetrar el hongo en los tejidos del racimo.

#### 2.6.6 Azúcares reductores.

La naturaleza de los azúcares de un vino modifica la impresión azucarada, no todos los azúcares presentan, la misma intensidad edulcorante. Si se toma como unidad el sabor azucarado de la sacarosa, el poder edulcorante de la Fructosa es de 1,73, el de la glucosa de 0,74 y el de las pentosas de 0,4. En consecuencia, para un mismo tenor de azúcares reductores el sabor azucarado de un vino dulce depende en gran medida de la relación glucosa / fructosa (Ribéreau – Gayon et al., 1980).

De acuerdo a lo expresado por Ribéreau – Gayon et al. (1975) para que un vino tinto sea considerado “seco” los niveles de azúcares reductores deben ser menores a los 5 g/l.

### 2.6.7 Compuestos Fenólicos.

Los vinos tintos jóvenes deben su coloración a los antocianos libres, a compuestos originados en condensaciones entre antocianos y flavanos, y a pigmentos poliméricos. El color y la tonalidad de estos compuestos dependen de la estructura de las moléculas, estando condicionado por otros factores, como el pH y los contenidos de anhídrido sulfuroso libre de los vinos (Glories, 1984; Di Stéfano y Cravero, 1989; Moretti, 1992; Almela et al., 1995 citados por González – Neves et al., 1998).

Los taninos en combinación con los antocianos conducen a polímeros que presentan propiedades de color diferentes a las de los antocianos libres (Somers, 1971 citado por Glories, 1984).

En la vinificación en tinto, la maceración es uno de los momentos fundamentales para la obtención de color, ya que en esta etapa son extraídos los compuestos fenólicos de los hollejos y de las semillas. La extracción de estos compuestos no está en relación directa con el contenido en la baya; granos ricos en compuestos fenólicos no conducen siempre a vinos muy coloreados (Amrani y Glories, 1994).

La extracción de polifenoles aumenta cuando la molienda y la prensada son más intensas. Durante la maceración / fermentación la extracción de compuestos fenólicos de la uva depende de varios factores: contenido fenólico de la bayas, tiempo de maceración, programa de remontaje, temperatura, contenido de alcohol y nivel de SO<sub>2</sub> (Ricardo - Da Silva, 1997).

La extracción de materia colorante va a depender de la duración de la maceración, de la temperatura, de la acidez del medio y de la frecuencia y duración de los remontajes efectuados, siendo esto válido también para los fenoles en general (Arfelli et al., 1992; Tercej, 1991 citados por González-Neves, 1994).

González – Neves et al. (1998), analizando vinos comerciales de tres cultivares (Merlot, Cabernet Sauvignon y Tannat), encontró una variabilidad mayor en los contenidos de antocianos que en la proporción de rojo, lo que estaría reflejando la incidencia de otros pigmentos en el color rojo de los vinos. Este mismo autor al analizar 22 muestras de vino Tannat, encontró una correlación casi nula entre el contenido de antocianos y otros fenoles (ortodifenoles y flavanos).

Glories (1984) y Mattivi et al. (1991) citados por González – Neves et al. (1998), señalan que la componente azul de los vinos es atribuida a las formas quinónicas de los antocianos libres y combinados, y es más importante cuando el pH es más alto.

González-Neves et al. (1998) realizando un seguimiento de la composición fenólica y el color de una serie de vinos tintos desde el final de la fermentación alcohólica y durante un año, observaron una disminución gradual de los polifenoles totales (7,6 %), y dentro de estos los antocianos tuvieron variaciones muy importantes reduciéndose su contenido a la mitad en el primer año. Las proantocianidinas (taninos condensados) tendieron a aumentar en estos primeros meses de conservación, para luego estabilizarse.

En este mismo ensayo se evaluó la evolución del color de los vinos y se encontró que en el primer año de conservación la intensidad colorante disminuyó un 32 % y la tonalidad aumentó un 50 %, estos cambios se dieron principalmente en los primeros 3 meses post-fermentación.

Gigliotti y Bucelli (1990), observaron una pérdida de intensidad colorante a un año de la vinificación que varió de un 30 % a un 50 %, mientras que en este periodo la concentración de polifenoles totales disminuyó un 10 %. De la misma forma estos autores encontraron que los antocianos ionizados disminuyeron notablemente en los primeros 120 días.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL VIÑEDO.

El ensayo fue instalado en un viñedo comercial del cultivar Tannat, ubicado en la zona de " Punta de Rieles " departamento de Montevideo y se desarrolló entre octubre de 1998 y junio de 1999.

Las plantas utilizadas tienen una edad de 8 años, están injertadas sobre SO4 y manejadas en dos sistemas de conducción: Lira cerrada y Espaldera alta. La Lira tiene una altura de 1.8 metros al último alambre y una distancia de 0.8 metros entre el primer alambre y el suelo, éste es el que lleva los elementos de poda. La apertura de los alambres es de 0.6 metros en el de poda y 1.10 metros en los superiores. El marco de plantación es de 1.3 metros entre plantas por 3 entre filas, dando como resultado 2564 plantas por ha.

La espaldera tiene una altura de 0.8 metros del suelo al primer alambre y 0.9 metros de éste al más elevado, el marco de plantación es de 2.7 por 1.3 metros lo que resulta en 2850 plantas por ha.

El sistema de poda utilizado es en ambos casos Guyot. La Lira consta de cuatro cargadores por planta de seis yemas cada uno, la Espaldera cuenta con dos cargadores por planta de igual número de yemas. En ambos casos se utilizan pulgares de dos yemas como estructuras de renovación.

#### 3.2. MANEJO DEL VIÑEDO.

El manejo sanitario efectuado al viñedo fue el mismo que se le practica habitualmente en las condiciones normales de cultivo y no representó un factor influyente en los resultados obtenidos.

El manejo de suelo se realizó mediante aplicaciones de herbicida (glifosato) en la fila, se mantuvo empastada la entrefila con varios cortes efectuados con rotativa a lo largo de la estación de crecimiento.

El manejo en verde del viñedo fue efectuado por los operarios de la empresa donde se realizó el ensayo y consistió principalmente en la ubicación de los pámpanos en la estructura de conducción.

La poda de las plantas evaluadas fue realizada en el mes de junio por los autores de este trabajo. En este momento se procedió a pesar la producción de madera por planta.

### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.

En el caso de la Espaldera el ensayo se realizó siguiendo con el diseño utilizado para los años anteriores, siendo este de grupos de una a cinco plantas dispuestas al azar distribuidas en siete filas, señalándose treinta plantas para cada uno de los siete tratamientos (incluyendo testigo). En el caso de la Lira se formaron grupos de plantas distribuidos en dos filas, donde se marcaron sesenta plantas, de las cuales treinta fueron tratadas y las restantes se utilizaron como testigo.

### 3.4 TRATAMIENTOS.

**Cuadro N° 4:** Descripción de los Tratamientos en Espaldera.

<b>Codigo</b>	<b>Tratamiento</b>
T	Poda Guyot a seis yemas por cargador (testigo)
P4Y	Poda Guyot a cuatro yemas por cargador
AEC	Poda Guyot a seis yemas por cargador más Etefón en estado 27 de escala E y L * (26 de noviembre).
AEI	Poda Guyot a seis yemas por cargador más Etefón en estado 32 de escala E y L . * (10 de diciembre)
AEE	Poda Guyot a seis yemas por cargador más Etefón en 25 % de envero. (26 de enero)
RMC	Poda Guyot a seis yemas por cargador más raleo manual de 50 % de racimos en cuajado
RME	Poda Guyot a seis yemas por cargador más raleo manual de 50 % de racimos en envero

La segunda aplicación de Etefón (AEI y LAE), se realizó pretendiendo disminuir en un 25 % la cosecha. El mismo se realizó en el estado 32 de la escala de E. y L. (Pearson y Goheen, 1996), basándonos en lo realizado en este ensayo en los años anteriores. Posteriormente a la realización del ensayo, mediante la revisión del método TEP propuesto por Payan (1994), comprobamos que en este estado el producto controlaría solo un 5 % de la cosecha. De aquí en más consideraremos que en este tratamiento se pretendió ralear el 5%.

**Cuadro N° 5:** Descripción de los tratamientos en Lira cerrada.

<b>Codigo</b>	<b>Tratamiento</b>
LT	Poda Guyot a seis yemas por cargador (testigo)
LAE	Poda Guyot a seis yemas por cargador más aplicación de Etefón en estado 32 de E y L.

El producto utilizado fue Etefón (Nombre Comercial: Sierra), la dosis usada fue de 360 g/ha, la cantidad de agua por aplicación de 380 l/ha., de acuerdo a las especificaciones del fabricante de Sierra.

La aplicación se realizó con una mochila atomizadora hidroneumática, dirigida a la zona de racimos.

### 3.5. SEGUIMIENTO DE ESTADOS FENOLÓGICOS Y DE LA MADURACIÓN.

Los muestreos para determinar el estado fenológico se efectuaron eligiendo 10 plantas al azar dentro de cada tratamiento, observando dentro de éstas el estado fenológico de cada racimo según la escala de Eichhorn y Lorenz (Pearson y Goheen, 1996).

Los momentos de raleo fueron definidos en base al seguimiento fenológico y en el caso de la aplicación de Etefón, utilizando el método de TEP (tasa de raleo probable) propuesto por Payan (1994) definiendo una tasa de raleo de 5 y 50 %.

Desde enero se realizaron muestreos semanales, que se hicieron bisemanales al acercarse el momento de cosecha, los mismos constaban de la extracción de una muestra de 120 granos por tratamiento, extrayéndose los mismos de distintas partes del racimo y de todas las plantas. De acuerdo al protocolo de la OIV se determinó con estos muestreos la evolución de sólidos

solubles, acidez, pH y peso de grano para todos los tratamientos. La cosecha se definió con estos criterios analíticos más otros visuales, como lo fue la evolución sanitaria.

### 3.6. EVALUACIÓN DE LA UVA.

En el momento de la cosecha se extrajeron de cada tratamiento seis muestras de 100 granos cada una, en tres de las cuales se determinaron los parámetros: peso de 100 granos, volumen de 100 granos, peso de cáscara, semilla y pulpa. Con las restantes 3 muestras se determinaron: sólidos solubles, acidez y pH. Los sólidos solubles se midieron con un refractómetro Reichert, la acidez por titulación y el pH con un peachímetro Corning.

La cosecha se realizó registrando la producción por planta. Luego se extrajeron de cada tratamiento 80 Kg en forma aleatoria, compuesta por todas las plantas de cada tratamiento, con los que se realizaron las microvinificaciones.

Se cuantificó el peso de uva afectado por *Botrytis cinerea* en cada tratamiento (ver anexos).

Con los datos de peso de cosecha y peso de poda obtenidos para cada planta en forma individual, se calculó el Índice de Ravaz usando la formula:

$$\text{Índice de Ravaz} = \text{Peso de cosecha} / \text{Peso de Poda}$$

### 3.7 VINIFICACIÓN.

En el momento de la molienda se midió la cantidad de jugo obtenido, así como el peso de los orujos y el escobajo para cada tratamiento.

Para obtener los mostos se utilizó una moledora Amos, con rodillos de caucho y descobajadora, encubándose en recipientes de acero inoxidable de 100 litros de capacidad. Se adicionó anhídrido sulfuroso y la maceración fue de 72 horas con remontajes diarios y bazuqueos. Al descube, los orujos fueron prensados con una prensa manual de tornillo, de acero inoxidable, juntándose los jugos de gota y de prensa.

Las fermentaciones alcohólica y maloláctica se realizaron por la microflora autóctona.

Los vinos se conservaron en recipientes de vidrio de 10 litros, realizándose los trasiegos y correcciones de anhídrido sulfuroso correspondientes.

### 3.8 ANÁLISIS DE LOS VINOS.

A los 6 meses se realizaron análisis de composición química y color en los vinos. Los análisis de rutina se efectuaron por los métodos recomendados por O.I.V. (1990), en tanto el color fue evaluado a través de los índices propuestos por Glories (1984). Las mediciones de longitudes de onda a 420, 520, 620 y 280 nm se realizaron en un espectrofotómetro Shimatz UV 1603, usando cubetas de un centímetro de espesor.

### 3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico se hizo con Statical Analysis System (SAS Institute Inc. Cary, NC: SAS Institute, V.6.11. 1996). Se hicieron análisis de varianza y contraste de medias por Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para los parámetros de producción.

Dada la imposibilidad de realizar análisis de varianza para las variables en las que no se realizaron repeticiones, se realizó un agrupamiento de los tratamientos con base en las variables que se consideraron más trascendentes,

la técnica utilizada es el análisis de agrupamientos. Esta técnica examina la matriz de similitud entre tratamientos, considerando las variables seleccionadas, formando grupos de mayor similitud de valores entre las variables.

Se usó la distancia euclidiana cuadrada estandarizada por su rango y el método de agrupamiento de mínima varianza dentro de grupos (Ward, 1963).

La representación gráfica de este procedimiento se realiza a través de un dendograma, que es un diagrama arborescente, que muestra la relación en grado de similitud entre tratamientos.

La interpretación de un dendograma es una operación sencilla. Visualmente se reconocen primero, los grandes grupos, es decir los que se han originado a bajos niveles de similitud. Luego se analizan, dichos grupos separándolos en subgrupos, conjuntos y subconjuntos hasta llegar a los núcleos que representan el máximo nivel de similitud hallada en los organismos en estudio (Crisci, 1983). Los resultados fueron extrapolados a un sistema de dos dimensiones para ser representados en forma gráfica. Los ejes corresponden a variables canónicas que explican distintos porcentajes del agrupamiento.

Se utilizaron los resultados de los años precedentes de este ensayo, de manera de analizar el comportamiento de los tratamientos en distintos años.

Para el estudio de estabilidad se estimó la regresión lineal entre medias de tratamientos en cada año y el efecto del año. Se probó la hipótesis de pendiente igual a 1 ( $p \leq 0,05$ ). Para establecer relaciones entre variables se calculó el coeficiente de correlación de Pearson.



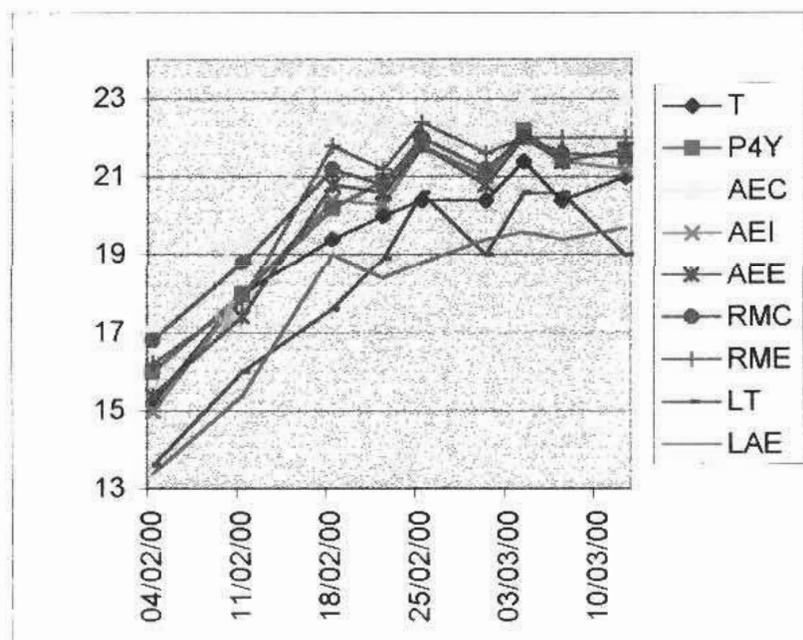
No se aprecian diferencias en la evolución fenológica de los distintos tratamientos. Sin embargo se puede señalar que el tratamiento de poda a cuatro yemas (P4Y), obtiene los registros más altos de estado fenológico durante tres mediciones consecutivas (20/11, 3/12 y 10/12), mientras que el tratamiento de aplicación de Etefón en cuajado (AEC) muestra un ligero retraso en el mes de noviembre en relación al resto de los tratamientos.

#### 4.1.2 Evolución de la maduración.

De acuerdo a los muestreos realizados a partir de enero, no se registran diferencias en la madurez de las bayas entre los tratamientos practicados, lo que difiere de lo señalado por Bravdo et al. (1984), Amati et al. (1994 b), Amati et al. (1995) quienes coinciden en que los raleos provocan un adelantamiento en la madurez.

##### 4.1.2.1 Sólidos Solubles.

**Figura Nº 5:** Evolución de sólidos solubles por tratamiento.



Para todos los tratamientos se observa una tasa creciente de acumulación de azúcares hasta el muestreo del 18 de febrero, a partir de esta fecha la acumulación se produce a menor ritmo, concordando con lo señalado por Champagnol (1984).

En los primeros muestreos se observa el tratamiento raleo manual en cuajado (RMC) conjuntamente con la aplicación de Etefón en cuajado (AEC), como los tratamientos de mayor concentración de sólidos solubles.

Observando la evolución de sólidos solubles en los diferentes tratamientos se aprecia que la AEC (aplicación de Etefón en cuajado) se ubica en valores más altos a lo largo de todo el período de maduración.

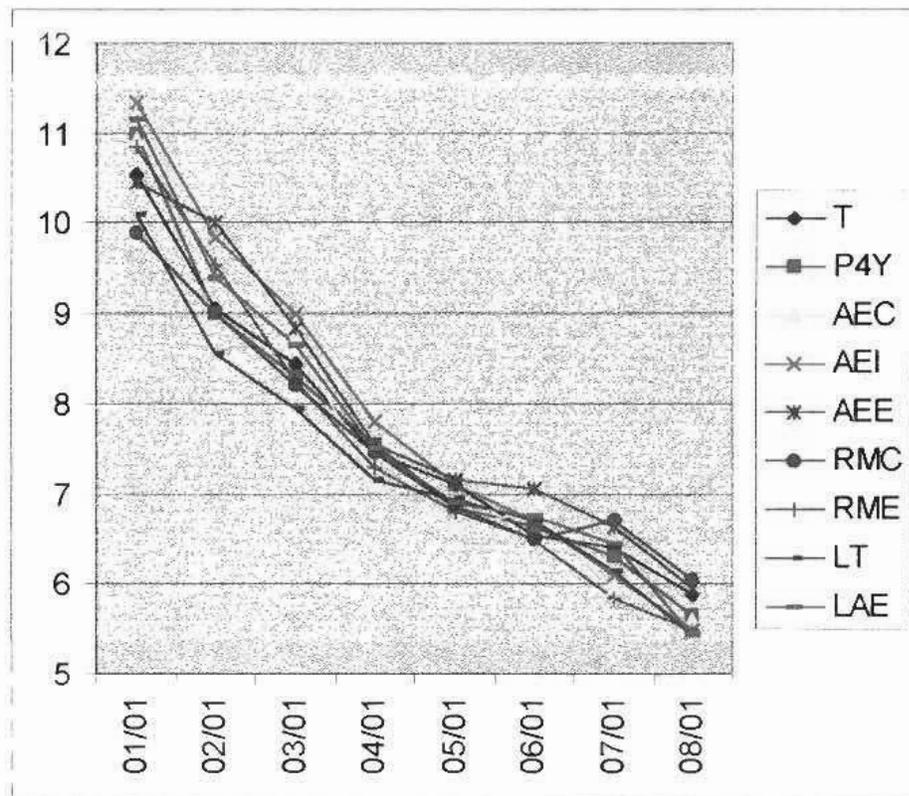
Dentro de los tratamientos en espaldera se observa que el testigo (T) próximo al momento de cosecha, registró valores inferiores de sólidos solubles.

El tratamiento RME (raleo manual en envero) comienza con valores bajos de sólidos solubles, pero a partir de la segunda y tercer fecha de muestreo se ubica en valores relativamente altos. Este efecto probablemente sea consecuencia del raleo manual en envero con una intensidad del 50 %, concentrándose los azúcares en los racimos restantes. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Amati et al. (1994b) y Ferrer et al. (1998).

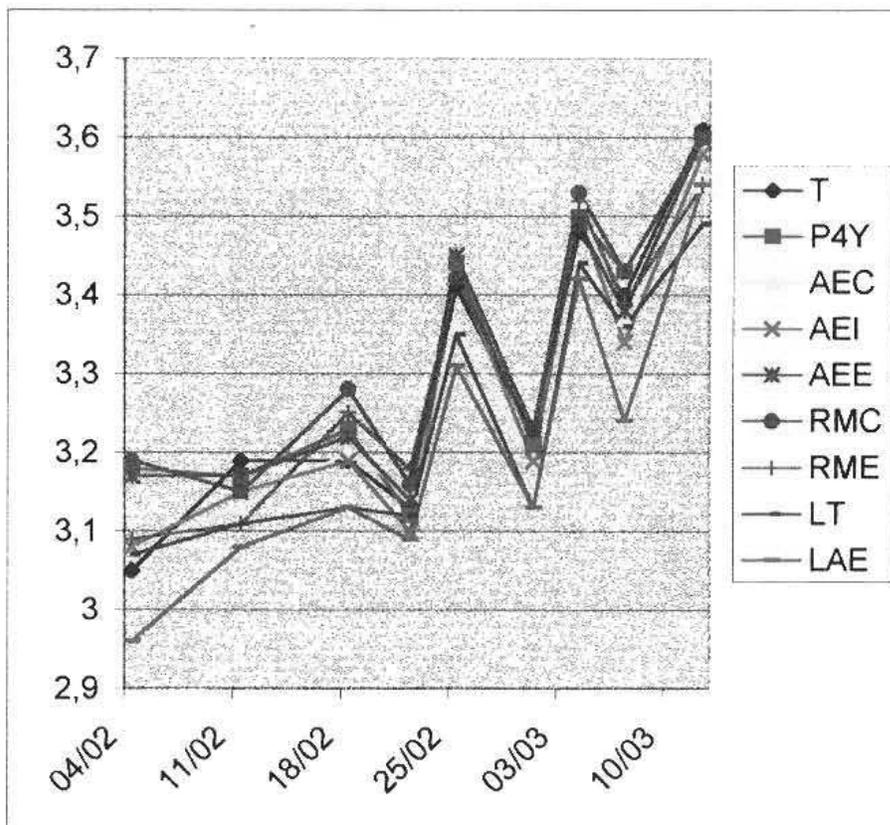
Los tratamientos en Lira mantuvieron tenores de sólidos solubles menores a la espaldera durante todo el período de maduración, no diferenciándose el tratamiento con Etefón (LAE) del testigo (LT). Esto último se explica por el hecho de que el Etefón en este estado de desarrollo (estado 32 de E. y L.), no tiene efecto raleador importante, por lo que la producción por planta no se ve modificada (Szyjewicz et al., 1984; Payan, 1994).

## 4.1.2.2 Acidez y pH.

Figura N° 6: Evolución de la acidez en uva por tratamiento.



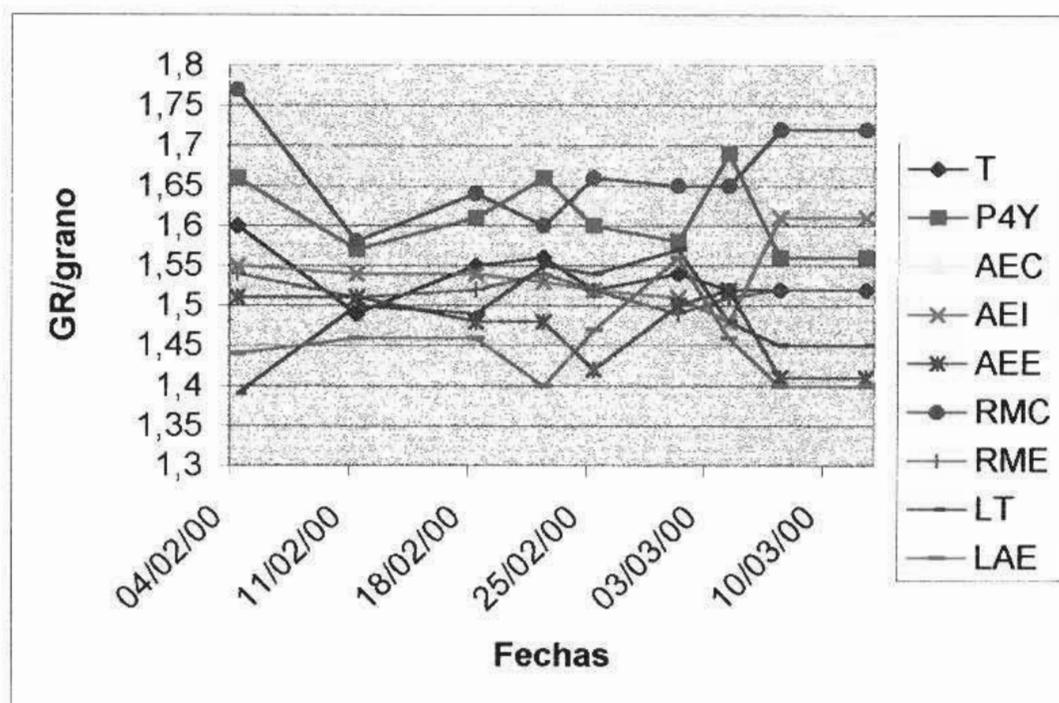
**Figura N° 7:** Evolución de pH por tratamiento.



No se observaron diferencias entre los tratamientos en espaldera en lo que se refiere a la evolución de la acidez y el pH en las bayas. En los tratamientos en Lira se aprecia la misma tendencia que los tratamientos anteriores, pero con valores inferiores.

## 4.1.2.3 Peso de Grano

Figura N° 8: Evolución del peso de grano por tratamiento.



El estudio de la evolución en el peso de grano, muestra que los tratamientos en los que se realizó raleo en cuajado, sea este químico o manual (AEC y RMC), manifestaron un mayor tamaño de grano a lo largo de todo el período. Esto se debe a que en este estado los granos tienen aún la capacidad de responder, aumentando tanto el número como el tamaño celular (Di Collalto et al., 1991).

## 4.2 PESOS DE COSECHA POR PLANTA.

### 4.2.1 Pesos de cosecha de tratamientos en Espaldera.

La producción de uva por planta fue modificada por todos los tratamientos en los cuales se aplicaron medidas para bajar la producción, lo que está de acuerdo con lo señalado por Di Collalto et al. (1991); Payan (1994).

La prueba de comparación de medias de Tukey y Kramer para la variable Peso de Cosecha, con un nivel de confianza del 95 %, mostró diferencias significativas entre tratamientos (cuadro N° 6). Los tratamientos que se diferencian significativamente del testigo (T) son: poda a cuatro yemas (P4Y), aplicación de Etefón en cuajado (AEC), raleo manual en cuajado (RMC) y raleo manual en envero (RME).

**Cuadro N° 6:** Producción media por planta en Espaldera según tratamiento.

Tratamiento	Producción (Kg/planta) *
T	6.55 a
P4Y	4.69 cd
AEC	3.00 e
AEI	6.07 ab
AEE	5.35 abc
RMC	5.26 bc
RME	3.84 de

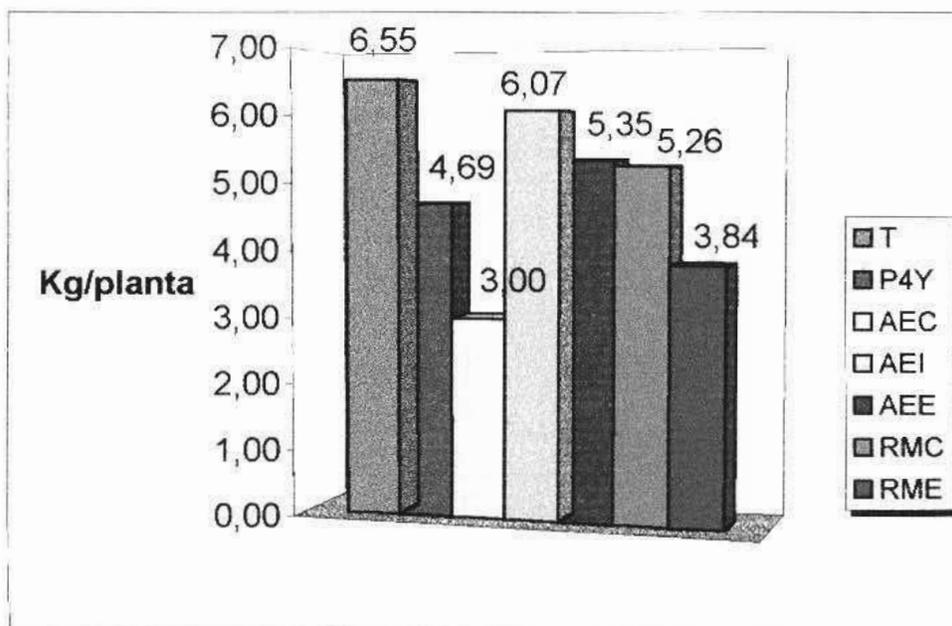
\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

En el tratamiento AEC (Etefón en cuajado) se registra una disminución de la producción por planta, lo que está de acuerdo a lo expresado por Payan (1994). Con la utilización del método TEP propuesto por el mismo autor, el porcentaje de raleo esperado es de 50 % para la aplicación en estado 27 de la escala de E. y L. Este tratamiento, presentó un valor de producción promedio por planta de 3.00 kg, un 54 % menos con relación al testigo, lo que coincide con el valor esperado. La AEC se diferenció estadísticamente para la variable

peso de cosecha del resto de los tratamientos, excepto del RME (raleo manual en enero), lo que muestra que éste último resultó en un control de la producción similar a la aplicación de Etefón en cuajado, coincidiendo con lo encontrado por Payan (1994).

Con el raleo manual en enero se obtuvo un 41,4 % de disminución de la producción, cercano al valor estimado teóricamente (50 %). El raleo manual realizado en esta etapa de maduración de las bayas (estado 33 de la escala de E. y L.), disminuye la capacidad de la planta de compensar la producción, lo que esta de acuerdo con lo afirmado por Bravdo et al. (1984), Amati et al. (1994a), Amati et al. (1994b).

**Figura N° 9:** Producción media por planta según tratamiento.



En el tratamiento RMC (raleo manual en cuajado) se suprimieron el 50 % de los racimos en estado 27 de E. y L, la intensidad de raleo fue igual a la efectuada en estado 33 (RME), sin embargo la disminución de producción fue de 19,7 %. El momento en que se realiza el raleo permite a la planta recuperar el peso de cosecha, aumentando el peso individual de los racimos, como lo expresa Bravdo (1984), Champagnol (1984), Campostrini et al. (1991), Payan (1993), Ferrer et al. (1997) y Melia (1995) citado por Ferrer et al. (1997).

Analizando en conjunto las dos fechas de raleo manual (RMC y RME), se verifica que el momento de la intervención a igual intensidad de raleo, influyó en la disminución de la producción. Un raleo realizado en el período inicial de desarrollo de las bayas provoca menor reducción que si se efectúa en una etapa más tardía (Di Collalto et al., 1991).

El tratamiento P4Y reportó una media de 4,69 kg, y por lo tanto, fue eficiente en disminuir la producción por planta, confirmando lo señalado por Champagnol (1984), Payan (1991) y Goulard (1993). En este caso, la reducción del 33 % de las yemas por planta produjo un descenso en los rendimientos del 28 %, lo que es similar a lo obtenido para la variedad Gamay por Payan (1991).

Comparando los raleos químicos en las diferentes fechas se observa que solamente la aplicación próxima a cuajado (AEC) logra disminuir significativamente la producción por planta respecto al testigo, esto está de acuerdo con lo expresado por Payan (1994) y Sipiara (1995).

#### 4.2.2 Pesos de cosecha en Lira y Espaldera.

**Cuadro N° 7:** Producción media por planta en Lira y Espaldera según tratamiento.

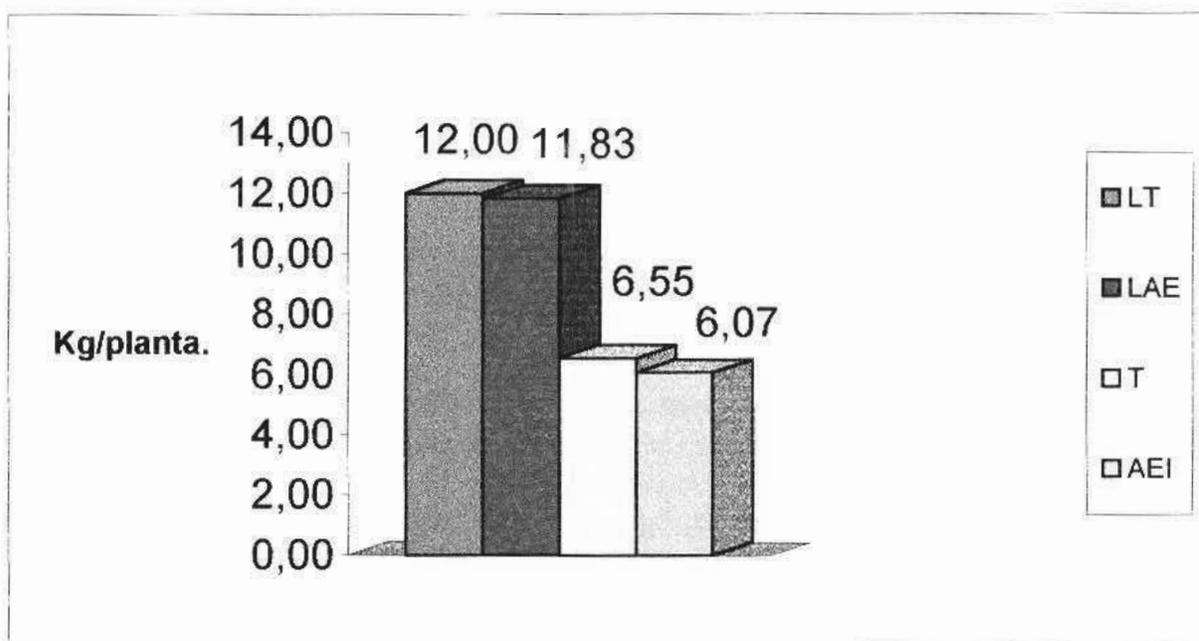
Tratamiento	Producción (Kg/planta) *
LT	12,00 a
LAE	11,83 a
T	6,55 b
AEI	6,07 b

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Comparando la Lira y la espaldera (ambos tratamientos testigo), se observa que la producción por planta en la Lira es un 83 % mayor a la que se registra en la Espaldera. Esto se relaciona principalmente con la cantidad de yemas por planta (12 en espaldera y 24 en Lira), aunque otro factor involucrado es el señalado por Gribaudo (1988), citado por Ferrer y González (1999) quién

encontró en la Lira una mayor capacidad de producción en kg de uva por unidad de área foliar, debido al efecto positivo de la apertura de la vegetación. Considerando la producción de uva por unidad de superficie entre la Lira y la Espaldera, la diferencia entre ambas disminuye, ya que la densidad de plantación es mayor en la espaldera. De este modo, se puede comprobar que la Lira produjo (con una densidad de  $3 * 1,3$  m)  $3,08$  kg/ m<sup>2</sup>, un 64,8 % más de los  $1,87$  kg /m<sup>2</sup> (con una densidad de  $2.7 * 1,3$  m) que produce la Espaldera.

**Figura N° 10:** Producción media por planta en Lira y Espaldera según tratamiento.



La aplicación de Etefón en estado 32 de E. y L., en ambos sistemas de conducción, no disminuyó significativamente la producción, esto está de acuerdo con Payan (1994).

### 4.3 EVALUACIÓN DEL PESO DE PODA.

#### 4.3.1 Pesos de poda de tratamientos en Espaldera.

**Cuadro N° 8:** Pesos medios de poda por planta en Espaldera según tratamiento.

Tratamiento	Peso de Poda (Kg/planta)
T	0.63
P4Y	0.66
AEC	0.76
AEI	0.73
AEE	0.74
RMC	0.74
RME	0.77

Los diferentes tratamientos dirigidos a modificar la producción de uva, no influyeron significativamente sobre la producción de madera. Las medias no se diferencian significativamente y la variación dentro y entre tratamientos hace que no se puedan observar diferencias estadísticamente significativas, lo que no concuerda con los resultados obtenidos por Ferrer et al. (1998).

#### 4.3.2 Pesos de poda en Lira y Espaldera.

**Cuadro Nº 9:** Pesos medios de poda por planta en Lira y Espaldera según tratamiento.

Tratamiento	Peso de Poda (Kg.)
LT	0,62
LAE	0,75
T	0,63
AEI	0,73

El cuadro anterior muestra que ni el sistema de conducción, ni la aplicación de Etefón en estado 32 de la escala de E. y L., tuvieron efecto sobre el peso medio de madera por planta. Esto no está de acuerdo con lo obtenido por Barbeau et al. (1998), quienes encontraron mayor producción de madera en la Lira en relación a la Espaldera. A diferencia de nuestro ensayo, ellos mantuvieron igual producción de uva en ambos sistemas de conducción. Parece claro entonces, que los carbohidratos asimilados (los cuales deberían ser mayores en la Lira) se destinan a la mayor producción de uva, en desmedro del desarrollo vegetativo.

Si se considera la producción de madera por yema, observamos que la misma es el doble en la espaldera en relación a la Lira, lo cual es otro indicador del desequilibrio productivo que se manifestó en este último sistema de conducción. Estos resultados son similares a los obtenidos por Pedroso et al. (1999).

#### 4.4. ÍNDICE DE RAVAZ.

##### 4.4.1 Índice de Ravaz de los tratamientos en Espaldera.

Los tratamientos que se diferencian estadísticamente del testigo para la variable índice de Ravaz son los siguientes: P4Y, AEC, RMC y RME (ver cuadro N° 10).

**Cuadro N° 10:** Índice de Ravaz por tratamiento.

Tratamiento	Índice de Ravaz *
T	11,18 a
P4Y	7,77 b
AEC	4,27 c
AEI	9,13 ab
AEE	8,19 ab
RMC	7,63 b
RME	6,48 bc

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Al no observarse diferencias significativas en peso de poda, las variaciones en el índice de Ravaz están claramente relacionadas con las diferencias observadas para el peso de cosecha.

Los tratamientos AEC y RME, los cuales presentaron un menor peso de cosecha por planta, también muestran un valor más cercano al rango óptimo de Índice de Ravaz citado por Champagnol (1984), por lo que serían estos tratamientos los más equilibrados fisiológicamente.

Los índices obtenidos para los tratamientos T (testigo), AEI (Etefón en estado 32) y AEE (Etefón en estado 33) son más elevados, lo que indica que las plantas muestran una mayor producción en relación a su desarrollo vegetativo.

El tratamiento de poda invernal a 4 yemas obtuvo un valor de índice de Ravaz significativamente menor al testigo, por lo que este tratamiento resultó en una mejor distribución de fotosintatos entre el crecimiento vegetativo, la producción de uva y la acumulación de azúcares en la baya, lo que está de acuerdo con Champagnol (1984); Ferrer et al. (1997).

#### 4.4.2 Índice de Ravaz en Lira y Espaldera.

**Cuadro N° 11:** Índice de Ravaz en Lira y espaldera por tratamiento.

Tratamiento	Índice de Ravaz *
LT	21.44 a
LAE	17.99 a
T	11.18 b
AEI	9.13 b

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Este índice mostró diferencias significativas comparando los dos sistemas de conducción, siendo el sistema en Lira el que muestra los valores mayores. Esto responde al peso de cosecha más elevado, ya que el peso de poda no se diferenció.

Los valores de Índice de Ravaz de la Lira, resultan altos si se comparan con el rango óptimo (entre 5 a 7) propuesto por Ravaz (1904) citado por Champagnol (1984). Según Amati et al. (1994a), el aumento en la relación entre producción de uva y madera disminuye la capacidad de almacenamiento de reservas, con consecuencias sobre la producción siguiente y probablemente sobre la longevidad de la planta.

La aplicación de Etefón en estado 32 realizada en la Lira, no tuvo efecto equilibrando la planta por no disminuir significativamente la producción, seguramente en este caso sería beneficioso un raleo más intenso o una menor carga de yemas por planta.

#### 4.5. EVALUACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA DE LAS UVAS EN COSECHA.

##### 4.5.1. Evaluación de los tratamientos en Espaldera.

**Cuadro N° 12:** Valores medios de composición de bayas y mosto por tratamiento en espaldera.

Trat.	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	pH	Vol 100 granos (cm <sup>3</sup> )	Peso 100 granos (g)	Peso pulpa (g)	Peso semill (g)	Peso hollejos (g)	P. hollejo / P. total (%)
T	20,08	5,70	2,98	160,67	181,00	124,56	14,14	42,30	23,37
P4Y	20,17	5,60	2,98	165,33	187,33	124,68	14,95	47,70	25,46
AEC	20,83	5,87	2,94	181,67	205,67	147,95	15,35	42,37	20,59
AEI	20,78	5,30	3,01	150,33	164,67	119,20	9,37	36,10	21,92
AEE	19,92	5,73	3,02	150,67	167,33	106,23	14,48	46,62	27,85
RMC	19,58	5,47	2,91	183,67	207,00	149,58	13,48	43,93	21,22
RME	20,75	5,57	2,91	154,33	168,67	119,42	12,80	36,45	21,61

- Comparación de medias.

En el tratamiento P4Y, la reducción de la cantidad de uva producida por planta no aumentó el contenido de azúcares en la uva, ni se diferenció en otros parámetros del testigo. Esto está de acuerdo con lo obtenido por Payan et al. (1991), quienes reduciendo el número de yemas por planta de 6 a 4, disminuyeron la producción un 15 % y no observaron cambios significativos en las variables analizadas. Según Ferrer et al. (1997), la poda a cuatro yemas implica un raleo de racimos temprano, con una disminución de la superficie foliar. Dicha disminución no es proporcional al menor número de yemas, dado que la planta compensa la menor cantidad de hojas a través de un mayor tamaño de las mismas.

La aplicación de Etefón en cuajado redujo la cantidad de uva por planta desde etapas tempranas de desarrollo, esto produjo modificaciones de las características de la uva obtenida. Se observa un aumento en el contenido de

sólidos solubles, lo que coincide con los resultados de Kochhar y Kandhuja (1979) y Payan (1994). La acidez del mosto no se modificó, mientras el volumen y peso de las bayas aumentó, lo que difiere de lo expresado por Payan (1994) quién no observó diferencias en este último parámetro.

El tratamiento de aplicación de Etefón en estado 32, que no afectó la producción, obtuvo un contenido de sólidos solubles mayor en relación al testigo, lo que concuerda con Ferrer et al. (1998), mientras que la acidez disminuyó siendo la más baja de las obtenidas en el ensayo.

En el tratamiento AEI se obtuvo un menor peso de semillas, lo que se puede relacionar con la hipótesis señalada por Weaver (1976) que sostiene que el etileno inicia la fase 3 de desarrollo de las bayas, con lo que la aplicación de Etefón habría iniciado con anterioridad esta fase, no completando el normal desarrollo de las semillas.

Con la aplicación de Etefón en envero se obtiene una mayor relación hollejo / pulpa que el testigo, la cual está dada básicamente por un menor peso de grano con un peso de hollejo similar al testigo.

Los tratamientos AEC y RMC, presentan mayor peso y volumen de grano que el resto de los tratamientos. Esto coincide con lo reportado por Corino et al. (1991), Di Collalto et al. (1991) y Payan (1993), quienes afirman que raleos tempranos aumentan el tamaño de grano y racimo debido a la eliminación de competencia en la primer fase de crecimiento.

Estos tratamientos tienen una relación peso de hollejos / peso total de las bayas menor al testigo, lo que está de acuerdo con lo expresado por Huglin y Schneider (1995), quienes señalan que granos de uva de mayor tamaño poseen menor peso de hollejo en relación a su peso total. Sin embargo, los tratamientos AEI y RME, los cuales tuvieron bayas menores al testigo, presentan una relación peso de hollejo / peso total de las bayas similar a los anteriormente mencionados. En este caso, el volumen de grano no fue incrementado sino que se obtuvo un menor peso de hollejo. Una alta variabilidad dentro de los tratamientos fue observada para esta última variable, por lo que se desprende que el error de medida fue de consideración.

El tratamiento RME (raleo manual en envero), registró un valor mayor de sólidos solubles y menor en acidez con relación al testigo, mientras que el peso de grano fue uno de los menores. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Corino et al. (1991), mientras que Amati et al. (1995) no encontró diferencias significativas en la composición del mosto raleando en este estado.

#### 4.5.2 Evaluación de los tratamientos en Lira y Espaldera.

**Cuadro N° 13:** Valores medios de composición de bayas y mosto en Lira y Espaldera por tratamiento.

Tratamiento	Solid Solub (°Brix)	Acidez (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	pH	Vol. 100 Granos (cm <sup>3</sup> )	Peso 100 Granos (g)	Peso Pulpa (g)	Peso Semillas (g)	Peso Hollejo (g)	Rel. Peso casc/ Peso total (%)
LT	19,00	5,73	2,91	142,00	157,33	110,28	14,02	33,03	21,00
LAE	18,83	5,80	2,99	149,33	165,33	125,58	9,73	30,02	18,16
T	20,08	5,70	2,98	160,67	181,00	124,56	14,14	42,30	23,37
AEI	20,78	5,30	3,01	150,33	164,67	119,20	9,37	36,10	21,92

Se observó un menor contenido de azúcares, tamaño y peso de grano en la Lira en relación a la Espaldera.

Según Carbonneau (1991) el sistema de conducción en Lira puede soportar hasta un 30 % más de carga en yemas sin afectar la fisiología de la planta y la calidad de la vendimia (Carbonneau, 1991). En nuestro ensayo, la Lira se manejó con un 100 % más de yemas por planta, por lo que se puede deducir que la fisiología de la planta se vió afectada, provocando un detrimento en la concentración de sólidos solubles y en el tamaño de las bayas.

La aplicación de Etefón en la Lira no afectó las características analizadas en la baya, con respecto a la Lira testigo.

Observando el peso de semilla se observa, nuevamente, que el valor correspondiente a la aplicación de Etefón en estado 32 de E y L, es inferior al testigo. La hipótesis es igual a la planteada en el punto 4.5.1.

## 4.6 EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS VINOS

### 4.6.1. Evaluación de los tratamientos en Espaldera.

**Cuadro N° 14:** Medias de composición vinos obtenidos por tratamiento.

Tratam	Alcohol (% vol)	Azúcares Reductores (g/l)	Extracto seco (g/l)	Acidez Total (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / l)	Acidez Volátil (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / l)	pH
T	11°5	1,5	26,6	3,65	0,33	3,91
P4Y	11°9	1,7	30	3,55	0,35	4,05
AEC	12°4	1,7	31,5	3,95	0,32	3,91
AEI	11°6	1,6	28,4	3,6	0,36	4
AEE	11°8	1,8	31,8	4,05	0,41	4,04
RMC	11°65	1,5	28,4	3,7	0,32	4,03
RME	12°2	1,5	28,1	3,9	0,41	4,1

Como fue especificado en materiales y métodos, no existieron diferencias tecnológicas en la elaboración del vino de los diferentes tratamientos. Los datos de acidez volátil registrados en los análisis efectuados al vino a seis meses de la vendimia, revelan que no existieron alteraciones microbianas en los procesos fermentativos y post-fermentativos.

Los valores de azúcares reductores obtenidos, según lo expresado por Ribéreau – Gayon (1980), muestran que la fermentación fue completa para todos los tratamientos.

El extracto seco registró los mayores valores en los tratamientos AEC y AEE, lo que se traduciría en un mayor cuerpo para estos vinos. Similares resultados fueron obtenidos por Ferrer et al. (1998).

En general, se observa que los tratamientos en los que la producción de uva fue menor, registran valores más altos de alcohol, acidez de los vinos y extracto seco. Esto concuerda parcialmente con lo reportado por Amati et al. (1995), quienes encontraron aumentos en alcohol y extracto seco y una disminución no siempre significativa en acidez.

El tratamiento P4Y, presentó un valor de alcohol mayor que el testigo, lo que no concuerda con lo expresado por Payan et al. (1991) y Ferrer et al. (1998).

El vino obtenido del tratamiento AEC, muestra el contenido de alcohol más alto del ensayo y una acidez total y extracto seco superior al tratamiento testigo. Estos resultados confirman lo observado por Ferrer et al. (1998), mientras, Payan (1994) encontró un aumento en el grado alcohólico pero no en la acidez total.

La aplicación de Etefón en estado 32 de E. y L. (AEI) no reportó cambios importantes en el análisis de los componentes del vino en relación al control, lo que difiere de lo observado por Ferrer et al. (1998) quienes aplicando Etefón en este estado encontraron aumento significativo en el alcohol y la acidez total.

Para el tratamiento RMC, no se observaron diferencias en las variables analizadas con respecto al testigo, mientras tanto, el raleo manual en enero aumentó el alcohol en vino, extracto seco y acidez total. Lo anterior difiere de lo expresado por Amati et al. (1995), quienes no reportaron influencia de la época de raleo sobre la composición de mosto y vino.

El tratamiento AEE (aplicación de Etefón en enero), registró incrementos en extracto seco y acidez total respecto al testigo, esto no concuerda con lo señalado por Szyjewicz et al. (1984), quienes sostienen que aumentos en la acidez están generalmente asociados a aplicaciones tempranas de Etefón.

El tratamiento AEC obtuvo un valor promedio de pH igual al testigo, resultados similares fueron obtenidos por Coppola y Forlani (1979); El-Zeftawi (1982); Hedberg (1975); Powers et al. (1980); Szyjewicz y Kliewer (1983) citados por Szyjewicz et al. (1984). En el resto de los tratamientos los valores de pH registrados superaron al testigo, lo que no concuerda con Di Collalto et al. (1991) quienes al realizar raleo manual de racimos en cuajado no encontraron cambios en el pH en la vendimia de 1989. Ferrer et al. (1998) reporta descensos significativos de pH en la poda a cuatro yemas respecto al testigo de seis yemas.

Comparando los valores promedio de pH obtenidos por González – Neves (1999) para 22 vinos Tannat del Uruguay (pH = 3,74), con los registrados en el ensayo, observamos que éstos son elevados, indicando posibles problemas de conservación de acuerdo a lo señalado por Ribéreau – Gayon et al. (1980).

#### 4.6.2 Composición de los vinos en Lira y Espaldera.

**Cuadro N° 15:** Medias de Composición de vinos obtenidos por tratamiento en Lira y Espaldera.

Tratam	Alcohol (% vol)	Azúcares Reductores (g/l)	Extracto seco (g/l)	Acidez Total (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	Acidez Volátil (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	pH
LT	10°1	1,35	25,3	4,10	0,30	3,70
LAE	10°5	1,35	26,1	4,00	0,32	3,82
T	11°5	1,50	26,6	3,65	0,33	3,91
AEI	11°6	1,60	28,4	3,60	0,36	4,00

El vino obtenido de la Espaldera presenta características enológicas diferentes al obtenido de la Lira, destacándose los valores mayores en alcohol, acidez y extracto seco total registrados por el primer sistema. Estas diferencias están determinadas por la excesiva producción de uva en la Lira, la cual actúa en detrimento de la calidad, como se mencionó en el punto 4.5.2.

Estos resultados concuerdan parcialmente con los obtenidos por Ferrer y González (1999), quienes comparando ambos sistemas de conducción encontraron diferencias significativas a favor de la espaldera para las variables alcohol y extracto seco, mientras no hallaron diferencias en acidez total y pH.

De acuerdo a lo propuesto por Ribéreau – Gayon (1980) los vinos con valores de pH superiores a 3,5 tienen alto riesgo de ser alterados por la acción de las bacterias; por lo tanto todos los tratamientos realizados registran valores que ponen en peligro su estabilidad microbiológica.

La aplicación de Etefón intermedia (AEI) en ambos sistemas de conducción, no provocó cambios importantes en las características del vino.

## 4.7 EVALUACIÓN DEL COLOR DEL VINO.

### 4.7.1 Color de los vinos de los tratamientos en Espaldera.

Las variables que se analizaron para color del vino fueron: intensidad colorante (IC), tonalidad; % de amarillo, rojo y azul; y polifenoles totales.

**Cuadro N° 16:** Características cromáticas de los vinos por tratamiento.

<i>Tratamiento</i>	<i>IC</i>	<i>Incremento IC (%)</i>	<i>Tonalidad</i>	<i>Amarillo (%)</i>	<i>Rojo (%)</i>	<i>Azul (%)</i>	<i>Polifenoles Totales</i>
T	12,71	0,00	0,781	36,13	46,24	17,63	53,25
P4Y	17,11	34,63	0,695	34,70	49,93	15,38	64,85
AEC	18,87	48,52	0,731	35,32	48,33	16,35	64,85
AEI	16,04	26,21	0,712	34,36	48,28	17,36	61,90
AEE	21,45	68,83	0,671	33,44	49,85	16,71	77,85
RMC	16,29	28,18	0,716	34,60	48,33	17,07	60,55
RME	15,71	23,65	0,733	35,04	47,84	17,12	57,85

Todos los tratamientos obtuvieron mejores resultados en intensidad colorante y polifenoles totales respecto al testigo, lo que concuerda con lo encontrado por Ferrer et al. (1998).

Con el tratamiento AEE (aplicación de Etefón en envero), se alcanzaron las mejores características cromáticas, ya que resultó ser el de mayor IC y menor tonalidad, dada esta última por un bajo % de amarillo y alto de rojo. Este tratamiento muestra además, la mayor cantidad de polifenoles totales, lo que confirma el papel del Etileno como promotor de la síntesis de polifenoles en el envero (Fregoni, 1987). Champagnol (1984), sostiene que uno de los factores

principales que interviene en la acumulación de polifenoles es el balance hormonal, siendo mayor cuando la proporción de hormonas no favorece el crecimiento vegetativo.

Cabe señalar que este tratamiento es el que presenta mayor porcentaje de peso de hollejo en relación al peso total de grano, lo que estaría influyendo de manera considerable en el color, debido a que en este lugar del grano es donde se encuentra la mayor concentración de sustancias fenólicas (Amrani y Glories, 1994). Aunque, como se señaló anteriormente se deben tomar estos datos con cautela, por la posible incidencia del error de medición.

Los tratamientos AEC (aplicación de Etefón en cuajado) y RMC (raleo manual en cuajado), los cuales tuvieron el mayor tamaño de baya, obtienen valores de color y polifenoles superiores al testigo lo que no esta de acuerdo con lo expresado por Huglin y Schneider (1998).

Los raleos manuales realizados (RMC y RME) dieron valores de intensidad colorante y polifenoles totales mayores que el tratamiento testigo, esto concuerda con lo obtenido por González et al. (1997) para la variedad Tannat. Estos tratamientos a pesar de tener diferencias importantes en el tamaño de baya dan una intensidad colorante similar, lo que sugiere que no es el tamaño de grano el único factor determinante de esta característica.

Es válido señalar, que los porcentajes de azul obtenidos para todos los tratamientos son superiores a los reseñados por la bibliografía para el cv. Tannat (González - Neves, 1999). Este hecho está relacionado con el método de medición utilizado, ya que debido al instrumental disponible se debió diluir la muestra y esto influye sobre el pH y el equilibrio de las sustancias colorantes conduciendo a resultados diferentes a los obtenidos de muestras sin diluir (Com. Pers. González – Neves).

#### 4.7.2 Evaluación del Color de los vinos en Lira y Espaldera.

**Cuadro N° 17:** Características cromáticas de los vinos en Lira y Espaldera por tratamiento .

<b>Tratamiento</b>	<b>IC</b>	<b>Increment IC (%)</b>	<b>Tonalidad</b>	<b>Amarillo (%)</b>	<b>Rojo (%)</b>	<b>Azul (%)</b>	<b>Polifenoles Totales</b>
T	12,71	0,00	0,781	36,13	46,24	17,63	53,25
AEI	16,04	26,21	0,712	34,36	48,28	17,36	61,90
LT	10,89	-14,29	0,724	34,65	47,86	17,49	44,81
LAE	11,98	-5,75	0,754	35,66	47,27	17,08	44,60

Comparando los testigos de ambos sistemas de conducción, se observa que la intensidad colorante y el contenido de polifenoles es menor en la Lira, lo que está de acuerdo con lo obtenido por Ferrer y González – Neves (1999).

El tratamiento LT, a pesar de tener un menor tamaño de grano otorga menor color que la Espaldera, lo que nos indica que otros factores modifican este parámetro. Champagnol (1984), afirma que los constituyentes de compuestos fenólicos derivan de azúcares, por lo que se forman más fácilmente en los casos en que los tenores de azúcares son elevados.

Fregoni (1999) concuerda con lo anterior afirmando que la concentración de sólidos solubles está estrechamente relacionada con la cantidad de antocianos. Más recientemente se ha planteado que las vías de síntesis de antocianos son distintas a las de los azúcares y no se sintetizan directamente a partir de estos (Darné, 1993).

Confrontando el testigo de la Lira (LT) con la Lira tratada con Etefón en estado 32 (LAE), se observa una mayor Intensidad Colorante en el tratado, posiblemente explicado por un menor tamaño de grano (Huglin y Schneider, 1998) o la influencia que puede haber tenido esta aplicación sobre el balance hormonal de la vid previo al momento de mayor acumulación de polifenoles (Champagnol, 1984; Hrazdina, 1984).

#### 4.8 CORRELACIONES ENTRE VARIABLES.

Se realizó el cálculo de los coeficientes de correlación de Pearson para ciertas variables, usando como pares de datos los registros de las dos variables en cada tratamiento.

**Cuadro Nº 18:** Coeficientes de correlación de Pearson para Espaldera por tratamientos.

	<i>P. Cos.</i>	<i>Az. en uva</i>	<i>Alcoh.</i>	<i>Peso 100</i>	<i>IC</i>	<i>Tonal</i>	<i>Polif Totaf</i>	<i>Rel casc/ Tot</i>
<i>Pesos de Cosecha</i>	1,00	-0,63	-0,98	-0,20	-0,42	0,15	-0,17	0,33
<i>Azúcar en uva</i>	-0,63	1,00	0,71	-0,05	0,09	0,20	-0,09	-0,50
<i>Alcohol</i>	-0,98	0,71	1,00	0,08	0,46	-0,13	0,22	-0,29
<i>Peso 100</i>	-0,20	-0,05	0,08	1,00	-0,07	0,09	-0,21	-0,66
<i>IC</i>	-0,42	0,09	0,46	-0,07	1,00	-0,83	0,96	0,46
<i>Tonalidad</i>	0,15	0,20	-0,13	0,09	-0,83	1,00	-0,87	-0,56
<i>Polifenoles totales</i>	-0,17	-0,09	0,22	-0,21	0,96	-0,87	1,00	0,67
<i>Rel Casc/Tot</i>	0,33	-0,50	-0,29	-0,66	0,46	-0,56	0,67	1,00

El peso de cosecha por planta guarda relación con las variables analizadas. Esta se relaciona en forma inversa con el alcohol en vino, lo que concuerda con los resultados alcanzados por Amati et al. (1995); Ferrer et al. (1998); González – Neves y Ferrer (2000).

Se observaron altas correlaciones entre Intensidad colorante y Polifenoles totales (0.96), concordando con lo señalado por González – Neves y Ferrer (2000) y Glories (1984) quienes indican que el color de los vinos tintos jóvenes se debe fundamentalmente a los antocianos libres, a combinaciones de estos con flavanos y a pigmentos poliméricos.

El contenido de polifenoles totales se correlacionó negativamente con la tonalidad lo que está de acuerdo con lo expresado por González – Neves (1999).

Dado que la correlación encontrada entre azúcares en uva y polifenoles en vino no se ajusta a lo esperable según la bibliografía consultada (Champagnol, 1984; Fregoni, 1987), se planteó la hipótesis de que algunos tratamientos afectaron en gran medida la variable polifenoles sin modificar el contenido de azúcares en la uva. Calculando el indicador, sin considerar estos tratamientos (AEI y AEE), en los cuales el balance hormonal modificado por la aplicación de Etileno determina la cantidad de polifenoles obtenidos, se encontró que los valores de correlación aumentaron (0.59 entre alcohol en vino y polifenoles totales).

No se encontró una alta correlación entre el peso de 100 granos y la intensidad colorante, lo que confirma la hipótesis planteada de que éste no es el factor determinante en el desarrollo del color en el vino.

La variable relación peso de hollejo / peso total muestra altos valores de correlación con todas las variables, principalmente con peso de 100 granos (-0,66) y con el contenido de polifenoles totales (0,67).

#### 4.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRES AÑOS DE ENSAYO.

##### 4.9.1 Peso de cosecha.

**Cuadro N° 19:** Pesos medios de cosecha por planta en los tres años de ensayo.

<b>Año</b>	<b>Producción (Kg/planta) *</b>
1997	6.99 a
1998	5.23 b
1999	4.97 b

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Los pesos de cosecha obtenidos por planta en todo el ensayo para el año 1997, se diferencian estadísticamente del año 1998 y 1999. Mientras que estos

dos últimos no manifiestan diferencias entre si. Comparando las medias se observa que la producción muestra una tendencia descendente año tras año.

**Cuadro N° 20:** Producción media por planta en cada año de ensayo por tratamiento.

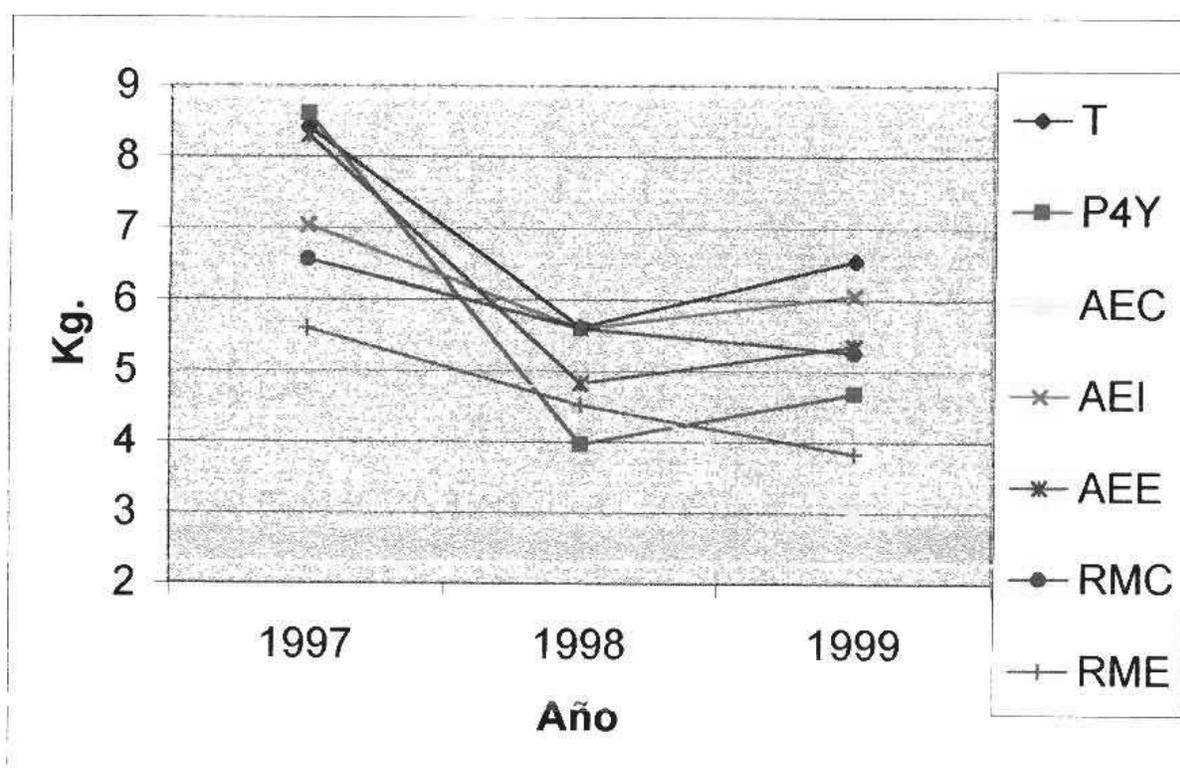
<b>Año</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Producción (Kg/Planta)*</b>
<b>1999</b>	T	6,55 a
	P4Y	4,69 cde
	AEC	3,00 f
	AEI	6,07 ab
	AEE	5,35 abc
	RMC	5,26 bcd
	RME	3,84 ef
	<b>1998</b>	T
P4Y		3,97 c
AEC		6,47 a
AEI		5,60 ab
AEE		4,8 bc
RMC		5,6 ab
RME		4,53 bc
<b>1997</b>		T
	P4Y	8,61 a
	AEC	4,39 e
	AEI	7,04 bc
	AEE	8,30 ab
	RMC	6,56 cd
	RME	6,11 de

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dentro del año. Prueba de Tukey

En el cuadro anterior se observa que en los años 1997 y 1999, los distintos tratamientos efectuados se comportaron de manera similar como controladores de la producción por planta. En ambos casos los tratamientos T, AEI y AEE, son los de mayor producción, mientras los tratamientos AEC y RME son los que presentan menor cosecha.

En el año 1998 los tratamientos se comportaron en forma distinta. Para explicar este comportamiento es válido señalar que además del efecto año, que provoca modificaciones en los resultados, pueden haber influido otros factores como la efectividad de la aplicación de Etefón, problemas sanitarios en la cosecha y otros, que serán analizados por los autores del ensayo en ese año.

**Figura N° 11:** Producción media por planta según tratamiento en los tres años de ensayo.



La gráfica muestra una marcada interacción tratamiento / año, modificándose para los distintos años el orden de los tratamientos.

Sin embargo, es posible observar algunas tendencias. El tratamiento testigo (T) se mantiene en los tres años dentro de los de mayor producción. El tratamiento AEC, en el año 1997 así como en 1999, obtiene el valor más bajo de los registrados, mientras que en el año 1998 su valor es intermedio,

confirmando ser un método efectivo para controlar la producción como lo señala Payan (1994).

El tratamiento P4Y, tiene un comportamiento errático a lo largo de estos tres años, lo que está de acuerdo con lo expresado por Ferrer et al. (1997), quienes obtuvieron datos similares, encontrando una gran variabilidad en los resultados entre años usando poda como controlador de producción. Este tratamiento en el año 1997, tomó un valor similar al testigo, en 1998 es el tratamiento de menor producción y en 1999 se diferencia estadísticamente del testigo ( $p=0,0003$ ), ocupando una posición media entre los tratamientos. Un dato a considerar es que el tratamiento P4Y, por la forma de crecimiento vegetativo más compacto, tiene mayor probabilidad de ser atacado por Botrytis. En el año 1998 el descenso de la producción por esta razón fue de consideración.

**Cuadro N° 21:** Producción media por planta según tratamiento en los años 1997 a 1999.

Tratamiento	Producción (Kg/planta)*
T	6,86 a
P4Y	5,75 b
AEC	4,62 c
AEI	6,24 ab
AEE	6,16 ab
RMC	5,81 b
RME	4,66 c

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Realizando el estudio estadístico de los valores de cosecha por planta de los tres años de ensayo en conjunto, se encontró que los tratamientos que se diferenciaron del testigo, para la variable peso de cosecha por planta, son los mismos que para el año 1999 (P4Y, AEC, RMC y RME). Se puede señalar, entonces, que los tratamientos antes mencionados son los que se comportaron de mejor manera como controladores de la producción.

Otra característica que se mantiene en el análisis conjunto de los tres años de ensayo con relación a 1999, es que los tratamientos AEC (Etefón en Cuajado) y RME (raleo manual en envero) alcanzan los valores más bajos,

diferenciándose del resto de los tratamientos, siendo por lo tanto los que controlaron la producción en mayor medida.

Los tratamientos AEI y AEE, que corresponden a las aplicaciones de Etefón en los estados 32 y 33 de la escala de Eichorn y Lorenz deberían haber raleado de acuerdo al método TEP (Payan, 1994), un 5 % y 0 % respectivamente, por lo que era previsible que estos tratamientos no se diferenciaron estadísticamente del testigo.

#### 4.9.2 Peso de poda.

**Cuadro N° 22:** Pesos medios de Poda por planta 1997 – 1999.

<b>Año</b>	<b>Producción (Kg/planta)*</b>
1997	0.94 a
1998	0.93 a
1999	0.72 b

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

El año 1999 se diferencia de los demás para la variable peso de poda. Observando estas diferencias se puede concluir que este menor peso en madera, podría deberse a un desequilibrio productivo en la planta, lo que está de acuerdo con lo expresado por Champagnol, 1984; Ferrer et al., 1997; González – Neves y Ferrer, 2000. No se reportaron otras causas, como manejo del viñedo o comportamiento del clima que puedan estar explicando este resultado.

**Cuadro N° 23:** Pesos medios de poda por tratamiento para los tres años de ensayo.

<i>Tratamiento</i>	<i>Producción (Kg/planta)*</i>
T	0,79 c
P4Y	0,80 c
AEC	0,95 a
AEI	0,83 bc
AEE	0,86 abc
RMC	0,88 abc
RME	0,90 ab

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Si bien ésta variable no muestra diferencias significativas al analizar cada año individualmente, en el análisis conjunto entre años los tratamientos si se diferencian estadísticamente. Esto se debe a la acumulación de diferencias en un mismo sentido a lo largo de los tres años.

Los tratamientos que aparecen como de mayor peso de poda a lo largo de los tres años son AEC (Etefón en Cuajado), AEE (Etefón en envero), RMC (raleo manual en cuajado) y RME (raleo manual en envero). Es razonable que los tratamientos AEC y RME tengan una producción de madera significativamente mayor que el testigo si se considera que son los que han producido menor cantidad de uva. Este hecho se explica debido a que al eliminar fosa reproductiva quedan más fotoasimilados disponibles para el desarrollo vegetativo, lo que concuerda con lo afirmado por Champagnol (1984).

Los tratamientos AEE y RMC no se diferencian estadísticamente de ninguno de los demás para la variable peso de poda. Una media situada en valores intermedios y una alta variabilidad explican este resultado.

### 4.9.3 Índice de Ravaz.

**Cuadro 24:** Índice de Ravaz medio por año de ensayo.

<b>Año</b>	<b>Índice de Ravaz *</b>
<b>1997</b>	7.87 a
<b>1998</b>	6.03 b
<b>1999</b>	7.81 a

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

El año 1998 se diferencia significativamente del año 1997 y 1999. Esta diferencia del índice de Ravaz se explica mayormente por la variable peso de cosecha. Entre este año y 1999, esta diferencia la determina la variable peso de poda. De acuerdo a lo señalado por Ravaz (1904) citado por Champagnol (1984) estos valores se acercan a los sugeridos para el equilibrio fisiológico de la planta.

**Cuadro N° 25:** Índice de Ravaz por tratamiento para los tres años de ensayo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Índice de Ravaz *</b>
T	9,48 a
P4Y	7,59 bc
AEC	5,02 e
AEI	8,12 ab
AEE	7,67bc
RMC	6,93 bcd
RME	5,81 de

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ). Prueba de Tukey

Con un nivel de confiabilidad del 95%, el testigo muestra diferencias significativas con todos los tratamientos, excepto la AEI (aplicación de Etefón en estado 32). Ambos tratamientos son los que muestran los valores más altos de índice de Ravaz y por lo tanto, los que produjeron la mayor cantidad de uva en relación a la producción de madera.

Los tratamientos AEC (Etefón en cuajado), RMC (raleo manual en cuajado) y RME (raleo manual en envero), en los cuales se controló la producción, se ubican en valores deseables (entre 5 y 7) de acuerdo a lo propuesto por Ravaz (1904) citado por Champagnol (1984), por lo que se trata de plantas que están más equilibradas fisiológicamente.

#### 4.9.4 Evaluación química y morfológica de las uvas en cosecha.

**Cuadro N° 26:** Composición media de la uva en cosecha por tratamiento para los tres años de ensayo.

AÑO	Tratamiento	Peso 100 granos (g)	Sólidos Solubles (° Brix)	Acidez (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	pH
1999	T	181,00	20,08	5,70	2,98
	P4Y	187,33	20,17	5,60	2,98
	AEC	205,67	20,83	5,87	2,94
	AEI	164,67	20,78	5,30	3,01
	AEE	167,33	19,92	5,73	3,02
	RMC	207,00	19,58	5,47	2,91
	RME	168,67	20,75	5,57	2,91
	1998	T	189,20 a	21,53 c	6,38 b
P4Y		183,07 a	21,99 abc	7,61 a	3,15 bc
AEC		164,67 b	21,89 bc	7,46 a	3,11 d
AEI		183,93 a	22,08 abc	6,49 b	3,18 ab
AEE		158,20 b	22,12 abc	7,4 a	3,09 d
RMC		186,70 a	22,85 a	7,38 a	3,13 cd
RME		181,31 a	22,51 ab	6,01 c	3,21 a
1997		T	142,76 c	18,53 d	3,44 c
	P4Y	146,87 bc	19,03 cd	3,76 bc	3,16 ab
	AEC	168,41 a	21,53 a	3,71 c	3,16 a
	AEI	140,40 c	19,34 cd	4,5 a	3,03 c
	AEE	147,53 bc	18,81 bc	4,43 a	3,08 bc
	RMC	160,48 a	20,98 ab	4,12 ab	3,16 ab
	RME	157,19 ab	20,01 bc	4,21 a	3,09 bc

\* valores con igual letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dentro del año. Prueba de Tukey

### - Comparación de medias

En el cuadro anterior se muestran los resultados obtenidos en las variables medidas en cosecha, en los tres años de ensayo para los diferentes tratamientos. Se observa que para 1997 y 1998 se realizó un análisis estadístico de los resultados, mientras que en 1999 no se efectuó un muestreo por planta, por lo tanto solo se presentan las medias.

Analizando las características de las uvas en cosecha, se observa que para las variables peso de 100 granos y sólidos solubles, los datos obtenidos en los años 1997 y 1999 en los distintos tratamientos, coinciden de manera importante. En cambio, en el año 1998 los resultados difieren de los anteriores. Estas diferencias se deben al control de producción alcanzado por los tratamientos en los distintos años. Se puede afirmar que los resultados de 1997 y 1999 estuvieron de acuerdo con las hipótesis planteadas en el trabajo, mientras que en 1998 estos resultados no se correspondieron con los valores esperados.

Considerando los resultados de 1997 y 1999 se puede afirmar que los tratamientos AEC y RMC, son los que aumentan el tamaño de baya en mayor proporción, esto está de acuerdo con los resultados obtenidos por Di Collalto et al. (1991).

El tratamiento AEC obtuvo en ambas temporadas un mayor contenido de azúcares en relación al testigo, lo que concuerda con lo observado por Payan (1994).

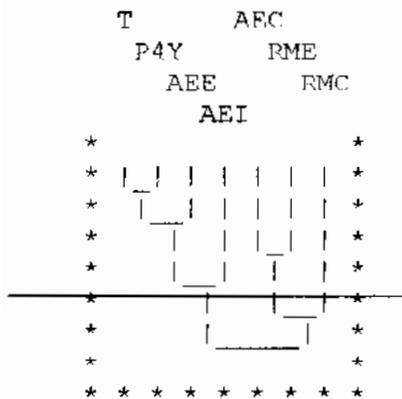
Los valores de acidez muestran un efecto mayor del año sobre esta variable que el proporcionado por el tratamiento, mientras el pH no registra diferencias marcadas.

### - Análisis por agrupamiento de datos.

Los tratamientos se analizaron mediante "análisis de agrupamiento", considerando las variables: peso de 100 granos, acidez, pH y sólidos solubles de las muestras obtenidas en cosecha.



1999



**Cuadro N° 27:** Grupos de tratamientos por año.

Año	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1997	T y P4Y	AEI, AEE y RME	AEC y RMC
1998	T, AEI y RME	P4Y y RMC	AEC y AEE
1999	T, P4Y, AEI y AEE	AEC y RME	RMC

En el cuadro anterior se resume la información de los grupos formados, el objetivo fue identificar grupos de tratamientos que se comporten de manera similar.

Si se consideran solo los años 1997 y 1999, se aprecia que los tratamientos T y P4Y se mantienen juntos en el grupo 1, el cual sería el de condiciones más similares al testigo. Los tratamientos AEI y AEE se mantienen juntos para estos dos años, por lo que las características de la uva obtenidas por estas aplicaciones de Etefón son similares.

Los resultados fueron reducidos a un sistema de dos dimensiones utilizando el análisis canónico para su representación gráfica. Los ejes corresponden a variables canónicas que explican distintos porcentajes del agrupamiento.

En 1997 la canónica 1 representa el 89,7 % de las diferencias entre grupos, la 2 el 10,3 %. La variable mayormente correlacionada con la canónica 1 es la acidez, por lo que es ésta variable la más relacionada a las diferencias entre grupos.

En la representación gráfica obtenida para 1998, la canónica 1 explica el 66,4 % de las diferencias entre grupos y la 2 el 33,6 % restante. Dentro de la canónica 1 la acidez es la variable de mayor correlación, peso de grano y pH están correlacionadas en menor grado.

En 1997 se observa que los tratamientos AEI, AEE y RME según este análisis son los que se alejan más del tratamiento testigo.

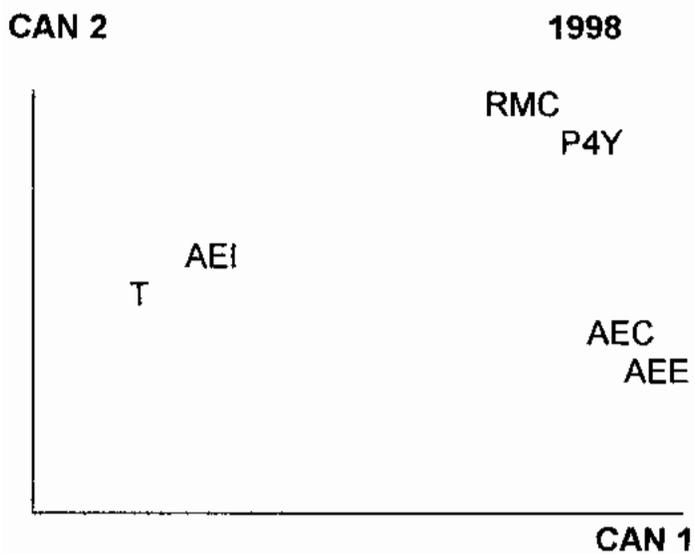
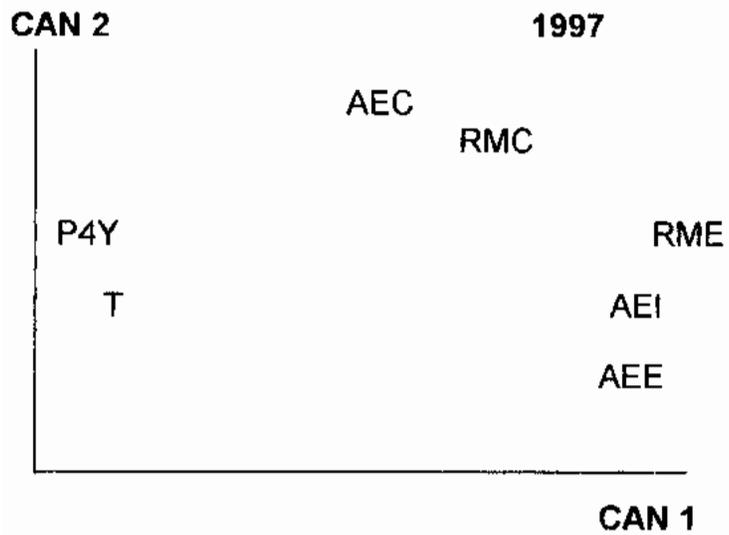
Para el año 1998 el único tratamiento que se mantiene cercano al testigo es la AEI.

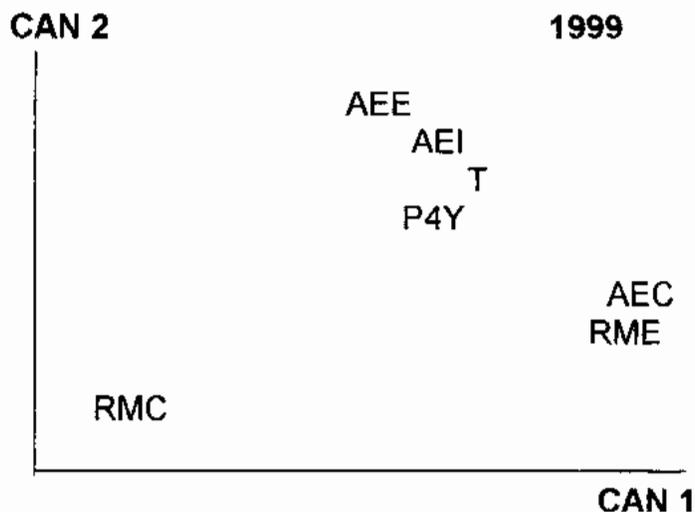
Para el año 1999, la canónica 1 representa el 94,5 % de las diferencias entre grupos y la 2 el 5,5 % restante. La variable sólidos solubles es la que tiene mayor correlación con la canónica 1.

Observando el gráfico de 1999, vemos que los grupos 2 y 3, son los que más se separan, y el grupo 1 se encuentra entre ellos.

El tratamiento RMC es el único que se aleja considerablemente del testigo en el análisis canónico para los tres años de ensayo.

**Figura N° 13:** Variables canónicas obtenidas para las características de uva en cosecha por año.





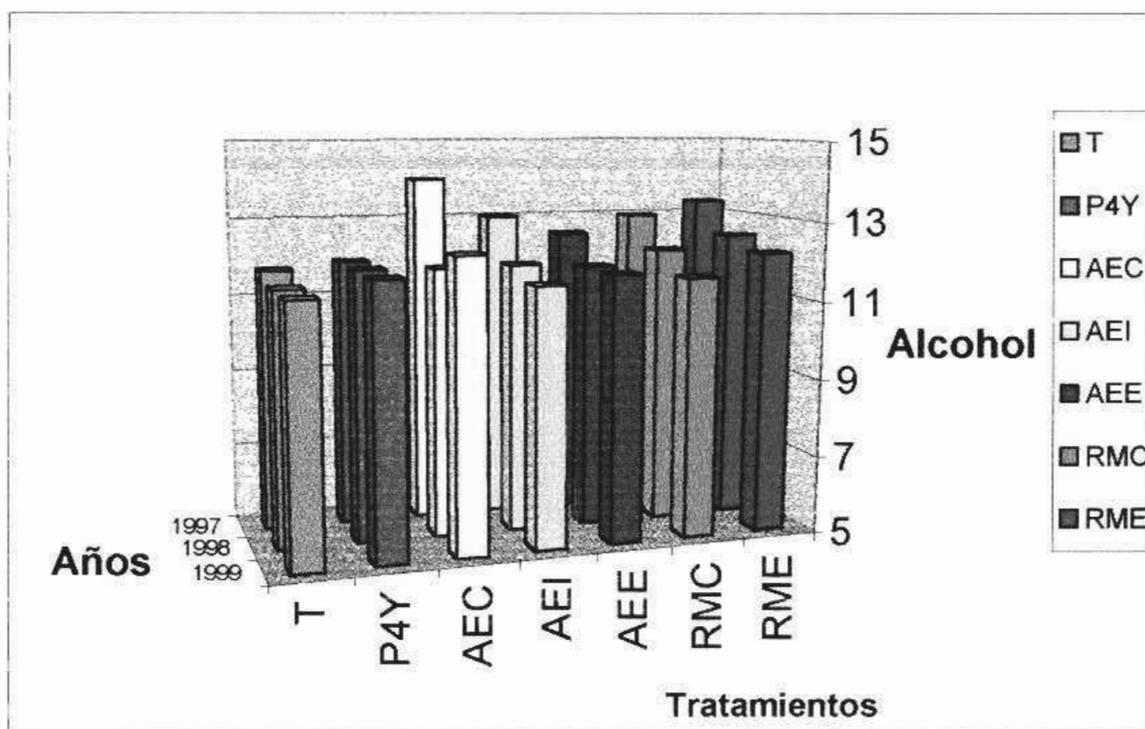
#### 4.9.5 Evaluación del contenido de alcohol en los vinos.

**Cuadro N° 28:** Contenido de alcohol de los vinos según tratamiento por año.

	T	P4Y	AEC	AEI	AEE	RMC	RME
<b>1999</b>	11,5	11,9	12,4	11,6	11,8	11,7	12,2
<b>1998</b>	11,5	11,9	11,9	11,9	11,8	12,2	12,5
<b>1997</b>	11,8	11,9	14,0	13,0	12,5	12,9	13,3

En general, en los tres años de ensayo todos los tratamientos registraron mayor graduación alcohólica en el vino con respecto al testigo. Se aprecia que el tratamiento AEC (Etefón en cuajado) es el que produjo mayor cantidad de alcohol en 1997 y 1999, mientras que el RME se ubica entre los tratamientos de mayor graduación en todos los años, mostrando un comportamiento más estable que el manifestado por el tratamiento AEC.

Figura N° 14: Alcohol en vino por tratamiento según año.



#### 4.10 ESTABILIDAD DEL SISTEMA PLANTA MEDIO.

El productor debe obtener uvas con una calidad suficiente para desarrollar vinos que superen un umbral de calidad mínimo, independientemente del año que se presente, por lo que uno de los factores decisivos para determinar la validez de un tratamiento es su comportamiento en los distintos años.

Para medir la estabilidad de los tratamientos se calcularon los coeficientes beta, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

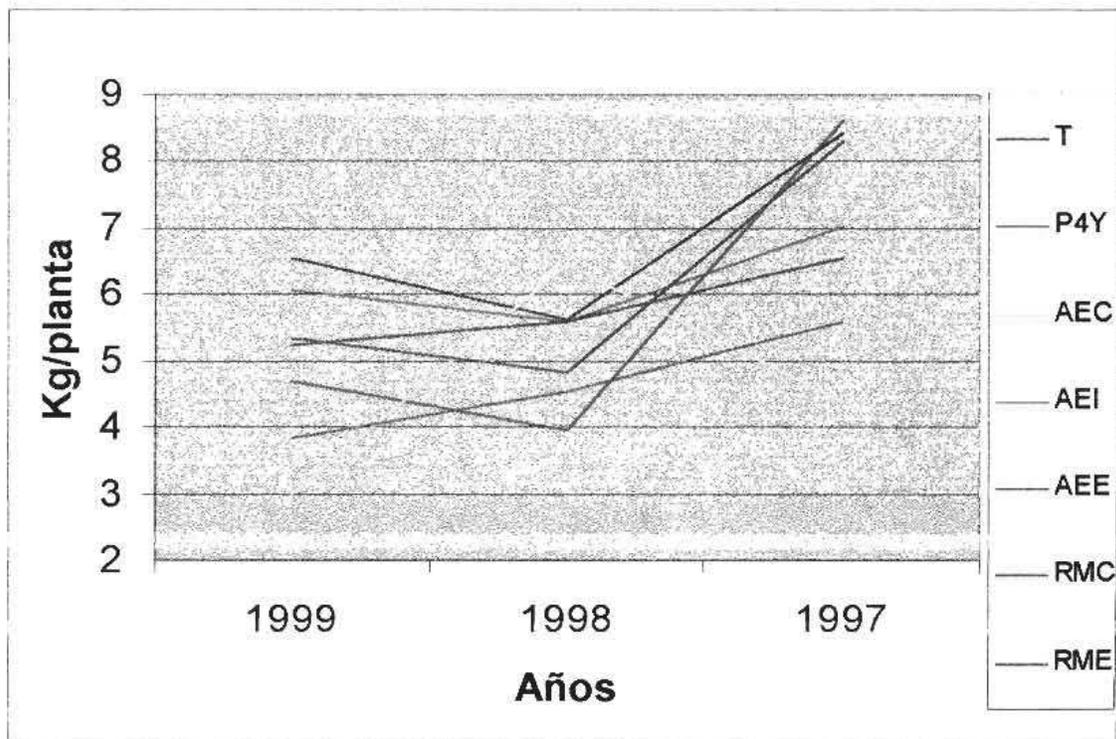
**Cuadro N° 29:** Índices de estabilidad para los tres años de ensayo por tratamiento.

	<b>Tratamientos</b>							
		T	P4Y	AEC	AEI	AEE	RMC	RME
<b>Peso de Cosecha</b>	Media	6,84	5,75	4,62	6,24	6,16	5,8	4,65
	Beta	1	>1	0	1	>1	1	1
<b>Peso de Poda</b>	Media	0,8	0,8	0,94	0,83	0,87	0,88	0,9
	Beta	1	1	1	1	1	1	1
<b>Índice de Ravaz</b>	Media	9,45	7,59	5,02	8,12	7,66	6,93	5,8
	Beta	>1	>1	-1	1	1	1	1
<b>Peso de 100 granos</b>	Media	167,08	166,03	168,4	162,29	163,56	175,42	169,63
	Beta	>1	>1	0	>1	<1	1	1
<b>Alcohol en vinos</b>	Media	11,53	11,88	12,53	12,0	11,95	12,13	12,54
	Beta	0	0	>1	1	1	1	1

En el caso del tratamiento AEC, este análisis nos permite observar que la variable peso de cosecha no fue afectada por las condiciones especiales del año ( $B = 0$ ). Se debe señalar que en el año 1998, esta aplicación de Etefón no obtuvo los resultados esperados, a diferencia de los otros dos años, seguramente de no haber existido esta situación el valor de beta sería distinto (ver figura N° 19).

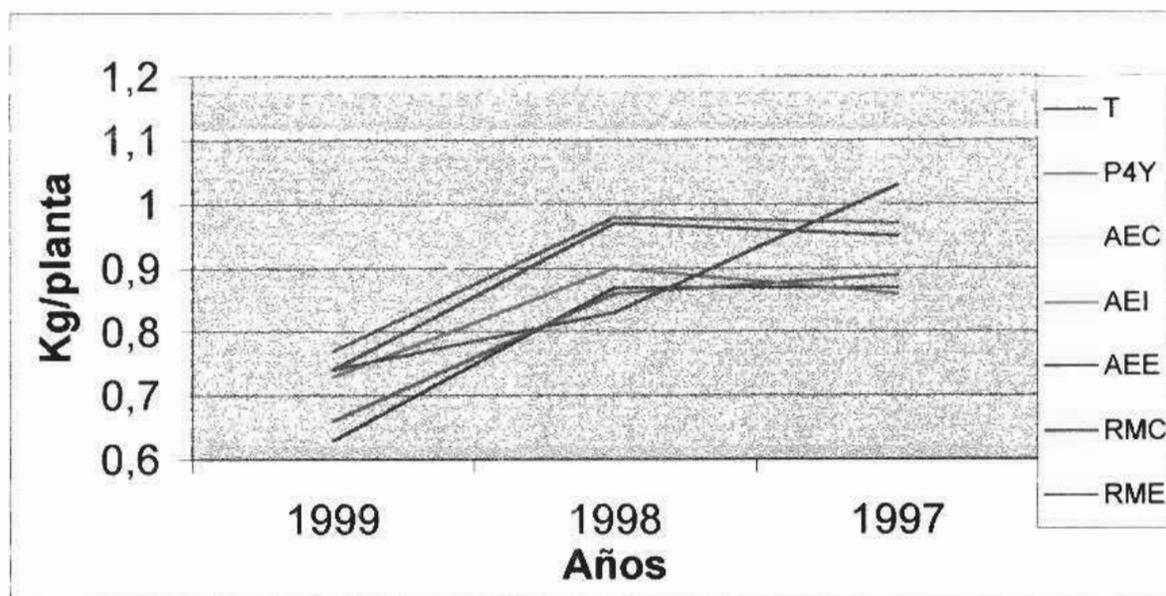
El resto de los tratamientos tienen un comportamiento diferente, ya que el año influye sobre el peso de cosecha, de tal manera que cuanto mejores son las condiciones del ciclo anual, mayor es el peso de uva promedio obtenido ( $B = 1$  ó  $B > 1$ ). De todos estos tratamientos que interaccionan de forma directamente proporcional a la mejora del año, los tratamientos de poda a 4 yemas (P4Y) y la aplicación de Etefón en estado 33 de E y L (AEE), responden en forma más acentuada a las mejores condiciones que el resto de los tratamientos ( $B > 1$ ).

**Figura N° 15:** Estabilidad entre años para peso de cosecha por tratamiento.



Anteriormente hemos comentado la alta variabilidad del peso de poda, mencionando la relación existente con la producción de uva. Sumada a esta interacción, también el año influye sobre la variable afectando la estabilidad de sus valores, de tal manera que en todos los tratamientos las mejores condiciones anuales aumentan el peso de madera producida ( $B = 1$ ).

Figura N° 16: Estabilidad entre años para peso de poda por tratamiento.



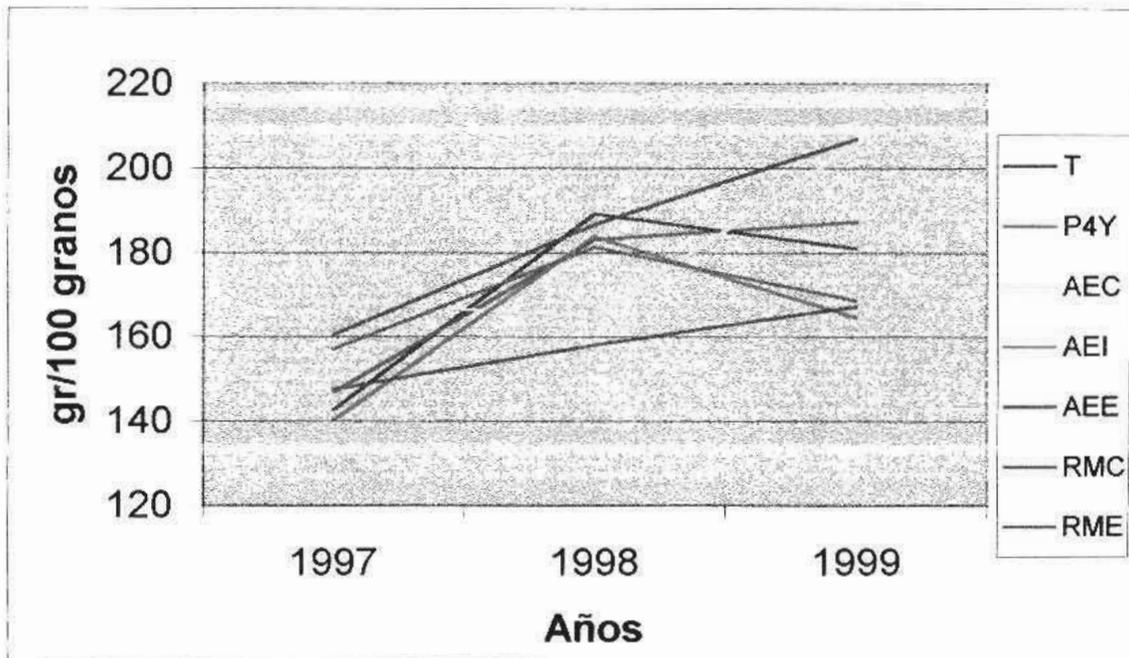
Desde el punto de vista productivo, el índice de Ravaz nos da pautas del equilibrio de la planta, pero esta variable se ve modificada por las condiciones del año. Con excepción de las plantas a las que se aplicó Etefón en estado 27 de E y L (AEC), el resto del ensayo tuvo un comportamiento similar a las variables peso de cosecha y poda, siendo el testigo y la poda a cuatro yemas (P4Y) los que responden más al año ( $B > 1$ ).

En el tratamiento AEC, al no estar la producción de uva afectada por el año, y sí en forma directamente proporcional el peso de poda, el ajuste de índice de Ravaz responde de manera inversa al año ( $B = -1$ ). Esto nos indicaría que con este método de control de producción, la producción de madera aumenta más que la producción de uva, en "años buenos", mejorando el equilibrio de la planta, con un índice de Ravaz menor a la media (5.02), siendo a su vez el menor valor promedio obtenido en el ensayo.

Al igual que lo sucedido para la producción, el tratamiento AEC se independiza de las condiciones del año para la variable peso de 100 granos. Esto es de esperar, ya que con este tratamiento modificamos el equilibrio de la planta, afectando el desarrollo del grano con mayor influencia que la que puede ejercer el efecto año ( $B = 0$ ). En el resto de los tratamientos la respuesta fue en

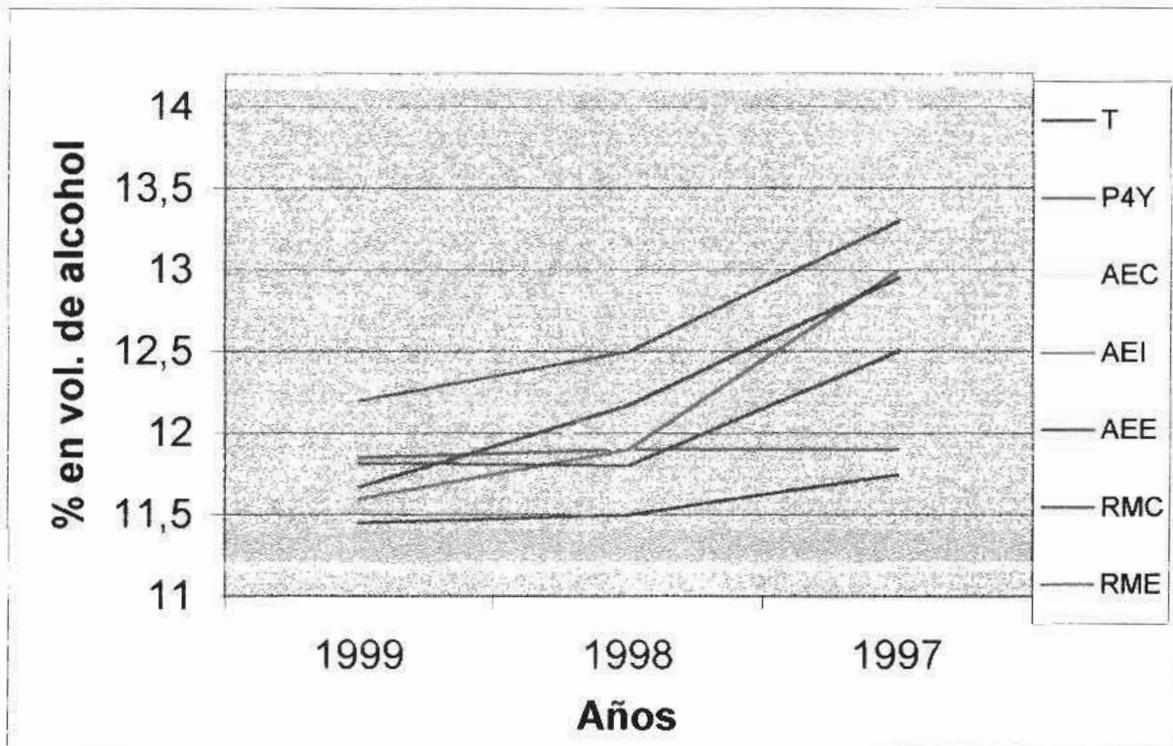
mayor o menor medida directamente proporcional a la mejoría del año ( $B = 1$ ,  $B > 1$  ó  $B < 1$ ).

**Figura N° 17:** Estabilidad entre años para peso de grano por tratamiento.



En la búsqueda de calidad del vino el contenido alcohólico es uno de los parámetros importantes, y en el presente trabajo se visualizan algunos aspectos interesantes. Por ejemplo, si vemos los tratamientos testigo y poda a cuatro yemas, no solo notamos que no responden a la mejoría del año ( $B = 0$ ), sino que tienen las medias más bajas. Sin embargo, todos los tratamientos restantes, obtienen más alcohol con una mejoría en las condiciones del año, en especial la aplicación de Etefón en cuajado, que obtiene la mayor tasa de repuesta. Este último tratamiento, junto al raleo manual en enero (RME), tienen las medias más altas, por lo que obtendrían los mejores resultados para la variable alcohol en vinos en cualquier tipo de año.

Figura N° 18: Estabilidad entre años para alcohol en vino por tratamiento.



## 5 – CONCLUSIONES.

- ❖ Los tratamientos efectuados no modificaron la evolución fenológica y la fecha de cosecha de la uva.
- ❖ El raleo de racimos disminuye en forma significativa la producción de uva con respecto a las plantas no raleadas.
- ❖ El momento y el método de raleo influyó significativamente sobre la producción de uva por planta.
- ❖ Los tratamientos que controlaron la producción en mayor medida fueron: raleo manual en enero y aplicación de Etefón en cuajado.
- ❖ La Lira, con el doble de yemas por planta en relación a la Espaldera, obtuvo un 83 % más de producción por planta.
- ❖ Los tratamientos que fueron efectivos en el control de producción lograron un mejor equilibrio de las plantas, que se vio reflejado en los valores de índice de Ravaz.
- ❖ El momento de raleo influye sobre el tamaño final de las bayas, las intervenciones realizadas en cuajado obtienen bayas de mayor tamaño en el momento de cosecha.
- ❖ La disminución de la producción se relaciona directamente con el contenido de alcohol en vino, pero no con otras variables vinculadas con la calidad de los vinos.
- ❖ En la Espaldera todos los tratamientos realizados superaron al testigo en el valor de intensidad colorante y en el contenido de polifenoles totales, este efecto es más importante en el tratamiento de aplicación de Etefón en enero.
- ❖ El sistema de conducción en Lira presentó una menor graduación alcohólica, intensidad colorante y contenido de polifenoles totales en relación a la Espaldera.
- ❖ El tratamiento AEE sin afectar la producción por planta, dió los valores más altos de intensidad colorante y polifenoles totales.

❖ En dos de los tres años de ensayo los tratamientos AEC y RME fueron los que controlaron en mayor medida la producción, diferenciándose significativamente del testigo .

## 6 – RESUMEN

En la temporada 1998 – 1999 en la región sur del Uruguay se realizó el tercer año de un ensayo donde se estudió el efecto de la intensidad de la poda invernal, el raleo manual de racimos (cuajado y envero), la aplicación de Etefón en tres momentos diferentes (cuajado, estado 32 de E y L. y envero) y el sistema de conducción (Lira y Espaldera) sobre los parámetros productivos y enológicos del cultivar Tannat.

En el caso de la Espaldera el diseño utilizado fue de parcelas al azar con bloques de una a cinco plantas, distribuidas en siete filas, señalándose treinta plantas para cada uno de los siete tratamientos (incluyendo testigo). En el caso de la Lira se formaron bloques de plantas distribuidos en dos filas, donde se marcaron sesenta plantas, de las cuales treinta fueron tratadas y las restantes se utilizaron como testigo.

El momento de cosecha se fijó con muestreos semanales de todos los tratamientos a partir del envero. Los parámetros determinados en cosecha fueron: sólidos solubles, acidez, pH, peso y volumen de bayas y porcentajes de hollejo, pulpa y semillas de las mismas. Se cuantificó la producción por planta midiendo el peso de cosecha y de poda.

Se vinificaron 80 kg de uva tomados al azar por tratamiento. A los seis meses de la vinificación se analizaron determinándose: alcohol, extracto seco, acidez total, acidez volátil, azúcares reductores, pH, intensidad colorante, polifenoles totales y los porcentajes de amarillo, azul y rojo.

Se compararon los datos obtenidos en esta temporada con los resultados de los años precedentes.

El raleo de racimos disminuyó en forma significativa (Tukey,  $p = 5\%$ ) la producción de uva con respecto a las plantas no raleadas. El momento y el método de raleo influyeron significativamente sobre la producción de uva por planta. Los tratamientos que controlaron la producción en mayor medida fueron: raleo manual en envero y aplicación de Etefón en cuajado. Los tratamientos que fueron efectivos en el control de producción lograron un mejor equilibrio de las plantas, que se vio reflejado en los valores de índice de Ravaz.

La disminución de la producción se relacionó directamente con el contenido de alcohol en vino. En la Espaldera todos los tratamientos realizados superaron al testigo en el valor de intensidad colorante y en el

contenido de polifenoles totales, este efecto es más importante en el tratamiento de aplicación de Etefón en envero.

El sistema de conducción en Lira presentó una menor graduación alcohólica, intensidad colorante y contenido de polifenoles totales en relación a la espaldera lo cual está vinculado con la mayor producción por planta obtenida (83 %).

En dos de los tres años de ensayo los tratamientos de aplicación de Etefón en cuajado y raleo manual en envero fueron los que controlaron en mayor medida la producción, diferenciándose significativamente del testigo.

7 – BIBLIOGRAFÍA.

1. AMATI, A.; MARANGONI, B.; ZIRONI, R.; GRAZIANI, N.; CASTELLARI, M.; ARFELLI, G. 1994a. Prove di vendemmia differenziata; Effeti del diradamento dei grappoli sui parametric vegeto - producttivi. (Nota 2ª). Riv. Vitic. Enol. (2): 13-24
2. AMATI, A.; MARANGONI, B.; ZIRONI, R.; CASTELLARI, M.; ARFELLI, G. 1994b. Prove di vendemmia differenziata; Effeti del diradamento dei grappoli sulla fisiología della vite. (Nota 3ª). Riv. Vitic. Enol. (3): 3-12
3. AMATI, A.; MAZZAVILLANI, G.; ZIRONI, R.; CASTELLARI, M.; ARFELLI, G. 1995. Prove di vendemmia differenziata; effetti del diradamento dei grappoli sulla composizione dei mosti e dei vini. (Nota 5ª). Riv. Vitic. Enol. (1): 29-37
4. AMATI, A.; FERRARINI, R.; GIULIVO, C.; CASTELLARI, M.; GALLI, M. 1997. Influenza Delle caratteristiche varietali e del diradamento dei grappoli sulla composizione fenolica del vino. Valpolicella D.O.C. Riv. Vitic. Enol. (2): 37-46
5. AMRANI, K.; GLORIES, Y. 1994. Étude en conditions modèles de l'extractabilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. J. Int. Sci.Vigne Vin 28 (4): 303-317
6. ANDRADES, M. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura / Enología Profesional. (9): 21-30
7. ANTONACCI, D.; LA NOTE, E. 1993. Influenza esercitata dall'aumento della produzione vitícola sulla composizione antocianica del vino e consideración tecnologiche. Riv. Vitic. Enol. (3): 3-21
8. BARBEAU, G.; BLIN, A.; PANNEAU, J.; MARSAULT, J. 1998. Influence de trios modes de conduite sur le comportement des cepages Cabernet Franc et Chenin en Val de Loire. In: Actas GESCO, (1999, Sicilia) Palermo, Italia pp. 522 - 531
9. BASIOUNY, F. M. 1994. Effects of paclobutrazol, gibberelic acid, and ethephon on yield and quality of muscadine grapes. Phyton (56): 1-6. Tomado de: Horticultural Abstracts / 66 (1): 272. 1996

10. BLOY, P. 1995. Eclaircissement chimique séquentiel. Premiers résultats et perspectives. In: Acta GESCO, (1995, Lisboa) Portugal. pp. 268-273
11. BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, C.; COHEN, S.; TABACMAN, H. 1984. Effect of crop level on growth, yield and wine quality of a high yielding Carignane vineyard. American Journal of Enology and Viticulture. 35 (4): 247-252
12. CAMPOSTRINI, F.; BERTAMINI, M.; DE MICHELI L.; IACONO F. 1991. Esperienze pluriennali di diradamento dei grappoli sui vitigni Schiava e Cabernet Sauvignon. Vignevini (10): 29 – 35
13. CARBONNEAU, A. 1991. Une étape de l'évolution des systèmes de conduite: la lyre simplifiée. Riv. Vitic. Enol. (4): 247-255
14. CHAKRAWAR, V. R.; RANE, D. A. 1977. Effect of ethrel (2-chloroethyl phosphonic acid) on uneven ripening and berry characteristics of Gulabi and Bangalore purple grapes. Vitis (16): 97-99
15. CHAMPAGNOL, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Montpellier. 351 p
16. CHARLO, L.; GARCÍA DE LUJÁN, A. 1995. Comparaison entre le système de conduite en lyre et l'espalier traditionnel dans le vignoble du jerez. In Actas GESCO 9, (1996, Budapest) Budapest, Hungria pp. 85 - 89
17. COPPOLA, V.; FORLANI, M. Effetti dell'ácido 2- cloroetilfosfónico (2-CEPA) sulle sostanze polifenoliche del vitigno " Raboso Veronese ". Rivista di viticoltura e di Enologia / 32 (10): 414- 422. 1979. Tomado de: Horticultural Abstracts 50 (6): 4145. 1980
18. CORINO, L.; RUARD, P.; RENOSIO, G.; RABINO, M.; MALERBA, G. 1991. Esperienze di diradamento dei grappoli sul vitigno Barbera in alcuni ambienti del Monferrato. Vignevini (7-8): 51-55
19. CRISCI, J. V. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington D.C. OEA. 132 p.
20. Darné, G. 1993. Nouvelles hypothèses sur la synthèse des anthocyanes dans les baies et dans les feuilles de vigne. Vitis (32): 77-85

21. DA SILVA, J. 1997. Anthocyanins and proanthocyanidins in grapes and wines; their primordial role in enology. *Simp. In. Vino Anal. Sci.* pp. 101 - 113
22. DAVIES, P. 1995. *Plant Hormones; Physiology, Biochemistry and Molecular Biology.* New York, USA. 413p
23. DE FRUTOS, E.; BERETTA, A. 1999. *Un siglo de tradición; primera historia de uvas y vinos del Uruguay.* Montevideo, Uruguay. Ediciones Santillana. 240 p
24. DI COLLALTO, G.; FERRINI, F.; BIRICOLTI, S. 1991. Risultati di ricerche sul diradamento dei grappoli della viti in ambienti collinare toscano. *Vignevini (7-8):* 39-41.
25. EL-BANNA, G.; WEAVER, R. 1979. Effect of ethephon and gibberellin on maturation of ungirdled Thompson Seedless grapes. *American Journal of Enologie and Viticulture.* 30 (1): 11-13
26. EL-ZEFTAWI, B. M. 1982. Effects of ethephon on cluster loosening and berry composition of four wine grape cultivars. *Journal of Horticultural Science.* (57): 457-463
27. EYNARD, I. 1975. Effects of preharvest application of TH 6241 and CEPA on vitis vinífera. *Vitis.* (13): 303-307
28. FERRARO OLMOS, R. 1998. *El viñedo uruguayo, sus variedades.* 1º Edición. Montevideo, Impal. 106 p.
29. FERRER, M.; GONZÁLEZ - NEVES, G.; BURGUEÑO, J.; GABARD, Z.; CAMUSSI, G. 1997. Influencia de la intensidad de la poda y el raleo de racimos sobre la relación fuente-fosa en *Vitis Vinífera L. cv. Tannat.* In XXII congres de la vigne et du vin, (1997, Buenos Aires) Argentina, Editorial Corradi
30. FERRER, M.; GONZÁLEZ - NEVES, G.; BURGUEÑO, J.; GIL, G.; GABARD, Z.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; TESSORE, A. 1998. Efecto de la regulación de la producción por planta mediante diferentes intensidades de poda invernal, raleo químico y raleo manual de racimos, sobre los parámetros productivos y enológicos del cv. Tannat. In: *Congreso mundial de la O.I.V., (1998, Lisboa) Portugal.*

31. FERRER, M; GONZÁLEZ – NEVES, G. 1999. Incidencia del sistema de conducción (Lira y Espaldera) en la producción y la composición de mostos y vinos del cv. Tannat. In Congreso mundial de la O.I.V, (1999, Mendoza) Argentina.

32. FITZGERALD, J.; PATTERSON, W. 1994. Response of 'reliance' table grapes to canopy management and ethephon application. *Journal of the American Society for Horticultural Science* / 119 (5): 893-898. Tomado de: *Horticultural abstracts* 65 (4): 2942. 1995

33. FRANCO, E. 1996. Aclareo de racimos en Garnacha Tinta, control de la producción, efecto sobre la fecha de vendimia y calidad del vino. *Viticultura / Enología Profesional*. (46): 25-30

34. FREGONI, M. 1987. *Viticultura Generale; compendi didattici e scientifici*. 2º Reimp. Italia, REDA. 728p

35. FREGONI, M. 1999. *Viticultura di qualità*. Piacenza. Edit. Grafiche Lama. 707 p.

36. GAO, Y.; CAHOON, G. 1994. Cluster shading effects on fruit quality, fruit skin color and anthocyanin content and composition in Reliance (*Vitis* hybrid). *Vitis*. 33(4): 205-209

37. GAUDILLERE, J; CARBONNEAU, A. 1985. Etude de l'activite photosynthetique foliare potentielle de la vigne menee selon deux systemes de conduite, pour du Cabernet Sauvignon plante en sol de graves seches. In 3º Symposium International sur la Physiologie de la Vigne (1986, Bordeaux) Paris, Francia. pp. 399 – 404

38. GIGLIOTTI, A. ; BUCELLI, P. 1990. Evouzione dei componenti antocianici e dei pigmenti colorati in una serie di prove di invecchiamento. *Riv. Vitic. Enol.* (3): 49 - 61

39. GLORIES, Y. 1984. La couleur des vins rouges; 1º partie les equilibres des anthocyanes et des tanins. *Connaissance Vigne Vin*. 18 (3): 195 - 217

40. GONZÁLEZ, W. 1989. Efecto del ácido 2 cloroetil – fosfónico en la maduración de uvas de mesa variedad Cardinal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 85p

41. GONZÁLEZ – NEVES, G. 1994. Los compuestos fenólicos de los vinos. *Panorama Vitivinícola*. (7): 11 - 14
42. GONZÁLEZ – NEVES, G; FERRER, M; BURGUEÑO, J; GIL, G; BARREIRO, L; BOCHICCHIO, G; GATTO, G; TESSORE, A, GABARD, Z; GARCÍA, L; CAMUSSI, G. 1997. Efecto de distintas intensidades de poda y momento de raleo de racimo en la composición de mostos y vinos del cv. Tannat. In congreso mundial de la O.I.V. (1997, Buenos Aires) Argentina.
43. GONZÁLEZ – NEVES, G.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A.; BALADO, J. 1998. Seguimiento de la composición fenólica y el color de una serie de vinos tintos durante el primer año de conservación. *Panorama Vitivinícola*. (6): 16 - 21
44. GONZÁLEZ - NEVES, G. 1999. Color y composición de vinos tintos jóvenes Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot de Uruguay. *Vitivinicultura / Enología Profesional* N° 64 (4): 43 – 50
45. GONZÁLEZ – NEVES, G.; FERRER, M. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos de la variedad Tannat. *Viticultura y Enología Profesional*. (66): 30 - 43
46. DONGHYUN, H.; SEOUNGMIN, L.; CHANGHOO, L.; SUNGBOK, K. 1996. Effects of ABA and Ethephon treatments on coloration and fruit quality in Kyoho grape. *Journal of the Korean Society for horticultural Science / 37* (3): 416-420. Tomado de: *Horticultural Abstracts / 66* (11): 10351. 1996
47. HAYASHI, R.; HERNANDEZ, A. 1997. Evaluación del efecto de técnicas culturales y aplicación de ácido giberélico en parámetros de calidad del racimo del cv. Italia (*Vitis Vinífera* L.). Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p
48. HRAZDINA, G.; PARSONS, G.; MATTICK, L. 1984. Physiological and Biochemical Events During Development and Maturation of Grape Berries. *American Journal of Enology and Viticulture*. 35 (4): 220 - 227
49. HUGLIN, P.; SCHNEIDER, C. 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. 2º Edición. Francia, Edit. Tec. y Doc. 357 pp

50. JEANDET, P.; VASSEROT, Y.; MARCHAL, R.; MAUJEAN, A.; ADRIAN, M.; BREUIL, A.; BESSIS, R. 1999. Interactions entre la vigne et *Botrytis cinerea*: aspects phytopathologiques et oenologiques. *Revue Française d'oenologie*. 177: 19 - 22

51. JENSEN, F.; CHRISTENSEN, J.; ANDRIS, H.; SWANSON, F.; LEAVITT, G.; PEACOCK, W. 1980. The effects of ethephon on Thompson seedless grapes and raisins. *American Journal of Enology and Viticulture*. 31 (3): 257-260

52. KATERJI, N.; CARBONNEAU, A.; DELAS, J. 1985. Etude du fonctionnement hydrique et photosynthétique de deux systèmes de conduite de la vigne au cours d'un cycle de dessèchement édaphique à la véraison pour du Cabernet Sauvignon planté en solo de graves sèches. *Francia*. In 3<sup>o</sup> Symposium International sur la Physiologie de la Vigne (1986, Bordeaux) Paris, Francia. pp. 386 – 391

53. KOCHHAR, S.; KOCHHAR, V.; KHANDUJA, S. 1979. Changes in the pattern of isoperoxidases during maturation of grape berries cv. Gulabi as affected by ethephon (2-chloroethyl) phosphonic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*. 30 (4): 275-277

54. MOTA, T.; GARRIDO, J.; CASTRO, R. 1999. Etude sur systèmes de conduite de la vigne à la région des "vinhos verdes": résultats de 10 années. In *Actas GESCO*, (1999, Sicilia) Palermo, Italia pp. 486 - 492

55. MURISIER, F. 1991. Effects de la charge en bourgeons et de la densité de plantation sur le potentiel de production, sur la qualité du raisin et sur le développement végétatif. Essai sur Chasselas. In : *Actas GESCO*. pp. 150 -154

56. NAVARRE, J. P.; NAVARRE, C. 1979. *Manuel d'oenologie*. Paris, Francia. Editions J. B. Baillière. 255 p

57. NIKOV, M. 1987. influence de la charge sur la production et la croissance de la vigne (cv. Merlot). *Connaissance Vigne Vin*. 21 (2): 81-91

58. NIR, G.; LAVEE, S. 1981. Persistence, uptake and translocation of (<sup>14</sup>C) ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) in Perlette and Cardinal grapevines. *Australian Journal of Plant Physiology*. (8) : 57-63

59. PANWAR, K.; SHARMA, S.; SEHRAWAT, S. 1994. Effect of plant growth regulators on uneven ripening of Beauty Seedless grapes (*Vitis vinifera* L.) I. Color development and pre - harvest berry crop. *International*

Journal of Tropical Agriculture / 12 (1-2) 158-162. Tomado de: Horticultural Abstracts / 65 (7): 5787. 1995

60. PAYAN, J.; SANCHEZ, G.; VENDRAN, H. 1991. Recherche d'un équilibre rendement-qualité par la charge la taille sur Gamay, Grenache et Syrah. In: Actas GESCO pp 309-312

61. PAYAN, J. 1993. Raisonnement de la charge des ceps par ebourgeonnage et interventions sur les grappes. In: Actas GESCO. (1993, Recontre de Reims) France. pp. 86-88

62. PAYAN, J. 1994. Regulation de la production par l'eclaircissage. In: Actas GESCO, (1994, Valladolid) España. pp. 165-168

63. PEACOCK, W.; JENSEN, F.; ELSE, J.; LEAVITT, G. 1977. The effect off girdling and etephon treatments on fruit characteristics of red Malaga. American Journal of Enology and Viticulture. 28 (4): 228-230

64. PEARSON, R. C.; GOHEEN, A. C. 1996. Plagas y enfermedades de la vid. Madrid, Ediciones Mundi - Prensa. 91 p.

65. PEDROSO, C.; MARTINS, V.; BRITES, S.; CASTRO, J.; LOPES, P. 1998. Influence du mode de conduite et charge en bourgeons sur l'évolution de la surface foliaire et les relations fructifications – vegetations du cepage "touriga nacional" dans la region Dão. In Actas GESCO, (1998, Changins) Suisse pp. 212 -215

66. PEYNAUD, E. 1977. Enología práctica; Conocimiento y elaboración del vino. Madrid, Ediciones Mundi – Prensa. 414 p.

67. POWERS, J.; SHIVELY, E.; NAGEL, C. 1980. Effect of ethephon on color of Pinot Noir fruit and wine. American Journal of Enology and Viticulture. 31 (3): 203-205

68. RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBÉREAU-GAYON, P. 1975. Sciences et techniques du vin; Tomo II. Paris, Ed. Dunod. 556 p.

69. RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBÉREAU-GAYON, P. 1980. Ciencias y técnicas del vino; Tomo I: Análisis y control de los vinos. Buenos Aires, Ed. Hemisferio sur. 616 p.

70. SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. 1994. Fisiología vegetal. México. Grupo Editorial Iberoamericana. 395 – 441 pp.

71. SCIENZA, A. 1980. Il ruolo degli ormoni endogeni e dei fitoregolatori di sintesi nei processi riproduttivi della vite e nei fenomeni di maturazione delle bacche. Quaderni del corso di specializzazione in Viticoltura ed Enologia. Facoltà di Scienze Agrarie, Università di Torino. (4): 127-166

72. SHULMAN, Y.; HIRSCHFELD, G.; LAVEE, S. 1980. Vegetative growth control of six grapevine cultivars by spray application of (2-chloroethyl) phosphonic acid (ethephon). American Journal of Enology and Viticulture. 31 (3): 288-293

73. 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 / Enología Profesional. (45): 16-24

74. STARICCO, R.; BUSCHIAZZO, M.; DE LUCCA, R.; VAZQUEZ, E.; MERINO, N. 1995. Sistemas de conducción para la vid. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA, JUNAGRA, GTZ. 32 p

75. SZYJEWICZ, E.; ROSNER, N.; KLIEWER, W. 1984. Ethephon ((2-chloroethyl) phosphonic acid, ethrel, CEPA) in viticulture - a review. American Journal of Enology and Viticulture. 35 (3): 117-123

76. WARD, J. 1963. Hierarchical grouping to optimise an objective function. J. Amer. Stat. Assoc. (58): 236-244

77. WARNER, H. L.; LEOPOLD, A. C. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethylphosphonic acid. Plant Physiol. (44): 156-158

78. WEAVER, R. J. (1976) Reguladores del crecimiento de las plantas en Agricultura. México. Editorial Trillas. 622p

79. WEAVER, R.; SINGH, I. 1978. Occurrence of endogenous Ethylene and effect of Plant Regulators on Ethylene production in the grapevine. American Journal of Enology and Viticulture. 29 (4): 282-285

80. WOLF, T. K.; ZOECKLEIN, B. W.; COOK, M. K.; COTTINGHAM, C. K. 1990. Shoot Topping and Ethephon Effects on White Riesling Grapes and Grapevines. American Journal of Enology and Viticulture. 41 (4): 330-340

## 8 - ANEXOS.

Cuadro de características de las uvas y mostos en cosecha.

Tratamiento	Botritis (Kg)	Botritis (%)	Peso Escobajo (Kg)	Peso Orujo (Kg)	Volumen jugo (l)
T	16.9	8.6	3.2	13.72	58.12
P4Y	16.9	11.98	2.8	14.33	54.47
AEC	2.7	2.99	4.0	13.83	51.96
AEI	5.9	3.2	3.7	13.63	53.76
AEE	19.7	12.16	4.7	14.25	53.28
RMC	8.7	5.5	3.8	13.13	53.16
RME	5.8	5.2	4.1	14.93	54.23
LAE	7.8	2.17	3.6	13.33	55.67
LT	6.0	1.7	4.0	13.55	57.34

Foto N° 1: Vista General del viñedo el día 26 de noviembre de 1998.

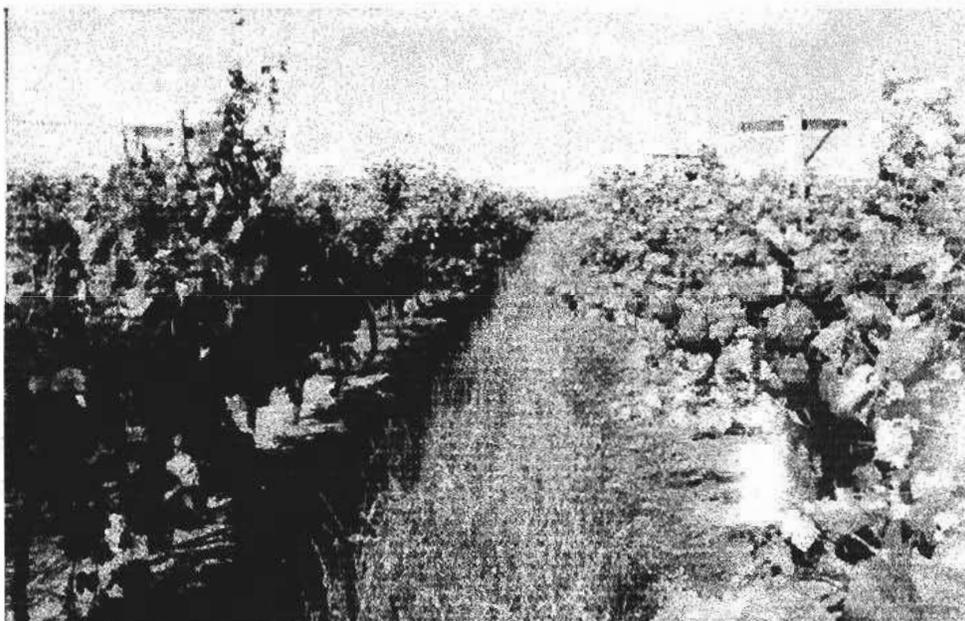


Foto N° 2: Racimos de una planta raleados manualmente en cuajado.

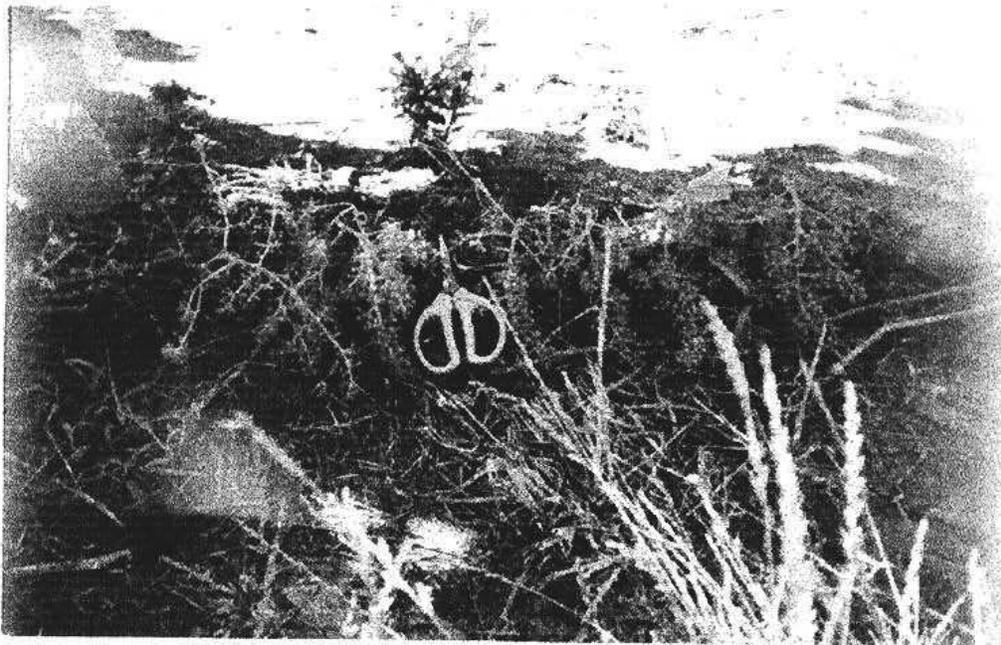
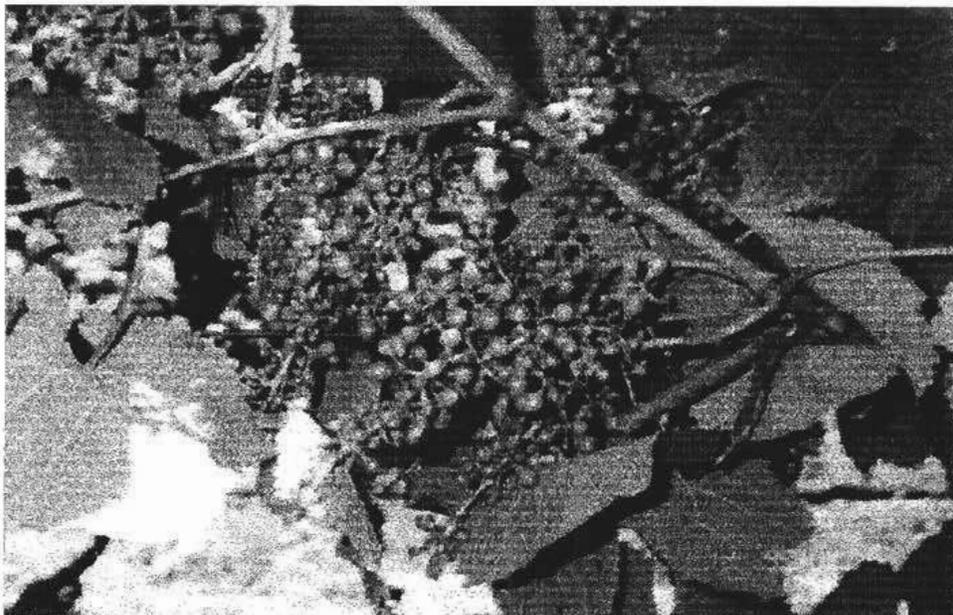


Foto N° 3: Racimos de una planta raleada manualmente en cuajado.



**Foto Nº 4:** Efecto de aplicación de Etefón en cuajado observado el 9 de diciembre de 1998.



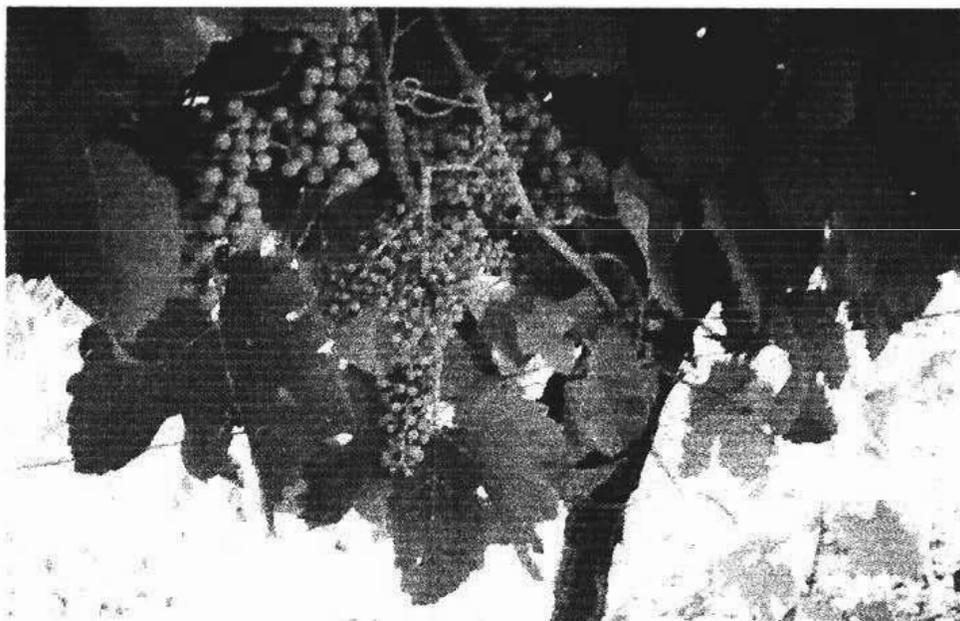
**Foto Nº 5:** Efecto de Etefón en cuajado observado el 9 de diciembre.



Foto N° 6: Segunda Aplicación de Etefón (10/12/98).



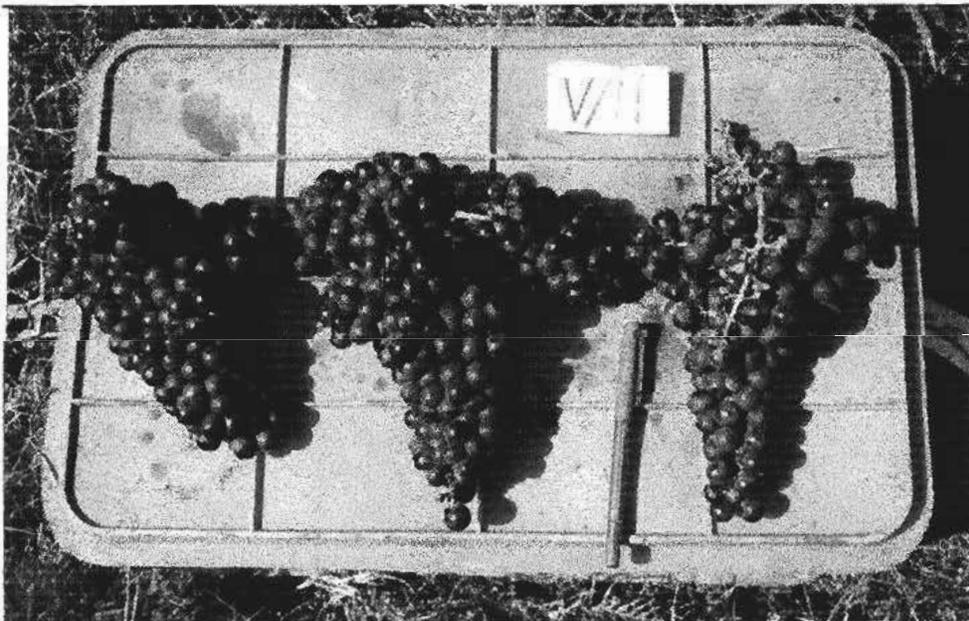
Foto N° 7: Efecto de Etefón en estado 32 observado el 30/12.



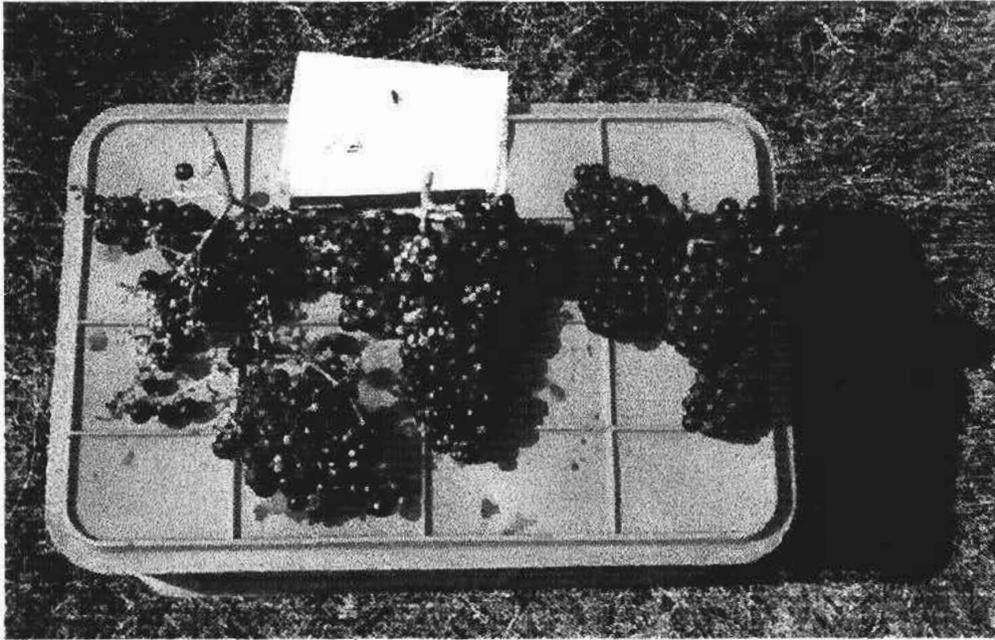
**Foto N° 8:** Vista General del Viñedo en Cosecha.



**Foto N° 9:** Uvas de tratamiento Testigo en cosecha.



**Foto Nº 10:** Uvas de tratamiento de aplicación de Etefón en cuajado en cosecha.



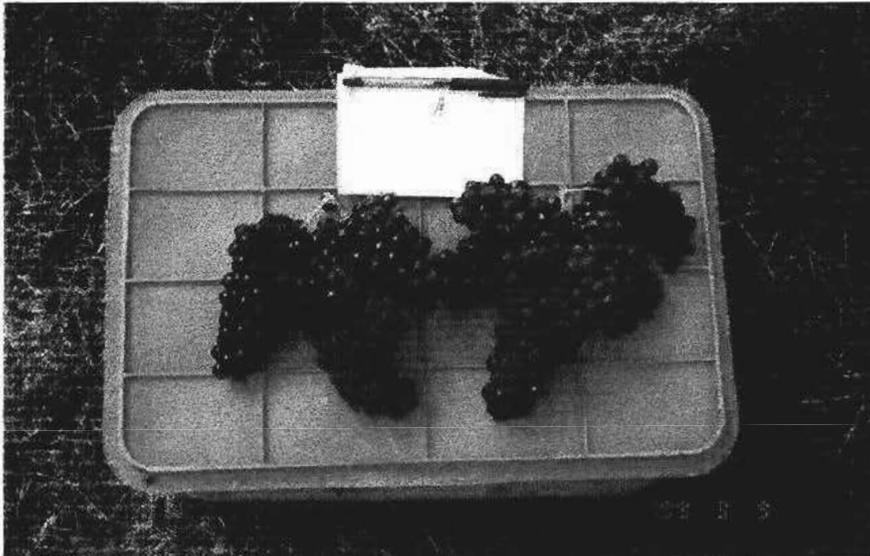
**Foto Nº 11:** Uvas de tratamiento de Poda a cuatro yemas, en cosecha



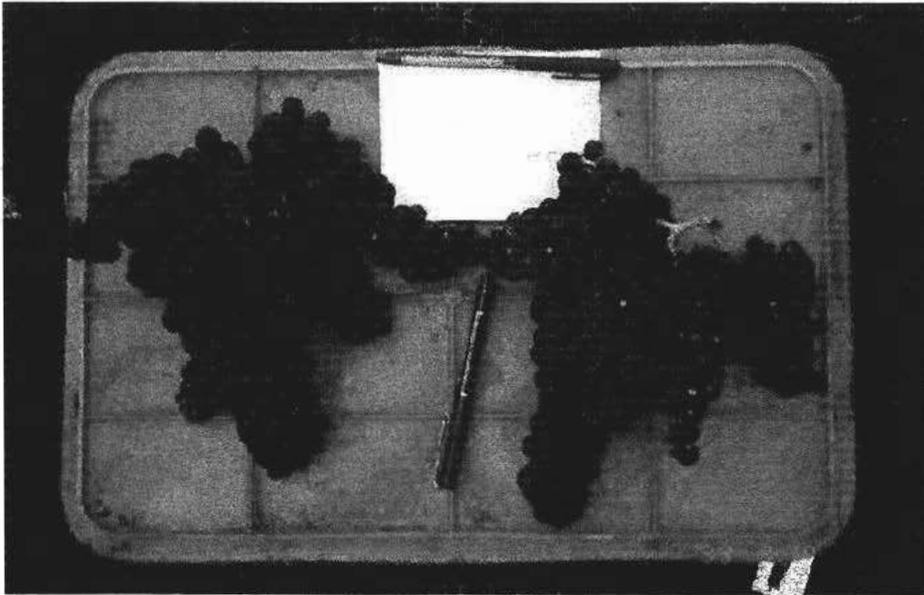
**Foto Nº 12:** Uvas de tratamiento de aplicación de Etefón en estado 32 de E y L, en cosecha.



**Foto Nº 13:** Uvas de tratamiento de raleo manual en envero, en cosecha.



**Foto N° 14:** Uvas de tratamiento de raleo manual en cuajado, en el momento de cosecha.



**Foto N° 15:** Uvas de tratamiento de aplicación de Etefón en envero en cosecha.

