

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

***EFFECTOS DEL RETARDADOR DEL CRECIMIENTO
PROHEXADIONE CALCIO Y DEL DESHOJADO
EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL CV. TANNAT
(Vitis Vinífera L.)***

Por

**Carla LEBORGNE BUZY
María José RODRÍGUEZ PEYRÓ**

Tesis presentada como
requisito para obtener el
título de Ingeniera Agrónoma
(Producción vegetal intensiva)

**Montevideo
Uruguay
2003**

PAGINA DE APROBACIÓN

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma.

Nombre completo y firma.

Nombre completo y firma.

Fecha: _____

Autores: _____
Nombre completo y firma.

Nombre completo y firma.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las personas que hicieron que fuera posible este trabajo.

A nuestros padres Raúl y Alba, José María y Susana que siempre nos apoyaron y dieron fuerzas durante toda la carrera y mas aún en esta etapa final.

A nuestras hermanas Laura, Moira, Nati, Alda y Gabi que siempre estuvieron a nuestro lado, festejando los buenos momentos y conteniéndonos en los malos.

Al director de tesis Edgardo Disegna por su apoyo y sobretodo su constante optimismo durante la realización de la misma.

A Milka Ferrer, Alfredo Gravina por los aportes realizados y al personal de biblioteca de la Facultad de Agronomía

A nuestros amigos que siempre están presentes y a nuestra amistad por haber hecho que un año de trabajo en conjunto haya sido una gran experiencia.

Al personal del INIA “Las brujas” por habernos abierto las puertas y ser en todo momento tan cálidos y amables con nosotras. A Pablo Rodríguez (el pampa) y Martín Méndez (Demian) por su ayuda durante la parte de campo.

A Facultad de Química por brindarnos sus instalaciones y asesoramiento para realizar los análisis de aromas.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

CUADROS

Cuadro N°1.Tasas de crecimiento de las fases de desarrollo del fruto.....	53
Cuadro N°2.Tasas de crecimiento de los pampanos en cm / semana.....	55
Cuadro N°3.Componentes físicos de la baya.....	58
Cuadro N°4.Características de la producción y sus componentes.....	61
Cuadro N°5.Composición químico de la uva.....	64
Cuadro N°6.Compuestos polifenolicos.....	66
Cuadro N°7.Compuestos aromáticos según tratamientos.....	69
Cuadro N°8.Peso de poda e índice de Ravaz según tratamiento.....	72

FIGURAS

Figura N°1.Curva de crecimiento del fruto.....	8
Figura N°2.Variaciones en el contenido hormonal en la baya.....	12
Figura N°3.Acción de Prohexadione calcio en el proceso de inhibición de Ga.....	43
Figura N°4.Evolución del peso promedio de 20 bayas según tratamiento.....	52
Figura N°5.Longitud promedio de los pámpanos.....	58
Figura N°6.Producción kg/ ha según tratamiento.....	62
Figura N°7.Componentes de rendimiento.....	62
Figura N°8.Antocianos fácilmente extraíbles según tratamiento.....	66
Figura N°9.compuestos aromáticos según tratamiento.....	69
Figura N°10.compuestos aromáticos según tratamiento.....	70
Figura N°10.Total de compuestos aromáticos según tratamiento.....	71

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	III
1.INTRODUCCION	1
2.REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
2.1.CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR TANNAT	4
2.1.1. Descripción botánica.....	4
2.2.CICLO ANUAL DE LA VID	5
2.3.CRECIMIENTO VEGETATIVO.....	7
2.4.CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO	9
2.4.1.Fases de desarrollo del fruto.	9
2.4.2.Hormonas	13
2.4.2.1.Auxinas	13
2.4.2.2.Citoquininas	14
2.4.2.3.Giberelinas	15
2.4.2.4.Etileno	18
2.4.2.5.Acido abscísico	20
2.4.3.Cambios físicos y químicos de la maduración.....	22
2.4.3.1.Aumento del tamaño del grano	22
2.4.3.2.Evolución y características de los fenoles.....	22
2.4.3.3.Acumulación de azúcar	24
2.4.3.4.Evolución de la acidez y pH.....	25
2.4.3.5.Características de los compuestos aromáticos	25
2.5.PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA UVA.	27
2.5.1.Factores climáticos.....	27
2.5.2.Fecha de cosecha.....	28
2.5.3.Equilibrio vegetativo-reproductivo	29
2.5.3.1.Efecto del vigor	29
2.5.3.1.1.Control del crecimiento vegetativo	31
2.5.3.2.Nivel de producción	32
2.5.4.Tamaño del grano.....	32
2.6.PRACTICAS QUE AFECTEN EL TAMAÑO DE GRANO.....	34
2.6.1.Deshojado.....	34
2.6.2. Uso de reguladores de crecimiento	38
2.7.1.Prohexadione calcio	40
2.7.1.1.Identificación :	40
2.7.1.2.Características del producto	40
2.7.1.3.Metabolismo.....	41
2.7.1.4.Modos de acción	41
2.7.1.5.Efectos causados	42

3.MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.1.DISEÑO EXPERIMENTAL	46
3.1.1.Criterio de selección de plantas:	46
3.2.TRATAMIENTOS I	47
3.4.PARAMETROS EVALUADOS	48
3.4.1.Peso y volumen de las bayas.....	48
3.4.2.Producción y composición química y polifenólicas de las uvas a la cosecha.....	49
3.4.2.1.Evaluación de la producción	49
3.4.2.2.Evaluación de la composición de la baya.	49
3.4.3.Estimación del crecimiento vegetativo.	50
3.5.ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	51
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1-EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL TAMAÑO DE LAS BAYAS	52
4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL RENDIMIENTO, NUMERO Y PESO DE RACIMOS	60
4.4.EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICION FENÓLICA DE LA UVA	65
4.5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LA UVA.	68
4.6. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL BALANCE VEGETATIVO-PRODUCTIVO (ÍNDICE DE RAVAZ).....	71
5.CONCLUSIONES.....	73
6.RESUMEN.....	75
7.BIBLIOGRAFÍA.....	77
8. ANEXOS	87

1.INTRODUCCION

La historia de la variedad Tannat en el Uruguay se remonta a mas de 130 años cuando Don Pascual Harriague plantó el primer viñedo de esta variedad en 1870. Rápidamente el Tannat se divulgó como la uva ideal por su adaptación a nuestro clima y suelo (Ferraro Olmos, 1998).

A partir de 1830 se da un gran crecimiento de la producción y el consumo, donde se introducen variedades híbridas y otras de bajo potencial enológico, con el objetivo de aumentar la cantidad y no la calidad de los vinos producidos.

A fines de los 70 se comenzó a plantar viñedos con plantas libres de virus y selección clonal, importados de Francia y California. Al mismo tiempo INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), Facultad de Agronomía y algunos productores, comenzaron a incorporar y evaluar tecnologías utilizadas en otras partes del mundo, para la mejora de la calidad en la producción.

En los comienzos del 90 el PREDEG (Programa de Reconversión de la Granja) e INAVI (Instituto Nacional de Vitivinicultura), definen un programa de reconversión vitivinícola impulsando la plantación de cepas de reconocida calidad genética y sanitaria basándose en el proyecto de “Estrategia de reconversión del sector vitivinicola” propulsado por Facultad de Agronomía e INAVI.

A fines de los 90, el mercado Uruguayo cuenta con una gran diversidad de vinos Tannat varietales y comienza la preocupación por mejorar su elaboración para hacer vinos de mejor calidad. Los vinos de esta variedad han logrado grandes premios y reconocimiento mundial en la mayoría de los concursos que se han presentado. Hay algunos mercados que ya identifican al Tannat como sinónimo de Uruguay.

El desafío actual es desarrollar el conocimiento necesario para lograr liderar y competir en el mercado de grandes vinos tintos. Con este fin es que se realizan investigaciones para evaluar diferentes prácticas que influyen en la producción y calidad de la uva y que sean adaptables a nuestras condiciones.

Dentro de estas prácticas se destacan, estudios en sistemas de conducción, poda, raleo, deshojado, etc, que vienen realizando los distintos organismos públicos y privados de investigación.

Resultados de investigaciones previas muestran que en iguales condiciones (iluminación de racimos y canopia, carga de planta, estado de madurez, etc) el tamaño de baya a la cosecha influye marcadamente en la calidad del vino.

Existe una correlación inversa entre el contenido de azúcar y el tamaño de la baya, ya que un excesivo tamaño de estas deprime la calidad de los mostos (Creasy, 2003; Fregoni, 1999). Por otro lado tamaños mas pequeños de bayas proporcionan mayor cantidad de elementos minerales, polifenoles y aromas al aumentar la relación hollejo / pulpa. (Díaz-Plaza *et al.*, 2000; Dokoozlian, 2000; Hardie *et al.*, 1996 citado por Zoecklein, 1996).

El único antecedente en el país es el trabajo realizado por Disegna *et al.* (2002) en INIA “Las Brujas”, en el cual se aplicó un retardador de crecimiento Prohexadione Calcio, desde floración hasta 15 días después de cuajado dirigido a los racimos, para estudiar su efecto en el tamaño de grano y calidad del vino.

Los resultados indicaron que el producto es mas efectivo en el tratamiento de doble aplicación (cuajado y 15 días después) en disminuir el tamaño del grano y el crecimiento vegetativo. Los vinos obtenidos, presentaron mayor contenido alcohólico, más frutados, mayor intensidad colorante, más complejos, con mayor volumen en boca, persistencia e intensidad aromática. Asimismo Prohexadione calcio, podría estar afectando el metabolismo de algunos productos de síntesis que incidirían en el color y composición aromática de la uva.

Otra práctica realizada con el fin de disminuir el tamaño de grano y mejorar la calidad de uva es el deshojado realizado en etapas tempranas del desarrollo del fruto (Gutiérrez, 2002; Howell *et al.*, 1994). De esta forma se limita el aporte de fotoasimilados en dichas etapas, que son cruciales para definir el tamaño final de la baya.

El presente trabajo se planteó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación del retardador de crecimiento Prohexadione calcio y la práctica del deshojado temprano en el tamaño del grano, el crecimiento vegetativo y por lo tanto en la calidad de la uva.

- En la aplicación de Prohexadione calcio se evaluó su efectividad, momento y número de aplicación.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- Prohexadione calcio reduce el tamaño de la baya y el crecimiento vegetativo.
- El tamaño de la baya influye en la mejora de la calidad de la uva y por lo tanto del vino.
- La disminución del vigor permite, una cepa mas balanceada en donde la distribución de carbohidratos es favorecida a los racimos y una mejor iluminación de los mismos mejorando la calidad de la uva.
- La defoliación temprana modifica la relación fuente / fosa y afecta el tamaño de la baya y su composición, de forma directa e indirecta por presentar los racimos una mayor iluminación y sanidad.

2.REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1.CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR TANNAT

Este cultivar es originario de los Bajos Pirineos de Francia. Fue introducido a nuestro país en 1870 por Don Pascual Harriague desde Argentina y hoy es el cultivar con mayor tradición en Uruguay (Ferraro Olmos, 1998), presentado la mayor superficie a nivel mundial. Actualmente dicho cultivar representa el 16.16% de las vides implantadas en nuestro país, lo que corresponde a 1465 has (INAVI, 2001).

El Tannat es una cepa vigorosa, fértil de buena a muy buena productividad. (Ferraro Olmos, 1998). Los vinos obtenidos tienen un alto grado de perfeccionamiento. Desde el punto de vista de la tipicidad tienen un estilo propio y un perfil sensorial muy peculiar.

En las condiciones de Uruguay, este vino expresa características de volumen, forma, fuerza, consistencia, armonía y estructura tánica agradable. (De Frutos y Beretta, 1999).

2.1.1. Descripción botánica

Según la descripción que realiza Galet (1976), presenta brotes blancos a ligeramente rosa de apariencia algodonosa. Las hojas jóvenes son pilosas con tintes bronceados.

Hojas medias de color verde oscuro onduladas en los bordes, de limbo revolutado, senos laterales raramente muy profundos, seno peciolar de bordes superpuestos, dientes ojivales largos, punto peciolar de color rosado y envés “arañoso”.

Ramas: rojas a nivel de los nudos y pardas cuando están expuestas al sol, zarcillos finos y pequeños.

Racimo: cilíndrico con dos alas, alargado, compacto y de tamaño medio. Pedúnculo largo y herbáceo

Baya: esferoide o ligeramente ovoide, cuando se halla sometida a la presión de las uvas contiguas. Tamaño mediano a pequeño de color azul intenso a negro azulado.

2.2.CICLO ANUAL DE LA VID

El ciclo biológico anual se manifiesta a través de diferentes fases fenológicas

Luego de la fase invernal de reposo, que dura desde mayo a agosto, se retoma la actividad ocurriendo el crecimiento vegetativo (desborre) (Ferraro Olmos, 1983).

Dicha brotación es controlada por un balance hormonal favorecido a los promotores de crecimiento como las citoquininas, giberelinas y auxinas, mientras que disminuyen las hormonas inhibidoras de este fenómeno, como el ácido abscísico (ABA), etc. (Fregoni, 1999).

Otros factores que intervienen son la temperatura, el estado hídrico, la fertilidad del suelo, así como las prácticas culturales (Hunglin y Schneider, 1998).

La inducción floral es el fenómeno fisiológico de percepción del estímulo que determina la diferenciación de un meristemo hacia una inflorescencia. Son factores determinantes para que se de este proceso: luz, temperatura y condiciones internas de la yema. Si las condiciones no son favorables, en el lugar de un primordio floral puede formarse el primordio de un zarcillo o incluso no formarse ninguna estructura (Buttrose, 1974). Para nuestras condiciones la inducción comienza en el mes de noviembre

La diferenciación permite los cambios morfológicos de la yema. Comienza para nuestras condiciones en otoño hasta detenerse en invierno y se hace funcional nuevamente en el momento de la floración donde se termina de diferenciar el raquis y las partes florales.

Luego de 1 a 2 semanas del desborre las inflorescencias son visibles, estas son compactas y luego se separan constituyendo respectivamente los estados F y G de la escala de Baggiolini. (Hunglin y Shneider, 1998)

La localización y la variedad determinan cuando ocurre la floración usualmente se da en la primer quincena de noviembre (Ferraro Olmos, 1983), siendo muy dependiente de la temperatura (Champagnol, 1984; Hunglin y Shneider, 1998). Luego de 10 a 15 días de la floración se da una caída importante de flores y posteriormente de frutos.

Durante la segunda quincena de noviembre ocurre el cuajado. A partir de este momento se da un aumento en peso y volumen de la baya.

A mediados del mes de enero para las condiciones de nuestro país en *Vitis vinífera* las bayas cambian de color, proceso denominado envero, a partir de esta etapa comienzan a darse los procesos de maduración. Finalizando el mes de enero, por problemas hídricos se va reduciendo la fotosíntesis y el crecimiento. Desde principios de febrero en adelante se prioriza la respiración, maduración de las bayas y reconstitución de reservas.

En marzo, cuando las bayas alcanzan su madurez se realiza la vendimia. A fines de mayo se da la caída de las hojas (Ferraro Olmos, 1983).

2.3.CRECIMIENTO VEGETATIVO

La curva de crecimiento vegetativo aumenta bruscamente desde antesis hasta el período de envero, en condiciones ideales, donde se detiene fundamentalmente a causa de las altas temperaturas y disponibilidad hídrica, logrando el pámpano su longitud definitiva. Luego en este período, el crecimiento puede continuar variando su intensidad al desarrollarse feminelas (Fregoni, 1999).

El crecimiento temprano de los brotes depende de las reservas almacenadas en la planta. En la primavera la demanda de crecimiento es muy alta, por lo que se da una movilización y uso de las reservas de almidón de años anteriores (Smart y Robinson, 1985).

Al comienzo el crecimiento es lento y es resultado de la formación de células nuevas y de su agrandamiento (Macías Hernández, 1993). A medida que aumenta la temperatura los brotes se elongan rápidamente. Luego de la segunda y tercera semana se establece un rápido crecimiento, que comienza a disminuir al momento de la floración. La mayor parte de las hojas en dicho momento exportan asimilados hacia la zona apical mientras que en cuajado, comienza a ser mayor la atracción de asimilados por los racimos, manteniéndose el crecimiento vegetativo con una velocidad mas lenta hasta detenerse al final del ciclo. (Reynolds *et al.*, 1994)

Con frecuencia, mientras que la fruta madura la punta del brote crece lento o para de crecer, sin embargo para condiciones de alto vigor y en viñedos sobre suelos de buena fertilidad y disponibilidad hídrica, los brotes pueden continuar creciendo hasta después de la cosecha (Smart y Robinson, 1990).

El destino de los fotoasimilados producidos en los brotes vegetativos varía en función del estado fenológico, así como de la posición de la hoja en el pámpano.

La mayor parte de las hojas exportan asimilados hacia la zona apical en floración. En cuajado se da una situación inversa, la atracción de fotoasimilados por los racimos es mayor (Fourniux, 1997). Al final de la maduración las hojas basales no exportan y su remoción provoca en el racimo mayor concentración de azúcar y menor concentración de málico, por recibir una mayor iluminación. Las hojas sombreadas tampoco presentaron exportación de fotoasimilados.

Utilizando C 14 radiactivo se observó la translocación de fotoasimilados en brotes vegetativos. Durante floración y cuajado las primeras hojas exportan sus asimilados basipetalmente. Desde la segunda a la sexta hoja del pámpano exportan bidireccionalmente, mientras que las superiores únicamente hacia el ápice. En enero las hojas hasta la décima mostraron exportación basipetal (Koblet, 1977).

Diversos factores afectan el crecimiento vegetativo, como ser: genéticos (vigor del portainjerto y de la variedad), nutricionales especialmente el nitrógeno utilizado por el ápice vegetativo para producir proteínas y nuevas células, culturales como el riego, hormonales y ambientales (Fregoni, 1999).

Los principales factores ambientales que pueden ser considerados son la luz (cantidad y calidad), temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. (Tardáguila y Bertamini, 1993).

La temperatura influye en el crecimiento vegetativo ya que dentro de ciertos límites al aumentar, aumenta el crecimiento. Temperaturas muy elevadas mayores a 35°C, disminuye el crecimiento, siendo la temperatura óptima para la fotosíntesis de 25°C (Motorina citado por Riberau-Gayón, 1982).

Las hormonas juegan un rol fundamental. Las auxinas elaboradas en el ápice vegetativo movilizan sustancias nutritivas y determinan la síntesis proteica necesaria para la división celular apical. Las giberelinas que provienen de las hojas jóvenes subapicales provocan la elongación del entrenudo. Las citoquininas (que provocan la brotación) y el ácido abscísico favorecen la lignificación y maduración de las hojas. Este último es responsable de la inhibición, que determina la disminución del crecimiento. (Fregoni, 1999)

2.4.CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO

2.4.1.Fases de desarrollo del fruto.

Luego de la floración, con la fecundación (bayas pirénicas) 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 fruto tiene una respuesta de tipo doble sigmoide. En esta se diferencian tres fases:

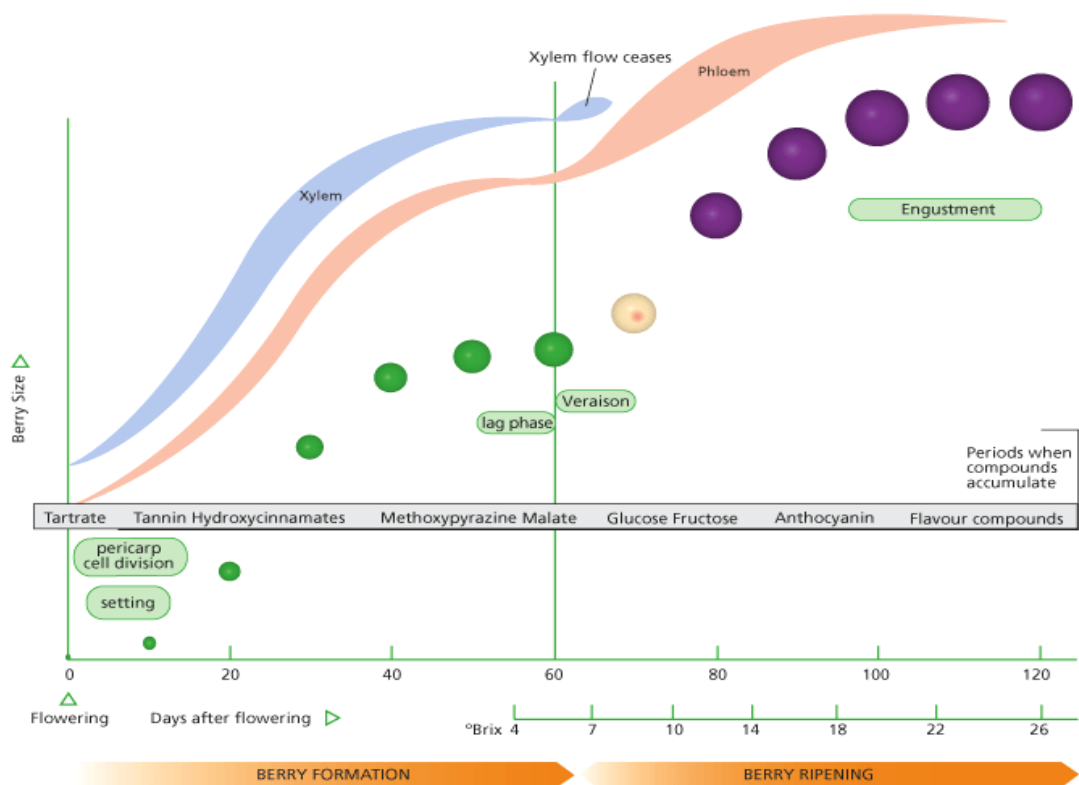


Figure 2: Diagram showing relative size and color of berries at 10-day intervals after flowering, passing through major developmental events (rounded boxes). Also shown are the periods when compounds accumulate, the levels of juice 'brix, and an indication of the rate of inflow of xylem and phloem vascular saps into the berry. Illustration by Jordan Koutroumanidis, Winetitles.

Fuente: Kennedy, 2002

FIGURA 1: CURVA DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL FRUTO

Fase I-

Es la primera etapa de desarrollo rápido de la baya, su duración es de 25-45 días dependiendo del tipo de baya (apirénicas 21-28 días, con semilla 35-42 días) (Champagnol, 1984), en donde aumenta su peso y volumen debido fundamentalmente a la división celular. Al final de dicho período el número de células queda definido (Harris citado por Kennedy, 2002).

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

Hay una relación directa de auxinas, citoquininas y giberelinas en inducir un centro de atracción de asimilados para que la baya comience a acumular carbohidratos en etapas tardías, aparte de su relación en regular el crecimiento por parte de la división celular (Alleweldt, 1977). Según Scott (1967), este efecto inductor se debe a la acción de las giberelinas en la inducción de ciertas enzimas como invertasas encargadas en la producción de azúcares reductores.

La textura de las bayas es firme y de color verde debido a la presencia de clorofila. Por lo tanto existe actividad fotosintética en el propio grano que contribuye con el crecimiento del mismo (Fregoni, 1999). El contenido de azúcar es bajo contrariamente al de los ácidos orgánicos que se comienzan a acumular, así como otros compuestos tales como taninos, aminoácidos, micronutrientes y compuestos aromáticos (Kennedy, 2002; Dokoozlian, 2002).

En esta fase el xilema es el responsable del transporte de agua, minerales, hormonas y nutrientes desde la raíz. Luego del envero su funcionamiento es reducido. El floema transporta fotoasimilados desde la canopia teniendo reducida función en los estadios tempranos de la baya pero se convierte en la fuente principal de alimentación luego del envero.(Greenspon *et al.*citado por Kennedy, 2002).

Fase II-

En esta fase se da un enlentecimiento del crecimiento. Dura entre 2 a 4 semanas. Coincide con el desarrollo definitivo del embrión y del endosperma de la semilla. Existe una competencia entre crecimiento de la semilla y el crecimiento del grano. En variedades esternocarpicas este estancamiento no es tan marcado ya que el embrión y el endosperma de las semillas aborta en las primeras etapas, por lo cual no existe competencia entre la semilla y el grano. (Fregoni, 1999).

Hay una fuerte disminución del tenor de giberelinas, auxinas y citoquininas. Se observa una débil aparición de etileno que disminuye en la siguiente fase (III). (Coombe *et al.*, 1973). Comienza un aumento gradual de ABA (Ac absisico).

En esta fase, el grano reduce y anula la fotosíntesis, pero se inicia la síntesis de los aromas, los polifenoles y otros compuestos estrechamente correlacionados a las características genéticas del cultivar, los cuales logran el máximo de intensidad en la fase de maduración.(Kennedy, 2002).

La inflexión en la curva de crecimiento determina el comienzo del envero caracterizado por la pérdida de clorofila, comienzo de la pigmentación en variedades tintas y cambios en la dureza del grano (ablandamiento) debido a una disminución de las sustancias pecticas y al menor potencial osmótico de sus células. La concentración de ácidos se mantiene alto y el tenor de azúcares bajo (Dokoozlian, 2002).

Fase III-

Dura aproximadamente de 45 a 50 días hasta cosecha (Champagnol, 1984).

En esta fase se reanuda el crecimiento celular y se acompaña de diversas modificaciones específicas del fruto que conducen a la maduración.

En esta etapa la baya continua su crecimiento pero más por elongación celular que por división celular.(González *et al.* Dokoozlian, 2002). Este proceso no ocurre por un estímulo hormonal de promotores (giberelinas, etc.) sino por el aporte de sustancias nutritivas por la planta principalmente carbohidratos y agua llegada a la baya, debido a su elevada presión osmótica en estas circunstancias (Hidalgo, 1977).

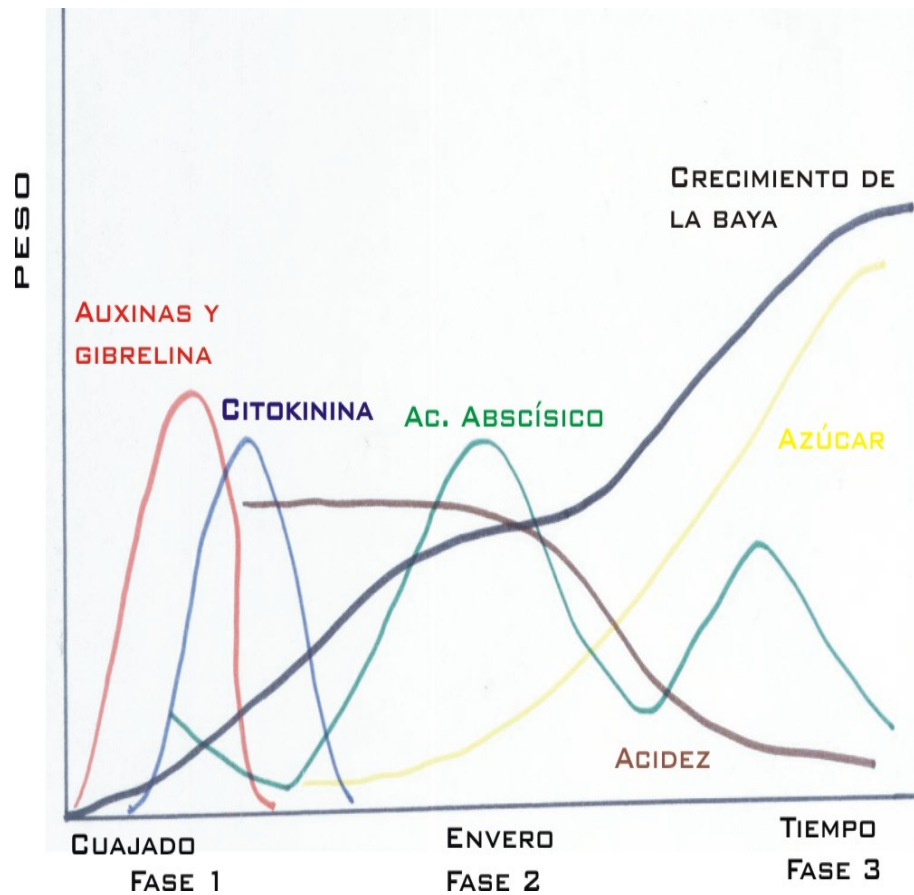
La concentración de azúcares aumenta marcadamente mientras que los ácidos disminuyen. Los taninos decrecen debido a su oxidación que provoca que se fijen a la pared de la semilla. Aquellos que se encuentran en el hollejo disminuyen o se mantienen constantes pero se modifican significativamente aumentando su tamaño y relacionándose con antocianos y pectinas (Kennedy, 2002).

Los componentes aromáticos producidos en el primer período de crecimiento disminuyen durante la maduración sobre todo las pirazinas (características de algunas variedades) que son indeseables, mientras que se producen precursores de aromas que proporcionan buenas características al vino como los compuestos glicosidados (Fariña L et al., 2000).

Según Champagnol (1984) esta fase se caracteriza por la presencia de ácido abscísico. Luego del envero el elevado contenido de ABA es debido a un transporte activo de la hormona de las hojas al fruto (Fregoni, 1999).

Durante esta etapa la baya es sensible al ABA exógeno y al Etefón (etileno). 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 mas velozmente en el hollejo que en la pulpa (Fregoni, 1999). El etileno se encuentra en muy bajos niveles durante esta fase (Weaver y Singh, 1978).

FIGURA 2. VARIACIONES EN EL CONTENIDO HORMONAL EN LA BAYA.



2.4.2. Hormonas

En este capítulo se explicará de forma general las hormonas, haciendo mayor hincapié en las giberelinas y el etileno, debido a que Prohexadione calcio interviene en sus metabolismos.

Las hormonas son reguladores producidas por las mismas plantas que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos de aquellas. Por lo común, las hormonas se desplazan en el interior de las plantas de un lugar de producción a un sitio de acción (Weaver, 1976). Gran parte de los procesos fisiológicos en la planta no están

gobernados por un solo tipo de sustancias sino por equilibrios hormonales complejos (Martín Peña, 2000).

2.4.2.1.Auxinas

Fue la primer hormona descubierta en las plantas y es uno de los reguladores de crecimiento mas difundidos en la agricultura. (Taiz y Zeiger, 1998). Su representante característico es el ácido indolacético (AIA), aunque existen otras auxinas naturales y sintéticas.

Síntesis

El precursor principal es el aminoácido triptofano y también se puede sintetizar a partir e de precursores de este (Azcon Bieto y Talón, 2000)

Según Champagnol (1984) la síntesis de auxinas ocurre en los ápices de los tallos, así como de las raíces y en las semillas.

Efectos

Las auxinas están implicadas en muchos procesos fisiológicos, por que afectan a la división celular, crecimiento y diferenciación de las células. Producen alargamiento a nivel de raíz y tallos, interviene en procesos de división celular y diferenciación vascular, la dominancia apical y el desarrollo de frutos. (Azcon Bieto y Talón, 2000; Taiz y Zeiger, 1998). También en muchas angiospermas produce partenocarpia.

Las auxinas favorecen el crecimiento porque modifican la extensibilidad celular, al producir factores que ablandan la pared. Uno de estos factores podría ser la acidificación del espacio apoplastico.

En general, la acción de las auxinas no es aislada sino que influyen otras hormonas, como el etileno y las giberelinas. Las auxinas participan en el control de los niveles endógenos de las citoquininas (Azcon Bieto y Talón, 2000).

2.4.2.2.Citoquininas

Las citoquininas permanecen como el grupo de hormonas vegetales menos conocido (Azcon Bieto y Talón, 2000).

Las citoquininas naturales conocidas son derivados de la base purica adenina (6-aminopurina). Todas ellas poseen un sustituyente de naturaleza isoprenoide o aromática, en el anillo de purina.

Síntesis

Son sintetizados mayoritariamente, en las zonas meristematicas de la raíces, pero también, en órganos aéreos, especialmente tejidos meristematicos. Las citoquininas durante el desarrollo de la semilla se sintetizan principalmente en el endosperma.

Efectos

Están involucradas en la división celular y la expansión, proliferación de yemas axilares (ruptura de la dominancia apical), neoformación de órganos in Vitro. Senescencia foliar, desarrollo de los cloroplastos y floración (Taiz y Zeiger, 1998; Azcon Bieto y Talón, 2000)

En la mayoría de estos procesos, las citoquininas, actúan en conjunto con otros estímulos, especialmente hormonales y ambientales. De particular importancia son la interacción de las citoquininas con las auxinas y con la luz. (Azcon Bieto y Talón, 2000)

2.4.2.3. Giberelinas

Las giberelinas son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos del crecimiento y desarrollo de los vegetales superiores. Fueron descubiertos a mediados del siglo XX por fitopatólogos japoneses que estudiaban una enfermedad que provocaba alargamiento excesivo de los tallos “bakanae” en el cultivo de arroz, causada por un hongo *Gibberella fujikuroi*.

Desde entonces se han aislado y caracterizado más de 121 giberelinas, la mayoría a partir de vegetales superiores y el resto a partir de *Gibberella*. (Talón y Azcon Bieto, 2000).

La mayoría de las giberelinas excepto la giberelina 1 no poseen capacidad per se para regular el desarrollo de las plantas, sino que son precursores o productos inactivos laterales o finales, de las rutas que sintetizan las giberelinas activas.(Phinney, 1984 citado por García-Martínez, 1997)

Biosíntesis y metabolismo

Los mayores niveles de giberelinas son sintetizados en los tejidos de las semillas. Las mismas pueden ser transportadas a través de los tejidos a los diferentes puntos de las rutas metabólicas. En los tejidos vegetativos principalmente hojas jóvenes, yemas y ápices vegetativos, existen síntesis de giberelinas pero en menor cantidad (Coolbaugh, 1985 citado por Taiz y Zeiger, 1998).

Los primeros pasos en la producción de las giberelinas ocurren en un tejido, pero el metabolismo para su activación ocurre en otra parte. Las giberelinas están compuestas por terpenoides, constituyendo 20 átomos de carbono derivados de 4 unidades de isoprenos (Taiz y Zeiger, 1998).

El primer compuesto en la síntesis de las giberelinas es el ácido mevalónico, donde en una serie de pasos consecutivos se forma ent-kaurene, siendo el primer producto específico de la biosíntesis de las giberelinas. (García-Martínez, 1997; Taiz y Zeiger, 1998). Una segunda etapa de la biosíntesis se podría considerar la formación de GA₁₂ –aldehído a partir del ent-kaureno mediante reacciones de oxidación (García-Martínez, 1997). En la tercer y final etapa de la biosíntesis; la GA₁₂ –aldehído es convertida a diferentes giberelinas. Muchas de estas reacciones son catalizadas por dioxigenasas solubles que usan 2-oxoglutarico como co-sustrato, requiriendo hierro y ascórbico para una máxima actividad (Hedden citado por García-Martínez, 1997).

La producción de giberelinas activas requiere de una oxidación del carbono 20 resultando de una pérdida de CO₂, con la formación de un esqueleto carbono 19 seguida de una 3-β hidroxilación (García-Martínez, 1997; Talón y Azcon Bieto, 2000).

Modo de acción y efectos causados

El modo de acción de dicha hormona es activar la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir a las células en fase G1 a sintetizar ADN. También modifica la extensibilidad de la pared celular, inducen la deposición transversal de microtubulos y reducen la acumulación de calcio en la pared. (Talón y Azcon Bieto, 2000; Taiz y Zeiger, 1998)

Producen un amplio y variado abanico de respuestas, afectando tanto la regulación del crecimiento vegetativo como el desarrollo reproductivo.

Controla la elongación del tallo y en algunas plantas puede causar la reversión a la fase juvenil.

Interviene en los procesos reproductivos de los vegetales, participando en el control de la inducción floral, en el crecimiento y producción de flores, en el cuajado y desarrollo de los frutos (Talón y Azcon Bieto, 2000).

Control del crecimiento y desarrollo del fruto

La fuente de mayor importancia para la regulación del crecimiento de los frutos, se encuentra en la semilla, ya que es el sitio de producción de giberelinas. Se ha demostrado que el número de frutos que cuajan y su tamaño individual, se correlaciona con el número de semillas. En frutos con semilla, la ausencia de polinización y de semilla detiene el crecimiento del fruto provocando su abscisión (Talón y Azcon Bieto, 2000).

Cuando el embrión de la semilla es joven, las giberelinas juegan un rol importante en el crecimiento de las células encargadas de la atracción de nutrientes, mientras que en semillas más maduras estas hormonas estimulan el crecimiento del fruto (Taiz y Zeiger, 1998). El efecto inductor de las GAS en el desarrollo del fruto parece relacionarse con su capacidad para estimular la movilización de asimilados y compuestos fotosintéticos hacia el mismo.

En las primeras etapas del crecimiento del fruto, las giberelinas juegan un rol fundamental, presentando en dicha etapa un aumento marcado en sus niveles hasta hacerse nulo al iniciarse la segunda etapa del desarrollo de la baya (Talón y Azcon Bieto, 2000).

Scienza *et al.* (1978), detectaron dos picos de producción de giberelinas en la fase I del desarrollo del fruto en Cabernet Sauvignon, estando correlacionados los niveles de estos dos picos con el número de semillas por baya.

Numerosos trabajos como se citan a continuación, realizando aplicaciones exógenas de giberelinas reafirman los momentos de mayor actividad de la hormona.

El-Zeftowi y Weste (1970), en trabajos realizados con aplicaciones de reguladores de crecimiento; giberelinas y PCPA (p-chlorophenoxyacetic acid), en múltiples aplicaciones de cada uno de ellos y en diferentes combinaciones, en dos momentos de aplicación, plena flor y dos semanas posteriores, llegan a la conclusión de que los mayores rendimientos son obtenidos al aplicar giberelinas y PCPA dos semanas luego de floración en comparación con los tratamientos realizados en plena flor y control, al aumentar el tamaño de grano.

Otros trabajos como los realizados por Kirpal (1978), en Thompson Seedless demuestran un importante efecto en el aumento del tamaño de grano, en aplicaciones de giberelinas, desde floración hasta cuatro semanas después de cuajado pero no encontraron efectos en aplicaciones en envero.

Ben -Tal Y (1990), observó un efecto en cuanto al momento y número de aplicaciones de giberelinas en Thompson Seedless. Se realizaron 8 aplicaciones en total, desde floración separadas por un intervalo de 3 a 4 días. El peso y el volumen de la baya aumentan con el número de aplicaciones hasta cuajado más 15 días (4ª aplicación). Otro efecto que causa la aplicación de giberelinas en cuajado, es un retardo en la maduración que se aprecia con menores contenidos de sólidos solubles y mayores contenidos de acidez. Esto podría ser atribuido a un mayor tamaño de racimo, a un aumento del rendimiento ya que se duplicó, y en menor medida a un efecto directo de la hormona que es antagónica al etileno.

El-Bama y Weaver, (1979); Harrell y Williams (1987), observaron un aumento en peso y tamaño de la baya al aplicar giberelinas en cuajado, el segundo autor cita otros trabajos donde la aplicación de giberelinas no produjo significancias en el aumento de las bayas y lo atribuye al momento de aplicación, siendo más efectivo en el cuajado.

En ensayos realizados por Hayashi *et al.*, (1997), con aplicaciones de ácido giberelico en el cv. Italia en el estado fenológico 31 de Eicchom y Lorentz, se observó un efecto positivo de la aplicación sobre el peso y tamaño de las bayas.

Existen numerosos productos que actúan en la inhibición de las giberelinas, en diferentes etapas de su síntesis. Por ejemplo los que actúan inhibiendo directamente en su biosíntesis como: chlormequat (2-chloro ethyl trimethyl ammonium chlorude), daminozide (succinic acid 2.2 -dimethyl hydrazide) etc, pero las desventajas es que tienen un efecto persistente en la planta y propiedades tóxicas (Curry et al 1983 citado por Unrath et al 1999). Otros productos como el AMO-1618 y el paclobutrazol (B- (4-chlorophenyl) methyl) - α - (1.1- dimethylethyl)-1H- 1.2.4- triazole-1ethanol), inhiben la síntesis del ent-kaureno. Estos productos se usan comercialmente en la agricultura, para inhibir el crecimiento y elongación de tallos vegetativos, promoción de la floración, etc. (Taíz y Zeiger, 1998). Mas recientemente el uso de Prohexadione calcio (calcio 3.5 dioxo-4-propio-nyl-syclohexane-carboxilate), en el control del crecimiento vegetativo, en

el manzano y otros cultivos, actúa en la inhibición en la etapa final de activación de las giberelinas.

2.4.2.4. Etileno

El etileno es la estructura química más simple con actividad en forma gaseosa. Su efecto en la planta se produce en muy bajas concentraciones y se manifiesta en todas las etapas de su ciclo biológico (Talón y Azcon Bieto, 2000).

Esta hormona juega un rol importante en la maduración de los frutos provocando cambios en el metabolismo, como aumento de la respiración, cambios de color, textura, aroma, etc (Oetiker y Yang, 1995).

Biosíntesis y metabolismo

La primera etapa específica de la síntesis de etileno la constituye la conversión de SAM (S-adenosilmetionina) en el ácido 1-amino ciclopropano-1-carboxílico (ACC), a través de la enzima ACC sintetasa (ACS). La etapa final la constituye la oxidación de ACC a etileno por la enzima ACC oxidasa (ACO) (Talón y Azcon Bieto, 2000).



Esta reacción requiere iones Fe^{++} como otras oxigenasas para su actividad. La ACO (ACC oxidasa), tiene una alta afinidad por su sustrato y necesita la presencia de oxígeno y también se estimula por CO_2 (Bonghi *et al*, 2001; Talón y Azcon Bieto, 2000).

La difusión del etileno en los espacios intracelulares dentro del fruto probablemente coordina la maduración diferencial de sus tejidos. (Salisbury y Ross 1996)

La uva es un fruto no climatérico, según Mc Murchi citado por Oetiker y Yang (1995), clasifica su comportamiento como sistema I. Esto se caracteriza por presentar

bajos niveles de etileno producidos, que juegan un rol importante en el control de la maduración (Yang citado por Vendrell y Palower, 1997).

La uva responde a aplicaciones exógenas de etileno a pesar de los bajos niveles de etileno endógeno. Experimentos con inhibidores de biosíntesis de etileno demuestran una acción significativa. En otros frutos no climatéricos no hay respuesta como es el caso de frutilla (Goldschmidt, 1997). Aplicaciones de Ag^{++} (plata), antagonistas de la acción de etileno pueden inhibir los niveles de etileno endógeno (Yang citado por Vendrell y Palower, 1997) ocasionando retrasos en la maduración.

Comportamiento endógeno

EL etileno se produce en floración alcanzando un pico que disminuye severamente hasta cuajado. Luego se da un aumento más débil en envero, disminuyendo hasta la maduración (Weaver y Singh, 1978). Según Coombe y Hale (1973) cantidades endógenas de etileno estarían involucradas en la fase II y III del crecimiento de la baya, teniendo efecto en la maduración del fruto ya que presentan respuestas a aplicaciones exógenas en estas etapas.

Efectos

Aplicaciones exógenas de precursores de etileno en *Vitis vinífera* promovieron la abscisión de flores y frutos mas eficientemente en aplicaciones realizadas en floración que en cuajado, explicado esto por que naturalmente la abscisión se da en los primeros estadios (Weaver y Pool, 1969).

El uso de Ethepon en cuyas aplicaciones se libera etileno ha sido utilizado como raleador de bayas y racimos. La acción de esta sustancia aumenta la concentración de etileno natural (Coombe y Hale, 1973). El aumento de etileno en la planta induce senescencia causando incrementos en la actividad de las celulosas, pectinasas y poligalacturonasas, (Hirschfeld citado por Szyjewicz, 1984), aumenta la respiración en las bayas pero sin el acompañamiento de la permeabilidad de la membrana. (Steenkamp *et al* citado por Szyjewicz, 1984). Estos mismos investigadores encontraron un incremento en la actividad de la enzima PAL (phenylalanine-ammonia-lyase) que es acompañado de un incremento de los antocianos y polifenoles.

Trabajos realizados por Blumetto *et al.* (2000), en aplicaciones de Ethephón en el cultivar Tannat, en cuajado, disminuyó la producción por planta en un 50% con relación al testigo, debido a un raleo de bayas. El contenido de sólidos solubles fue mayor con relación al testigo mientras que la acidez no se modificó.

En diferentes momentos de aplicación de etileno (Ethrel) desde la 4ª a la 9ª semanas post antesis, se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de coloración de los granos y en la relación azúcar /acidez medida 10.5 semanas luego de antesis, para las dosis 500mg/l y 1200 mg/l, en la variedad Shiraz. En los tratamientos a la 8ª y 9ª semana luego de antesis el % de coloración de los granos fueron significativamente mas altos, con respecto a los demás tratamientos para cualquiera de las dosis. En el resto de los tratamientos hay un retraso en la maduración, provocando la dosis 1200mg/l abscisión y toxicidad. En cuanto a la relación azúcar /acidez el único tratamiento que mostró una diferencia significativamente mayor con respecto al testigo fue el de la 8ª semanas post antesis (Hale *et al.*, 1970).

2.4.2.5. Acido abscísico

Es un regulador esencial del crecimiento de las plantas que se encuentran en pequeñas cantidades en los tejidos vegetales. Se identificó por primera vez en 1963 por Adick y col (Salisbury y Ross 1996).

Síntesis

El ABA es un sesquiterpeno apocarotenoide, que se sintetiza en los cloroplastos y otros plastidios mediante escisión oxidativa de los epoxicarotenoides neoxantina violaxantina. Las reacciones iniciales que intervienen en la síntesis del ABA son idénticas a otros isoprenoides como las giberelinas (Azcon Bieto y Talón, 2000).

Efectos fisiológicos

El ABA presenta efectos fisiológicos que parecen estar implicados en respuestas al estrés y en procesos del desarrollo

Una de las respuestas características en las plantas frente al estrés hídrico es el incremento del ABA. La protección frente al estrés es doble por que reduce la transpiración e induce la síntesis de proteínas que favorecen la resistencia a la

desecación. El ABA induce el cierre de los estomas. También responde a otros estreses como las lesiones, cambios térmicos y altas concentraciones salinas.

El ABA controla el desarrollo de embrionario en las semillas desde su inicio a la maduración. Participando también en el control de la dormancia de la misma y de las yemas. (Azcon Bieto y Talón, 2000; Taiz y Zeiger, 1998). Inhibe el desarrollo vegetativo (Azcon Bieto y Talón, 2000).

Es responsable de la inducción de las enzimas implicadas en la degradación de la lamina media y pared celular y consecuentemente la abscisión. El ABA ejerce un papel estimulador a través de la síntesis de etileno. (Azcon Bieto y Talón, 2000; Taiz y Zeiger, 1998).

2.4.3. Cambios físicos y químicos de la maduración

Externamente es fácil de distinguir por el cambio de color en variedades tintas y también por otros atributos como el reblandecimiento de la pulpa, observándose cambios físicos y químicos notorios. (González *et al.*, 2001).

2.4.3.1. Aumento del tamaño del grano

Dentro de los cambios observados se destacan el aumento del peso y volumen de las bayas; siendo este muy variable en función de las lluvias. Peynaud (1989); Becker *et al.*, citado por Andrades (1990), afirma que el tamaño final de la baya está influenciado por el aporte de agua al inicio del desarrollo.

Aparte del agua hay otros factores involucrados en el tamaño del grano, como ser: genéticos así como por el número de semillas. Este último es de fundamental importancia, ya que cuanto más elevado sea su número, mayor será el estímulo inicial de crecimiento y más larga la duración de la fase final (Fregoni, 1999). Dass y Randhawa (1968) demostraron el efecto de las semillas como fuente de giberelinas, ya que en aplicaciones exógenas de esta hormona, a variedades con semillas 10-11 días antes de floración provocó la apirenia en el 90% de las bayas, por su efecto polinizada. El tamaño de las mismas disminuyó considerablemente debido a la ausencia de semillas.

2.4.3.2. Evolución y características de los fenoles.

Uno de los atributos que contribuyen en gran medida a la calidad del vino como es el color está ligado a la presencia de compuestos fenólicos (Díaz-Plaza *et al.*, 2000; Saint-Criq *et al.*, 1999). También intervienen en otras características organolépticas tales como: aroma, sabor, astringencia, dureza y otras propiedades como acción bactericida, efecto vitamínico y antitóxico (Andrades, 1990).

Los polifenoles constituyen un gran grupo que incluyen 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 Cortes, citado por González-Neves, 1994)

Desde el punto de vista enológico los polifenoles se clasifican en dos grandes grupos: ácidos fenólicos que comprenden los ácidos benzoicos y cinámicos; y los flavonoides que se subdividen en flavonoles, antocianos, catequinas y leucoantocianos (Fregoni, 1999). Hay también moléculas fenólicas de tamaño mayor que se denominan taninos y son resultados de condensaciones y polimerizaciones de catequinas, antocianos y proantocianidinas (Díestefano citado por González –Neves *et al.*, 1997).

En la uva los polifenoles se localizan en las partes sólidas es decir en hollejos y semillas encontrándose diferencias cualitativas y cuantitativas según la parte de la baya de que se trate, de la variedad, del estado de madurez y del año de producción (Prieur, citado por Díaz-Plaza *et al.*, 2000; Renaudin, 2001; Saint-Criq *et al.*, 1999).

Según trabajos realizados por Darné (1988), la síntesis de antocianos comienza tres semanas antes del envero. A partir de éste, el tenor total de antocianos aumenta marcadamente hasta un máximo, para disminuir mas lentamente en el momento de madurez tecnológica que corresponde al máximo tenor de azúcares reductores en la baya.

La mayoría de los antocianos encontrados en *Vitis vinífera L.* están constituidos por tres monoglucosidos derivados de los siguientes cinco pigmentos: cianadin, peonidin, delphinidin, petunidin y malvidin que juegan un rol importante en la intensidad de color y estabilidad del vino (Matthews, 2001). Cada antociano presenta diversas estructuras moleculares que se encuentran en equilibrio entre si, variando su coloración de acuerdo al pH del medio. En ambientes fuertemente ácidos hay máxima intensidad de color rojo. (Glories, 1984). Se extraen en mayor o menor grado dependiendo del contenido inicial en uva y de los procesos de maceración y fermentación (Díaz-Plaza M *et al.*, 2000).

Los taninos se encuentran principalmente en la semilla pero también en escobajos verdes y racimos inmaduros de características herbáceas e indeseables ya que se traducen a un vino amargo y astringente.

La formación de taninos y antocianos viene regulada por la actividad enzimática de la PAL (Fenilalanina amino-liasa), y se realiza principalmente en la piel de las uvas. Por ello cuando los granos se someten a exposición solar aumenta la actividad de dicha enzima y por tanto de los antocianos (Roubelais Angelaquis *et al.* citado por Gonzáles *et al.*, 2001; Champagnol, 1984; Hrazdeina *et al.* citado por Darné, 1988)

Según Champagnol (1984), los ácidos fenólicos, las ligninas y una parte de las moléculas de los flavonoides derivan del ácido cinámico, por degradación de un aminoácido (fenilalanina) y mediante la intervención de un sistema enzimático la fenilalanina amino liasa (PAL).(ver anexo I). La vía de formación de estos compuestos fenólicos es competitiva con el crecimiento de la planta, en consecuencia cualquier acción vigorizante actuara en contra de la síntesis de antocianos. Labores culturales como el aclareo de hojas viejas favorecen la acumulación de antocianos en la baya (Fregoni, 1999).

La síntesis de los polifenoles dependen de la buena iluminación y temperatura a nivel del racimo, y todo lo que altere las condiciones óptimas, por exceso o por defecto, supone una inhibición de la síntesis de polifenoles (Carbonneau, 1980).

La temperatura y el fotoperíodo tienen un papel cualitativo y cuantitativo en la síntesis y acumulación de compuestos polifenólicos. Este papel es complejo y se sitúa a diferentes niveles, como la intermediación en la acumulación de azúcares (fotosintatos,

migración, respiración) o por efecto directo o indirecto de otras reacciones (Champagnol, 1984).

2.4.3.3.Acumulación de azúcar

Se da una brusca acumulación de azúcares a partir del envero, aunque ya se empieza a acumular desde cuajado. Este aumento se explica por la movilización de las reservas que son transferidas al fruto (Martiau citado por Andrades, 1990; Fregoni; 1999) y por un constante aporte diario de la actividad fotosintética.

La acumulación de azúcares es el fenómeno mas importante de la maduración, no solo por que de los azúcares deriva el alcohol, sino también por que son la base de formación de otros compuestos como polifenoles, antocianos y aromas, etc. Ciertos aromas no se acumulan en las bayas si la graduación de azúcares no supera los 15° (Fregoni, 1999). Según estudios realizados por Pirie *et al.* (1980) la acumulación de fenoles se ve estimulada por la concentración de azúcar en la baya.

El sistema de acumulación de azúcar, durante la maduración depende de numerosos factores entre otros: las características genéticas de la variedad (Hunglin y Shneider, 1998), la relación que existe entre la producción y superficie foliar (González *et al.*, 2001), todos los factores que influyen en la fotosíntesis (Kriedmann citado por González *et al.* 2001) y el reparto de fotoasimilados en la planta (Champagnol 1984).

2.4.3.4.Evolución de la acidez y pH

El cambio en los ácidos orgánicos y el efecto resultante sobre el pH de la uva puede ejercer una influencia sobre factores como aroma, extracción de antocianos durante la elaboración y estabilidad del color de los productos de la uva.

La constitución ácida de las bayas es fuertemente heterogénea siendo el estado de los ácidos diferente según la parte de la uva que se considere. La acidez total es siempre mayor en la pulpa ya que en el hollejo la mayor parte de los ácidos esta salificados (Andrades, 1990).

Los ácidos predominantes son el tartárico y málico, alcanzando de un 70 a un 90%. Estos dos ácidos son los que explican la evolución de la acidez en la maduración. El ácido tartárico es el ácido mas fuerte y estará determinando el pH del vino (Peynaud, 1989).

Durante el período de maduración se da una disminución de la acidez. Esto se debe fundamentalmente a la movilización de bases que neutralizan los ácidos, a un fenómeno de dilución del contenido de las células de la baya que aumenta su volumen y por un proceso de combustión interna del ácido málico que se respira, siendo este último efecto muy influenciado por la temperatura (Andrades, 1990; Fregoni, 1999).

El pH de los mostos y de los vinos esta estrechamente relacionado con la acidez total de los mismos, su valor se suele situar entre 2.7 y 3.8, siendo sus cambios causados por el metabolismo de los ácidos más importantes y la acumulación de cationes los cuales transforman los ácidos libres en sus respectivas sales.

2.4.3.5.Características de los compuestos aromáticos

Los compuestos aromáticos pueden ser de diferentes orígenes:

a) Aromas varietales son los que provienen de la baya, clasificándose la variedad como aromáticas, medianamente aromáticas o poco aromáticas. La concentración y la calidad de los aromas se correlacionan positivamente con el tenor de azúcares y el “terroir” (Fregoni, 1999).

Los aromas varietales siguen la evolución de las azúcares durante la maduración y disminuyen en sobremaduración, mientras que se desarrollan otros aromas que se consideran no deseables del vino. La buena expresión de estos aromas supone una cosecha en un estado de maduración bien controlado (Champagnol, 1984).

b) Aromas fermentativos que derivan de la fermentación alcohólica y maloláctica del mosto.

c) Aromas postfermentativos derivados del envejecimiento del vino en madera y estacionamiento en botella.

El potencial aromático de las uvas está determinado por la presencia de los siguientes compuestos:

1) Componentes volátiles involucrados en la tipicidad aromática de la cepa, los cuales pertenecen a dos grupos químicos: terpenos (característicos de los Moscateles) y pirazinas (características del Cabernet Sauvignon) (Fariña L. *et al.*, 2002). Según Zoecklein (1997), dentro de los compuestos volátiles se encuentran los monoterpenos que contribuyen aromas florales, los norisoprenoides contribuyen aromas frutales y las methoxipirazinas aportan características herbáceas.

2) Componentes que, actuando como precursores, aportan al vino una tipicidad de origen varietal. Estos pueden ser clasificados en diversas categorías de compuestos cuyo conocimiento se encuentra en etapa de desarrollo: derivados de carotenoides particularmente C13-norisoprenoides, compuestos volátiles de origen fenólico y sustancias glicosidadas. Estos componentes están relacionados con las cepas productoras de vinos de calidad superior y por lo tanto de mayor interés.

Entre los componentes responsables del aroma de un vino que puede ser condicionados desde la uva y por lo tanto dependen del manejo del viñedo, se destaca el interés sobre las formas glicosidadas (D-glucósidos y diglicósidos). (Fariña *et al.*, 2002)

Estos últimos compuestos que no se encuentran en general en forma libre, ya que están unidos a carbohidratos, son precursores de aromas (Zoecklein, 1997) y muy interesantes desde el punto de vista olfativo pues tienen umbrales olfativos bajos y poseen olores característicos (quemado, alquitrán, vainillado). Estas sustancias representan en la uva un potencial de aroma ligado muy importante, que es función de la cepa y que están prontos a liberar la aglicona responsable del aroma en el vino.

El contenido de carotenoides en la pulpa de la uva, es suficiente para cumplir su papel de precursor de aromas. Este contenido presenta una enorme variabilidad según la cepa y la zona de cultivo (Fariña *et al.*, 2002).

Los aromas son parte de la microestructura del vino, que hoy día se considera mas importante que la macroestructura del vino (alcohol, acidez, etc.) (Fregoni, 1999). Se ha demostrado que existe una correlación positiva entre metabolitos secundarios de aromas con la calidad final del vino (Zoecklein, 1997).

2.5.PRINCIPALES FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA UVA.

2.5.1.Factores climáticos.

El clima de una región está determinado por la interacción de una serie de factores, de los cuales la temperatura, precipitaciones y el grado de iluminación son los que más incidencia tienen en la calidad final de la vendimia. (Champagnol, 1984)

Las condiciones climáticas inciden en la síntesis, acumulación y degradación de los componentes más importantes de la uva como los azúcares, ácidos y los componentes fenólicos. (Glories, 1984)

Efecto de la temperatura

La temperatura determina como se dará el proceso de maduración de la uva y afectará la calidad del vino, ya que influyen en el contenido de aromas, color y relación azúcar/acidez, etc. (Martínez de Toda, 1995)

Las temperaturas elevadas, por encima de 42°C son desfavorables para las plantas, pues pueden producir escaldaduras en hojas y frutos. Las temperaturas próximas o ligeramente superiores a 30°C son importantes para la obtención de mostos de alta graduación alcohólica. Previo a la vendimia las temperaturas elevadas y un ambiente seco son de capital importancia para la obtención de frutos sanos y una correcta relación azúcar / acidez. (Ferraro Olmos, 1983)

Efecto de la iluminación

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

Cuanto mayor sea la iluminación y la exposición de las hojas a la luz habrá una mayor producción de fotoasimilados que determinarán un mayor contenido de azúcares y calidad en los granos. (Baubals, 1998)

Efecto de las precipitaciones

Las precipitaciones son la principal determinante del régimen hídrico del suelo

Y afectan fuertemente la fertilidad global del suelo, ya que condiciona la cantidad de agua disponible para la vid en sus diferentes etapas de crecimiento (Ferraro Olmos, 1983).

Un régimen pluviométrico intenso en primavera-verano es nocivo para la vid, pues aumenta los factores que favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas, ya que provocan condiciones de alta humedad que predisponen a los racimos a contraer pudriciones, principalmente *Botrytis cinerea*. Por otra parte, la absorción exagerada de agua próximo a la vendimia trae como consecuencia una disminución importante del tenor de azúcar (Riberau-Gayon y Peynaud, 1982).

2.5.2.Fecha de cosecha

El período de maduración es la fase más importante desde el punto de vista enológico.(Andrades, 1990). La uva de vinificar no es una fruta como tal, para consumo en fresco, sino que es en realidad una materia prima semielaborada que si en ésta no esta implícita la calidad enológica, la misma será imposible de encontrar en el vino (Rodríguez Villa, 2000).

La evolución en la maduración no es homogénea, tanto dentro de una misma parcela existen adelantos y atrasos de una planta a otra y hasta en el mismo racimo se producen variaciones (Andrades, 1990). Esto produce dificultades en la concreción de una fecha óptima de cosecha; sumando a esto las inclemencias climáticas como las precipitaciones que en reiteradas ocasiones no permiten que un producto exprese su máximo potencial enológico.

La fecha de cosecha se ha determinado casi exclusivamente por el contenido de azúcar y acidez total buscando una determinada relación entre ambos (madurez tecnológica). Lo anterior presenta ciertas dificultades ya que son procesos fisiológicos muy diferentes los que determinan su contenido en la uva.

Por otra parte, una determinación de la fecha de cosecha solo en función de ello puede no corresponderse a la madurez enológica, la cual esta definida por aquella que permita hacer el mejor vino. Para esto es necesario considerar los aromas y los polifenoles teniendo en cuenta la madurez del hollejo y la semilla. (Pszczolkowski y Latorre., 2001). A medida que la semilla madura, ésta será menos amarga y en la maceración proporcionará menos taninos duros (Bissón, 2001).

2.5.3. Equilibrio vegetativo-reproductivo

Debido a que todos los constituyentes de la baya provienen de la actividad foliar y particularmente de la fotosíntesis, solo es posible una óptima maduración si existe una adecuada superficie foliar por unidad de producción. (Smart, 1990)

El peso de la madera (peso de poda), es un buen indicador de la superficie foliar de la vid durante la estación. La relación del rendimiento/ peso de poda (Índice de Ravaz) es una medida que refleja el estado vegetativo y productivo de la planta (Smart y Robinson, 1991) y permite analizar si la planta se encuentra equilibrada o no. El balance fuente/fosa es uno de los principales indicadores para evaluar el potencial productivo de una planta tanto en rendimiento como en calidad. (Champagnol, 1984)

Para las condiciones de Uruguay, cuando los valores de este índice son entre 5 y 9, indican que existe un adecuado equilibrio vegetativo-reproductivo (Ferrer *et al.*, 1997).

Según Ravaz citado por Champagnol (1984) el rango óptimo se encuentra entre 5 a 7; y según Bertamini citado por Tardáguila y Bertamini (1993), existe un buen equilibrio cuando dicha relación es alrededor de 10, valores superiores indican exceso de producción, mientras que valores alrededor o menores de 3 muestran un vigor excesivo. Amati *et al.* (1994), indica que el aumento en la relación en la producción de uva y madera disminuye la capacidad de almacenamiento de las reservas, con consecuencias sobre la producción siguiente y probablemente sobre la longevidad de la planta

2.5.3.1. Efecto del vigor

Brotes con alto vigor crecen rápidamente, tienen grandes hojas, entrenudos largos, son gruesos con crecimiento lateral activo, muchos nudos y tienden a producir gran cantidad de feminelas provocando un desequilibrio hacia la parte vegetativa. De forma opuesta los pámpanos demasiado débiles tienen una insuficiente área foliar para garantizar una buena maduración (Champagnol, 1984).

El sombreado deprime el crecimiento de los pámpanos, por lo tanto el peso de cosecha por brote es bajo. En respuesta al bajo rendimiento, el crecimiento vegetativo se favorece y el sombreado se incrementa, por lo tanto el ciclo vicioso de crecimiento vegetativo es perpetuado. El incremento de la luz en la canopia estimula procesos los cuales incrementan el rendimiento por brote. La competencia con el racimo restringe el crecimiento del brote y la densidad de la canopia puede ser reducida. (Smart y Robinson, 1990)

La producción de carbohidratos es representada como la parte activa del balance energético, siendo la parte pasiva la respiración. Un pámpano vigoroso tiene una actividad respiratoria muy elevada por lo que la distribución de azúcar es mayor (en términos relativos) a pámpanos de mediano a bajo vigor que presentan un balance mas equilibrado de fotosíntesis y respiración. Estos últimos son capaces de translocar mas fotoasimilados hacia racimos y reservas (Fregoni, 1999).

En general un vigor excesivo es desfavorable por numerosos procesos fisiológicos de la vid. Por ejemplo un pámpano vigoroso es más productivo en azúcar pero presenta mayor actividad respiratoria por lo cual gran parte de ese azúcar se “pierde”o se utiliza para nuevo crecimiento vegetativo. Según Brannas (1977), la respiración y síntesis vegetativa en el período de envero a maduración, disminuye la concentración de azúcar en la baya

El vigor óptimo varía en función del objetivo enológico, en general el vigor debe disminuir en proporción al tenor de azúcar necesario en la baya. Bajo vigor es requerido para una graduación de azúcar elevada y por ende mayores factores cualitativos como aromas, color, etc. (Hunglin y Shneider, 1998).

Otro factor negativo de un excesivo vigor, es que ello puede provocar una competencia en la producción y diferenciación de las yemas para el año siguiente mediante su influencia sobre el mecanismo hormonal. El equilibrio vegetativo-reproductivo esta muy influenciado por las hormonas de crecimiento que determinan la translocación de carbohidratos a las diferentes fosas. Si las hormonas promotoras del crecimiento prevalecen en el ápice hacen de este el centro privilegiado de utilización de azúcares. Esto se invierte si dichas hormonas son mayores en los racimos, siendo utilizado el azúcar para el crecimiento en la primer fase de desarrollo y por la acumulación en la fase de maduración (Fregoni, 1999)

2.5.3.1.1.Control del crecimiento vegetativo

Aunque las sustancias naturales endógenas del crecimiento controlan normalmente el desarrollo de las plantas, puede modificarse el crecimiento mediante la aplicación de sustancias exógenas, algunas de las cuales pueden producir resultados provechosos para el hombre (Weaver, 1976).

Con el fin de reducir el crecimiento vegetativo y evitar excesivo vigor se aplican retardadores de crecimientos.

Trabajos en aplicaciones de CCC (2-chloroethiltrimethyl ammoniumchloride), tanto en la parte superior e inferior del follaje, redujeron el movimiento de fotoasimilados hacia las hojas tratadas. Al inhibir el crecimiento vegetativo, demandan menos fotoasimilados para su desarrollo, sin embargo la exportación de los mismos producidos por las hojas no se vieron afectados (Koblet, 1977).

Según Hunglin y Shneider (1998), aplicaciones tempranas de CCC inhibieron el crecimiento vegetativo y aumentaron la iniciación floral al año siguiente por una inhibición de las giberelinas.

En aplicaciones del inhibidor de crecimiento CEPA (Amchem), cuatro a seis semanas luego de floración, cuando los brotes tenían 120-140 cm de longitud en la parte superior del follaje, mostraron que el producto provocó una inhibición del crecimiento vegetativo y un pequeño adelanto en la maduración, resultando en un aumento en la translocación de metabolitos que se destinan al fruto. Se dio un incremento en la acumulación de sólidos solubles, coloración y una disminución en la acidez. No tuvo efectos significativos en el tamaño del grano (Lavee *et al.*, 1977).

2.5.3.2. Nivel de producción

Entre los factores que inciden en la calidad de la uva se consideran relevantes la producción por planta, ya que se ha demostrado que guarda una relación inversa con la concentración de algunos de los componentes de la calidad (Ferrer *et al.*, 2003).

En trabajos realizados por Ferrer et al., (1997) se da una correlación negativa entre el nivel de producción y la acumulación de azúcar siendo esta de -0.848 , $p=0.07$.

La producción por planta esta determinada por el numero y peso de bayas, numero de racimos y peso de los mismos y es resultado de una serie de procesos que tiene lugar desde muchos meses antes que las uvas son cosechadas y tienen que ver con factores internos y externos de la planta (2)

Aumentos en la producción provoca la disminución del peso medio de racimos considerando que este fenómeno es resultado de la disminución del numero de bayas por racimo y del peso medio de baya (Nikov, 1987).

Entre las técnicas de manejo que regulan la producción se encuentran la poda invernal y el raleo de racimos. El mayor número de yemas tiene un efecto positivo sobre la cantidad de uva y negativo sobre la calidad (Champagnol, 1984). González-Neves y Ferrer citado por Ferrer (2003), expresan que una relación equilibrada entre la producción de madera y fruta , condicionan la calidad final del producto.

2.5.4.Tamaño del grano

Empíricamente se sabe que la calidad del vino tinto esta directamente relacionado con un grano de uva perfectamente maduro y un tamaño de baya relativamente pequeño (Díaz-Plaza et al., 2000). Según Rodríguez Villa (2000) un elemento de calidad prioritario es el bajo peso del grano (inferior a 1.7-1.8 gr/grano).

Branás (1977), Creasy (2003); sostiene que bayas pequeñas tienen mayor área superficial en relación con el volumen y mayor proporcion sólidos solubles en comparación a bayas más grandes. Según Fregoni (1999), esta correlación inversa deprime la calidad del mosto disminuyendo el azúcar porcentualmente y aumentando la acidez. Bayas grandes producen vinos mas diluidos y menos dotados de compuestos sintetizados en el hollejo, como ser elementos minerales (K, Mg, Ca), polifenoles, compuestos aromáticos, enzimas, etc.(Boubals, 1991; Fregoni, 1999; Singleton citado por Zioziou et al., 2002).

Conforme el tamaño disminuye, aumenta la proporción relativa de hollejo favoreciendo por lo tanto el aumento de la concentración de compuestos fenólicos en el vino. (Díaz-Plaza et al., 2000; Dokoozlian, 2000; Mareca Cortés, 1983; Huglin y Schneider, 1998).

Matthews (2001), analizando la composición de las bayas de pequeño tamaño sometido a estrés hídrico y bayas de mayor tamaño, obtuvo que las primeras tienen una concentración fenólica significativamente mayor en un 20% que en las bayas de mayor tamaño.

Las sustancias aromáticas varietales están localizadas esencialmente en el hollejo de las bayas.(Champagnol, 1984; Hunglin y Schneider, 1998). Trabajos realizados por Gunata *et al.* citados por Gamas (1994), muestra la abundancia de los compuestos volátiles en el hollejo para tres variedades de uva y la menor concentración en la fracción líquida. Esto demuestra que las sustancias aromáticas están asociadas a las partes sólidas de la baya donde se sintetizan y acumulan. Al disminuir el tamaño de grano, su concentración aumenta por la mayor relación hollejo/pulpa (Zoecklein, 1997).

Los compuestos glicosidados (precursores de aromas) se encuentran en mayor concentración en el hollejo, por lo tanto un tamaño de baya ideal es de pequeño a mediano (menor a 1 gr.), siendo capaz de proveer un adecuado contenido de metabolitos secundarios en el hollejo (Hardie *et al.*, citado por Zoecklein, 1996).

2.6.PRACTICAS QUE AFECTEN EL TAMAÑO DE GRANO

2.6.1.Deshojado

La práctica del deshojado consiste generalmente en suprimir las hojas basales de los pámpanos alrededor de la zona fructífera. Practicas como esta modifica la relación fuente/fosa para lograr un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo con el fin de obtener una adecuada composición de la fruta. Esta generalmente se realiza entre cuajado y envero. (Tardáguila y Bertamini, 1993)

Esta práctica puede producir cambios en el rendimiento y afectar el tamaño de la baya.

Los frutos son considerados como potentes fosas pero su capacidad para atraer asimilados varían durante el desarrollo del mismo. Los estadios mas tempranos son considerados cruciales para el crecimiento ya que requiere intensa biosíntesis estructural y energía dada la alta tasa respiratoria. Limitar el aporte de fotoasimilados en dicho estadio afecta el desarrollo del fruto al reducir el nº de células y su tamaño.

El tamaño final de la baya puede ser afectado en etapas tempranas del desarrollo de la misma. Según Renaudin (2001) la luz es importante en el crecimiento de la baya, ya que aquellas que crecen bajo condiciones de sombreado inmediatamente luego de cuajado presentan menor tamaño que bayas expuestas a la luz. Este autor conjuntamente con Humphries citado por Dokoozlian y Kliewer (1996) sugieren que la luz estimula la división celular durante el estadio I de desarrollo de la baya.

Gutiérrez (2002), observó que el crecimiento del fruto fue mas inhibido en deshojes realizados durante el período de crecimiento luego de floración, detectándose además significativas reducciones en los rendimientos, que durante el período seguido de envero, independiente de los niveles de deshoje.

Howell *et al.* (1994), demostró que en deshojes realizados en baya de tamaño 7 mm de diámetro disminuye el tamaño de baya proporcionalmente al número de hojas removidas, no teniendo esta práctica impacto en el rendimiento, peso y número de bayas o composición al año siguiente.

Otros investigadores como Sidahmed y Kliewer (1980) no encontraron respuestas en cuanto al tamaño del grano y concentración de azúcar en deshojes en las variedades Emperor y Cardinal.

Los efectos del deshojado sobre las características productivas y cualitativas se ven influenciado por la capacidad de compensación y autorregulación de la superficie foliar, debido a un aumento de la superficie foliar secundaria (Marangoni *et al.*, 1990), por incremento de la actividad fotosintética del resto del follaje y porque las hojas que se

eliminan poseen una baja actividad fotosintética debido a su envejecimiento foliar (Hunter, 1995).

En trabajos realizados por Yuste *et al.*, (2001), la combinación de aclareo de racimos con el deshojado de cuatro hojas basales, luego de envero redujo el rendimiento final solo un 20% debido a la compensación producida por el aumento en el tamaño de la baya. El grado alcohólico probable no se vio afectado por el deshojado. La acidez si se afectó ya que aceleró la degradación de los ácidos del mosto presentando valores sensiblemente más bajos que el testigo. El pH del mosto ha sido el parámetro, menos influenciado por los distintos tratamientos.

Hunter *et al.* citado por Yuste *et al.* (2001), demostraron que cuanto más temprano se practicaba el deshojado, menor era la producción debido al menor tamaño de grano en Cabernet Sauvignon, mientras que si se practica en envero no se producen diferencias significativas.

Percival *et al.* (1994) obtuvieron una menor producción en la variedad Riesling, con el adelanto de la fecha de defoliación pero no encontraron diferencias significativas en los componentes del mosto.

Ollat y Gaudillere (1998), observaron que el deshojado en cuajado reducía el peso de la baya hasta el envero, y a partir de éste, la tasa de crecimiento de las bayas era paralela a la observada en el tratamiento de control. Al final de la maduración las concentraciones de ácido y fructosa eran mayores en las plantas deshojadas.

Trabajos realizados por Ollat y Gaudillere (1998), en defoliaciones severas el tamaño de baya se vio disminuido significativamente con relación al testigo, pero la acumulación de azúcar durante la maduración no se modificó, explicado esto probablemente por un aporte limitado de fotoasimilados durante el primer estadio de crecimiento de la baya.

En trabajos expuestos por Kliewer citado por Kingston (1989), afirman que el nivel de azúcar disminuye en defoliaciones severas, debido a la menor disponibilidad de fotoasimilados. En defoliaciones menos severas las bayas lograron mayores concentraciones de malato, tartrato y azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa) debido probablemente a la reducción del proceso de dilución ya que el tamaño de baya fue menor que el testigo y a una mayor área foliar en comparación a defoliaciones severas.

Percival *et al.* (1994), demostró que deshojes realizados en etapas tempranas (tamaño arveja) no provocaron cambios en la composición de la fruta, (azúcar, acidez, pH), observándose una disminución de la incidencia de *Botrytis cinerea*.

Según Gutiérrez (2002), se detectaron diferencias en deshojes realizados en cuajado, en los niveles de azúcar, antocianos y fenoles, siendo estos significativamente mayores que el testigo y aun más que el deshoje realizado en envero, que presentó los niveles más bajos. Gran parte de las diferencias observadas en los antocianos del mosto entre los diferentes momentos de deshoje puede deberse a la diferencia entre el peso de uvas, a un cambio en la relación mosto / hollejo y a una mayor síntesis de antocianos en el hollejo de la baya.

Otro efecto causado por el deshoje es un retraso en la maduración, ya que se da un enlentecimiento de la acumulación de ABA en la baya por la reducción en el suministro de asimilados. El ABA en la baya es transportado desde las hojas en el momento donde la sucrosa se comienza a acumular en la baya. Esta hormona actúa afectando tanto la acumulación de azúcar, como la disminución de los ácidos orgánicos y tamaño de la baya, indicando que también afecta cambios estructurales en los tejidos de la baya como ser permeabilidad de la membrana (During H *et al.*, 1978).

Otro efecto provocado por la práctica del deshojado es una mayor iluminación de los racimos.

La iluminación y la temperatura son dos de los factores ambientales que tienen mayor incidencia en la calidad del vino, por tanto es importante controlar la cantidad y calidad de luz disponible en la zona del follaje fotosintéticamente eficiente y en la zona productiva (Carbonneau citado por Tardaguila y Bertamini, 1993).

Una exposición baja del racimo a la luz resulta en un fruto de bajo contenido en azúcar, fenoles y alta acidez titulable por altos contenidos de ácidos orgánicos, especialmente el málico. También aumenta el potasio y el pH comparado con un racimo expuesto provocando un retraso en la maduración (Morrison y Noble, 1990; Percival *et al.*, 1994). La sombra decrece el contenido de norisoprenoides glicosidados conjugados (Bureau, *et al.* citado por Bisson, 2001) y aumenta las metoxipirazinas que tienen características indeseables (Zoecklein, 1997).

Algunos de estos efectos se deben mas al aumento de la temperatura producida o la insolación que al efecto directo del sol (Bergqvist *et al.* citado por Gutiérrez, 2002; Dokoozlian y Kliewer, 1996).

La luz afecta directamente un complejo de enzimas, como pepcarboxilasa importante en la síntesis de ácido málico y la málico deshidrogenasa importante en la degradación del anterior y también afecta la invertasa que hidroliza sucrosa en la baya. La sombra disminuye la actividad de dichas enzimas causando una acumulación de potasio y por tanto un aumento en el pH (Rusffnet *et al.* citado por Smart, 1987).

Trabajos realizados por Dokoozlian y Kliewer (1996) indican que el sombreado de los racimo durante los primeros estadios de crecimiento de la baya (I Y II) la concentración de azúcares no se vio afectado, mientras que las bayas sin luz a partir de enero, si tuvieron menor concentración de sólidos solubles. (Crippen y Morrison, 1986) afirman que en bayas sombreadas se reduce la relación glucosa / fructosa probablemente por influir en la enzima invertasa que regula el metabolismo de los azúcares

En trabajos realizados por Morrison y Noble (1990), la influencia del sombreado en los frutos disminuye los contenidos de antocianos y polifenoles ya que baja la actividad de la PAL (phenylalanina amino lyasa) que es la enzima responsable de la síntesis de todos los compuestos fenólicos, cuya activación esta regulada por la intensidad lumínica. Crippen y Morrison (1986) observaron que los racimos expuestos al sol obtienen una mayor concentración en antocianos siempre y cuando la relación superficie foliar por peso de producción este dentro de los limites.

Según Dokoozlian y Kliewer (1996) la concentración de antocianos al momento de la cosecha en bayas sombreadas durante el estadio I y II, fue menor en comparación con el control (bayas expuestas). Los racimos expuestos presentaron mayor concentración de antocianos debido probablemente a la mayor actividad de la PAL con la luz. A pesar que durante los estadios I y II no se sintetizan antocianos, en este estadio aumenta la concentración o actividad de una o muchas enzimas que los sintetizan. (Takeda *et al.* citado por Dokoozlian y Kliewer, 1996). Una vez que la pigmentación comienza la luz es necesaria para mantener la máxima actividad de las enzimas durante la maduración.

En cuanto a las variaciones en el pH, éste aumenta por un mayor nivel de K y a una menor relación tartárico/málico ya que este último se respira, siendo su efecto mayor a altas temperaturas (Morrison y Noble 1990).

La luz parece incrementar los niveles de carotenoides en granos verdes y estos decrecen durante la maduración mediante la acción de oxidasas donde son degradados en fragmentos de menor peso molecular, mas solubles, volátiles y frecuentemente responsables de aromas como los C13 norisoprenoides. (Enzell *et al.* citado por Bureau, *et al.*, 2000).

En trabajos realizados en la variedad Syrah no se observaron diferencias entre racimos sombreados naturalmente y artificialmente, disminuyendo el nivel de glicoconjugados, particularmente fenoles y C13-norisoprenoides con respecto a racimos expuestos a la luz. Los compuestos fenólicos son formados vía ruta Shikimic, siendo algunas enzimas de esta ruta estimulada por la luz, como la shikimate Kinasa y la PAL(fenilalanina aminoliasa), los compuestos volátiles fenólicos aumentan en los racimos expuestos al sol. Otros compuestos derivados del shikimate como el alcohol benzílico y el 2 feniletanol no se afectaron por el sombreado (Bureau *et al.*, 2000).

Otro factor de incidencia es la susceptibilidad al ataque de enfermedades por la mala ventilación y baja efectividad en la aplicación de productos fungicidas (Smart citado por Tardaguila y Bertamini, 1993). Racimos sombreados tienen una pared cuticular más fina que los expuestos lo que provoca una mayor susceptibilidad al ataque de *Botrytis cinerea* (Hunter, 2002; com. pers Ing Agr E Disegna). Trabajos realizados por Jourjon *et al.* (1992), indican que canopias poco densas favorecen un microclima que disminuye las tasas de podredumbre gris (*Botrytis cinerea*) y son positivas para la obtención de vendimias de calidad a condición que el desarrollo vegetativo sea suficiente y no constituya un factor limitante para el rendimiento fotosintético.

Otras investigaciones realizadas por Hunter (1995), observaron aumentos en el rendimiento provocado por un incremento en la fertilidad de las yemas. Esto se explica por una mejor luminosidad que provoca aumentos en la inducción de las mismas.

2.6.2. Uso de reguladores de crecimiento

“Reguladores” es un término que cubre un terreno muy amplio y se aplica a cualquier material que puede modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta. (Weaver, 1976). Por otro lado los efectos que los reguladores de crecimiento producen sobre la vid van a ser muy variables en función de las características genéticas de la planta, del momento y dosis de aplicación y de las condiciones del medio ambiente (Martín Peña, 2000).

Resultados obtenidos en base a la aplicación de un retardador de crecimiento CCC (2-chloroethiltrimethylammonium chloride) en la variedad “Mavrodafni”, a una dosis de 1000mg/lit, 2 semanas previas a floración provocó un aumento en la tasa de cuajado y por lo tanto una disminución en el tamaño de las bayas. El menor tamaño de las bayas provocaron un aumento de la relación hollejo / pulpa, y mejora en la calidad de la uva tinta para vino por un aumento de los niveles de antocianos extraíbles y extractibilidad. Los sólidos solubles también aumentaron. (Zioziou *et al.*, 2002).

Wolf T. durante el periodo 2000-2001 aplica Prohexadione calcio a 3 variedades: Seyval, Cabernet Sauvignon y Cabernet Franc con el objetivo de reducir el tamaño de baya y de esta manera aumentar la concentración de compuestos aromáticos glicosidados y precursores de los flavonoides que mejoran la calidad del vino producido.

Para la variedad Seyval se realizaron 3 aplicaciones con dosis de 250 ppm localizadas en brotes en crecimiento a partir de dos semanas antes de floración. Prohexadione calcio redujo tanto el peso de la baya (2.53 gr. vs. 2.1gr.) y el peso del racimo (198gr. vs. 131.8 gr) al momento de cosecha.

En el caso de Cabernet Franc, tres aplicaciones a los brotes no provocaron diferencias significativas en el crecimiento del brote, características de la canopia y peso de poda. El peso de la baya fue de 1.55gr en el control, 1.44 gr. a 125 ppm, 1.11gr a 250 ppm y 0.95gr. a 375 ppm.

En el caso de Cabernet Sauvignon se aplicaron a brotes con dosis de 250 ppm 2 a 3 veces y se comparo con un control. Dos aplicaciones, 1 y 4 semanas previos a floración fueron efectivas en reducir los componentes del rendimiento. El peso de la baya fue reducido un 40% con respecto al testigo. Los tratamientos en Cabernet Sauvignon con Prohexadione calcio se obtuvieron vinos con un alto contenido total de glicosidos, antocianos, intensidad colorante, pH y Acidez titulable con respecto al control.

Durante el ciclo 2000-2001, en la Estación Experimental INIA Las Brujas, en un viñedo adulto de la variedad 'Tannat', estudios para determinar el momento de aplicación y la efectividad del regulador de crecimiento 3,5-dioxo-4-propionilciclohexancarboxilato de calcio (Prohexadione Ca) en el tamaño de grano y composición química, fenólica y aromática de la uva y el vino producidos.

Se probaron tres momentos de aplicación: fin de floración (T1), cuajado (T2), y cuajado seguido de un segundo tratamiento a los 15 días (T3), comparándose con un testigo sin tratar (T4). Las aplicaciones se realizaron a alto volumen, dirigidas a la zona de racimos, a una dosis de 2.5 kg/ha (250ppm).

Las aplicaciones del producto redujeron el crecimiento vegetativo, la producción, el peso y diámetro de bayas y el peso del escobajo, siendo mas marcado el efecto cuando se realizaron dos aplicaciones (T3).

Los sólidos solubles tuvieron una tendencia a aumentar en el tratamiento de doble aplicación, siendo el alcohol potencial superior en un grado, pero sin diferencias significativas con respecto al testigo, mientras que la acidez y pH no se modificaron en ningún tratamiento. El contenido de antocianos totales y fácilmente extraíbles fue significativamente mayor para el tratamiento de doble aplicación, la madurez de la semilla no tuvo diferencias con respecto al testigo.

Las dos aplicaciones produjeron vinos con mayor contenido alcohólico, mas frutados (frutos rojos y negros), mayor intensidad colorante, más complejos, con mayor volumen en boca, mayor persistencia e intensidad aromática. Se denotó una influencia de este tratamiento (T3) en la concentración de compuestos volátiles glicosidos, así como en el contenido de compuestos terpénicos y norisoprenoides.(Disegna *et al.*, 2002)

2.7.1.Prohexadione calcio

2.7.1.1. Identificación :

Nombre común: Prohexadione calcio / Apogee / Bas 125

Nombre comercial: Regalis®

Principio activo: calcio 3.5 dioxo-4-propio-nyl-syclohexane-carboxilate

Fórmula química: $C_{10}H_{10}O_5Ca$

Porcentaje de producto activo: 27.5%

2.7.1.2. Características del producto

Prohexadione calcio es un nuevo retardador de crecimiento de la planta creado en los Estados Unidos por la corporación BASF y la compañía industrial química Kumiai. Actúa inhibiendo en estadios tempranos el metabolismo de las giberelinas, resultando en una reducción en el largo de los entrenudos y crecimiento vegetativo (Brown *et al.* citado por Costa *et al.*, 2001; Evans R, 1997).

Primeramente fue usado en arroz (*Oriza Sativa*) y pequeños granos en Japón y Francia y ha sido introducido para su uso en EEUU y otros países Europeos en manzano (*Malus x domestica* Barkh) y maní (*Anachis hipogea*) (Evans J *et al.*, 1999).

Es un compuesto que esta siendo recientemente estudiado para su aplicación potencial. En Europa y Estados Unidos ha demostrado un excelente control en plantas afectadas por fuego bacteriano. Tiene bajo efecto tóxico y limitada persistencia en la planta en comparación a otros inhibidores de la síntesis de las giberelinas. (Owens y Stover, 1999; Winkler, 1999).

Esta registrado por la EPA (Environmental Protection Agency) reg n° 7969188 como un regulador de crecimiento que presenta tolerancia para su uso en agricultura en productos como maní, frijoles, bioproductos de la carne y el grupo de las frutas de pomo (pomáceas). KI-chemical.USA. INC solicita esta tolerancia bajo FFDCA (Federal Food, Drug, and cosmetic act) en 1996. Dicha regulación es efectiva a partir del 3 de mayo del 2000. (EPA, 2001).

Estudios de la EPA han determinado la toxicidad oral, cutánea e inhalación siendo éstas LSD 50 menor a 5000 mg/kg, 2000 mg/kg y 4.21 mg/l respectivamente. La dosis de referencia crónica (CRFD) establecida es de 0.80 mg/kg/día.

Se ha incorporado a la lista para su uso en agricultura con una relativa concentración máxima según el nuevo reglamento de la UE (Directiva 1999/39/CE e 1999/50/CE). La HIARC (Health Effects Division) y la USPEA han indicado que

Prohexadione calcio no es cancerígeno, ni mutagénico, sin efectos irritantes sobre la piel u ojos (Serafin, 2000).

Análisis en cuanto a su efecto en el metabolismo de plantas y animales indican que el producto, es rápidamente bioconvertido a productos naturales. En suelo, Prohexadione calcio es metabolizado a CO₂ con una vida media de menos de un día. No hay evidencias que dicho producto cause algún efecto negativo al ambiente. (Evans R., 1997; Winkler, 1999).

2.7.1.3. Metabolismo

Prohexadione calcio se degrada rápidamente en la planta en pocas semanas y se convierte a ácido propano 1,2,3 tricarboxílico, siendo ésta la forma en que se incorpora a la planta.

Es un producto fácilmente absorbido por las hojas que se trasloca completamente luego de ocho horas finalizada su aplicación. Su translocación es acrópeta, vía xilema y minimamente basípeta. (Evans R, 1997).

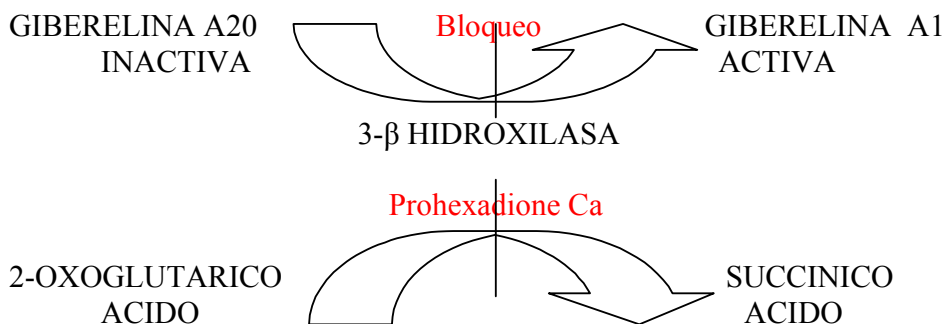
2.7.1.4. Modo de acción

Inhibición de la activación de las giberelinas

Interviene en el metabolismo de las giberelinas bloqueando su acción. Este producto simula las estructuras del ácido 2-oxoglutarico y ácido ascórbico. Estas estructuras son requeridas como co-sustrato para la enzima del tipo dioxigenasa (3-β hidroxilasa) que es la encargada de la activación de la giberelina. Al ocurrir esto se impide la acción de dicha enzima. (Evans J *et al.*, 1999; Smith citado por Nakayama *et al.*, 1990). Este proceso reduce los niveles de giberelina activa causando que se acumule inmediatamente giberelina 20 inactiva (Evans J *et al.*, 1999).

El efecto retardador del crecimiento de Prohexadione calcio aplicado arroz se dio probablemente debido a la disminución de Ga-1 endógena por efecto de la inhibición de la 3-βhidroxilación y otras reacciones de oxidación catalizadas por enzimas solubles que requieren 2-oxoglutarico, Fe⁺⁺ y oxígeno (Nakayama *et al.*, 1990).

Figura 3. Acción de Prohexadione calcio en el proceso de inhibición de las giberelinas.



Intervención en el metabolismo de los flavonoides

Interfiere en el metabolismo de los flavonoides, produciendo un cambio en el espectro de los mismos y de sus precursores fenólicos (Hedden citado por Evans *et al.*, 1999).

Altas dosis pueden inhibir el metabolismo de los antocianos (Rademacher, 1995). Este efecto es debido a que la biosíntesis de antocianos, es catabolizado por 2 oxoglutarico dependiendo de la 3-βhidroxilasa (Robbins *et al.* citado por Rademacher, 1992).

Inhibición de la formación de etileno

Para la formación de dicha hormona se requiere de una enzima dioxigenasa que también necesita como co-sustrato ácido ascórbico por lo tanto su formación también se ve inhibida (catalogo basf).

2.7.1.5.Efectos causados

Dado la inhibición del etileno puede producir retraso en los procesos de senescencia y reducción de la abscisión de jóvenes frutos (catalogo basf)

Reducción del crecimiento de los brotes vegetativos.

Se han realizado aplicaciones en pera y manzana, con el objetivo de disminuir el vigor de los brotes y mejorar la relación vegetativa /productiva, aumentando así la precocidad. Otro factor que se pretende controlar es la sombra ejercida y reducir el trabajo de poda. (Unraht, 1999)

En trabajos realizados por Evans J *et al.* (1999), en aplicaciones a brotes de manzana con dosis de 125 a 250 mg/lt, son efectivas para el control del crecimiento vegetativo siendo mas efectivos cuando los brotes tienen de 5 a 10 cm que cuando son mayores.

Son mas efectivas bajas dosis en múltiples aplicaciones que altas dosis en una sola aplicación según trabajos en manzana realizados por Unrath (1999). Según Byers y Yorder (1999), manteniendo la dosis observó mayor eficiencia del producto en múltiples aplicaciones.

Según Byers y Yorder (1999), observó una reducción en el crecimiento de los brotes (diámetro, peso y largo) de manzana durante la estación de crecimiento, no afectando el rendimiento, peso y cantidad de fruta con un leve incremento del color rojo y firmeza.

Aplicaciones a ramas de 12 cm en árboles de manzana con producción y sin producción a dosis de 125 ppm y 250 ppm mostraron un control significativo del crecimiento terminal. Tratamientos en árboles con producción a dosis de 125 ppm redujeron el crecimiento terminal en un 25%, a 250 ppm el crecimiento disminuyó hasta un 55 %.En el caso de árboles sin producción el crecimiento se vio afectado solamente a dosis de 250 ppm y en tratamientos de dos aplicaciones secuenciales de 125 ppm (Evans R, 1997).

Tratamientos aplicados a brotes de pera (4 aplicaciones durante el crecimiento vegetativo desde que los brotes tenían 4cm de largo), mostraron que altas concentraciones del producto (100mg/lt), redujeron significativamente el crecimiento vegetativo, mientras que aplicaciones de 50 mg/lt no tuvieron efecto sobre el crecimiento (Costa *et al.*, 2001).

Byers y Yorder (1999), no encontraron efectos del producto tanto en el crecimiento de los brotes como el fruto (diámetro, peso, color y firmeza) en durazno, siendo la dosis de 375 mg/lt.

Reducción en el tamaño de grano.

En el capítulo anterior se explico los resultados del efecto de la aplicación de dicho producto en la reducción en el tamaño del grano.

3.MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la localidad de Las Brujas, en el departamento de Canelones. El predio pertenece al Sr. Jiménez ubicado en la ruta 48 km 3500. Se realizó durante el ciclo 2002-2003, siendo éste el segundo año de experimentación en aplicaciones del producto Prohexadione calcio en viticultura, en Uruguay.

El ensayo fue instalado en un viñedo comercial de 7 años de edad del cultivar Tannat , injertado sobre SO4, conducido en lira y en secano. El marco de plantación es de 3.5m entre fila y 1m entre plantas, con una densidad de 2857 plantas por hectárea.

Las plantas fueron podadas Royat en dos cordones permanentes uno a cada lado de la lira, con un promedio de 6 pitones de 2 yemas cada uno.

El manejo efectuado al viñedo tanto sanitario como cultural fue el mismo que habitualmente se realiza en el predio y se aplicó por igual a todos los tratamientos no representando un factor influyente en los resultados obtenidos.

3.1.DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Experimental: Bloques completamente al azar (ver anexo II)

Número de tratamientos: 7

Número de repeticiones: 5

Número de plantas por repetición: 8

Número de plantas totales en el ensayo: 280

3.1.1.Criterio de selección de plantas:

En la elección de las plantas que conforman el ensayo, se tuvo en cuenta la uniformidad en el vigor, y en el número de yemas por cordón, y que todas presentaran el cordón completamente formado. Estas medidas se llevaron a cabo con el fin de partir con un material homogéneo, que no generaran una fuente de variación en los resultados. Para ello se realizó un conteo de yemas por parcela antes de la instalación del ensayo el que no arrojó diferencias entre los tratamientos con $\alpha=0.05$ y $CV\%= 7.49$.

3.2. TRATAMIENTOS

Tratamiento	
FLR	Prohexadione calcio 2.5 Kg/ha, entre plena y fin de floración estado (I) de escala *, aplicado a los racimos. Fecha de aplicación 5/11/02.
CR	Prohexadione calcio, 7 días post-floración (cuajado) estado (J) de escala*, 2.5 Kg/ha, aplicado a los racimos. Fecha de aplicación 12/11/02.
C2R	Prohexadione calcio en cuajado y 10 días después, estados(J)y (K) de escala*,2.5 Kg/ha aplicado a racimos. Primera fecha de aplicación 12/11 y segunda fecha 22/11/02.
FLRV	Prohexadione calcio entre plena y fin de floración estado (I) de escala *,2.5 Kg/ha en cobertura total. Fecha de aplicación 5/11/02.
EV	Prohexadione calcio al inicio de envero estado (M) de escala * en la parte superior del follaje 2.5 Kg/ha. Fecha de aplicación 14/1/03.
DPC	Deshojado 1 semana post cuajado estado (K) de escala *, manual, hasta la hoja opuesta al racimo inclusive. Fecha 19/11/02.
T	Testigo sin tratar

* Escala de Baggiolini. (ver anexo III)

Las aplicaciones fueron realizadas con mochila atomizadora hidroneumática a punto de goteo. El volumen de agua fue de 1500lts/ha.

3.4.PARAMETROS EVALUADOS

3.4.1.Peso y volumen de las bayas.

Los muestreos de las bayas fueron realizados semanalmente desde el 19/11/02 hasta la cosecha inclusive, para todos los tratamientos.

La muestra consistió en 20 bayas por repetición, por lo que el total de bayas por tratamiento fue de 100.

Para que fuera un muestreo representativo se tomaron al azar 10 bayas de cada uno de los lados de la lira de cada repetición, extrayéndose 2 granos de la parte superior, 2 en la parte media y 1 en la parte inferior de los racimos de plantas elegidas al azar.

Las muestras recolectadas se llevaron a laboratorio donde se determinó el peso en gramos mediante balanza digital y el volumen en mililitros por diferencia de volumen de agua desplazado. Con los datos obtenidos, se calculó la tasa de crecimiento (gr./día) para las tres fases de desarrollo del fruto para los distintos tratamientos.

El momento de cosecha se determinó en acuerdo con la Empresa comercial, basándose para ello en la madurez tecnológica y el estado sanitario de la uva, así como en la programación de molienda de la bodega.

3.4.2. Producción y composición química y polifenólicas de las uvas a la cosecha.

3.4.2.1. Evaluación de la producción

Se cosecharon todos los racimos de cada repetición, determinándose el número de racimos ($n^{\circ}\text{rac/rep}$) y peso de los mismos (kg./rep). Con estos datos se estimó la producción por hectárea y el peso promedio de racimos (gr/rep). En el momento de la cosecha se muestrearon 3 racimos por repetición a los efectos de determinar el número de granos, peso y largo de escobajo. Debido a un problema en las muestras no se pudo realizar dicha evaluación, lo que condujo a que se estimara el número de granos como el cociente entre el peso del racimo y peso de grano. Se consideró igual peso de escobajo para todos los tratamientos.

3.4.2.2. Evaluación de la composición de la baya.

En el momento de la cosecha sobre cada muestra de 20 bayas por repetición se determinaron:

Sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), pH y acidez (gr/lt)

Los sólidos solubles se midieron con refractómetro manual Reichert, la acidez por titulación con NaOH 0,1 N. El pH se determinó por medio de un peachímetro.

Volumen del mosto (ml), peso de hollejo (gr), n° y peso de semillas (gr)

Se trituraron con una procesadora eléctrica las bayas separando el hollejo y las semillas de la pulpa. Al jugo obtenido se le midió el volumen con una probeta, y se pesó el hollejo y las semillas con una balanza digital.

Compuestos fenólicos de la uva

Mediante maceración en solución a pH 1 y pH 3.2 se determinaron antocianos totales, antocianos fácilmente extraíbles, polifenoles totales (DO 280), madurez de la semilla (MP%) y extractibilidad (Ea) según la técnica de Glories (2001).

Los análisis de polifenoles y color se realizaron con un espectofotómetro Shimadzu UV-160 A. Los polifenoles totales (DO 280) se cuantificaron través del método de Riberau-Gayon (1986) y los antocianos totales según Riberau-Gayon y Stowestreet (1965).

Análisis de compuestos aromáticos de la uva:

Los componentes aromáticos libres y glicosidados presentes en la uva se obtuvieron por extracción con solventes a partir de cáscaras y pulpa y fraccionamiento posterior por SPE (fase estireno-divinilbenceno). La fracción glicosidada se deja reaccionar con enzimas β -glucosidasas, se agrega un estándar interno (*n*-heptanol) y se extraen los compuestos aromáticos liberados. La composición se analizó por HRGC utilizando estándares e índices de retención lineal, así como por GC-MS/SIM con bases de datos propias y comerciales. Estos análisis se realizaron en facultad de química.

3.4.3. Estimación del crecimiento vegetativo.

Longitud de los pampanos

Se midieron cinco pámpanos por tratamiento, los cuales se ataron a una caña (la posición de la caña estaba en el mismo ángulo que la lira). La medición de los pampanos fue semanalmente y se comenzó a partir de floración (5/11/2002) hasta luego de cosecha (9/4/2003). A partir de estos datos se estimó la tasa de crecimiento en diferentes momentos.

Peso de poda

La poda se realizó el 16/7/03, pesándose los sarmientos de todas las plantas de cada repetición (Kg. de madera/rep).

Con los datos de peso de cosecha (Kg uva) y peso de poda (Kg madera) obtenidos por cada repetición se calculó el índice de Ravaz usando la fórmula:

$IR = \text{Peso de cosecha} / \text{Peso de poda}$

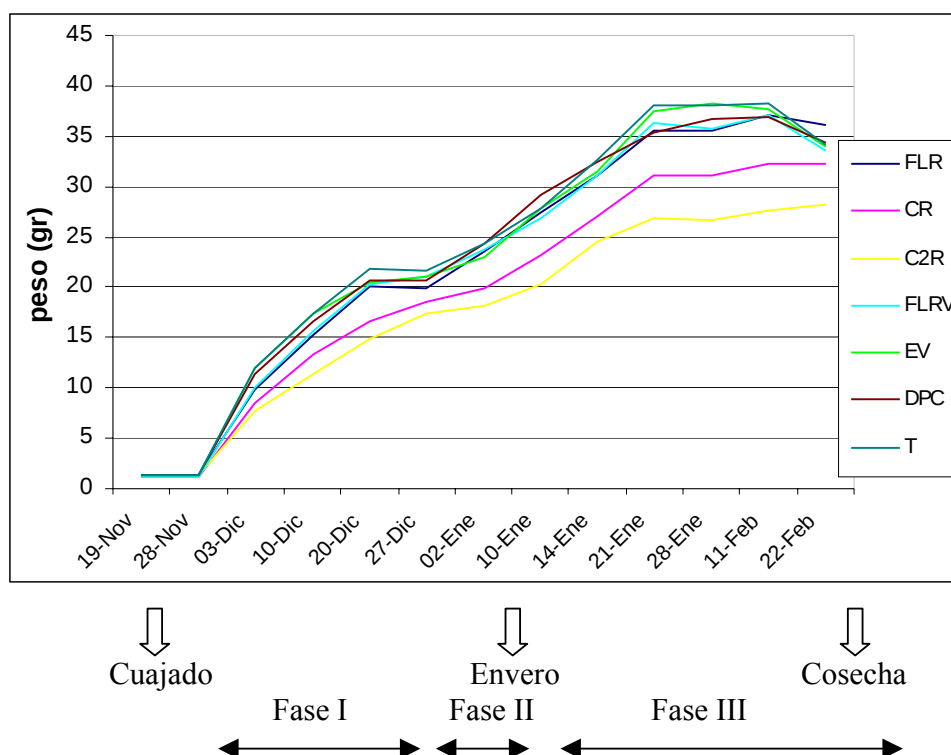
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron en el programa MSTAT donde se realizaron varianzas, correlaciones y contrastes de medias por Duncan con 5 y 10 % de significancia para los parámetros de producción y composición del mosto a excepción de los compuestos fenólicos ya que no se realizaron repeticiones.

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1-EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS EN EL TAMAÑO DE LAS BAYAS

Figura 4. Evolución del peso de 20 bayas por repetición según tratamiento.



Para todos los tratamientos el crecimiento de la baya, presenta una respuesta de tipo doble sigmoide como lo expresado por Champagnol (1984); Fregoni (1999); Kennedy (2002).

Las tres fases características del desarrollo del fruto se observan en el gráfico, la duración en promedio de la fase I se podría estimar en 31 días, presenta altas tasas de crecimiento en concordancia con lo expuesto por Champagnol (1984); Fregoni (1999)

que indican que dura entre 25 a 45 días y se da un aumento marcado del peso y volumen de las bayas. La fase II dura aproximadamente 10 días y se observa un estancamiento en el crecimiento mientras que la fase III dura 54 días, en donde se reanuda el crecimiento con tasas elevadas.

Comparando los resultados observamos que el comportamiento es diferente en cuanto al inicio y duración de las fases de desarrollo del fruto, según el tratamiento que se trate, variando también las tasas de crecimiento.

En los tratamientos en donde el momento de aplicación del producto fue en cuajado aplicado a los racimos, tanto para una sola aplicación (CR) o para dos aplicaciones (C2R), se aprecia una mayor duración de la fase I y un retraso en el inicio de la fase II, comenzando esta una semana mas tarde (27/12 vs. 20/12).

Cuadro 1. Tasas de crecimiento de las diferentes fases del desarrollo del fruto según tratamiento.

Tratamientos	Tasas de crecimiento gr/ día					
	Fase I		Fase II		Fase III	
	19/11-20/12 *	19/11-27/12*	20/12- 30/12*	27/12- 2/1*	30/12-11/2*	2/1- 11/2*
FLR	0,60		0,00		0,37	
CR		0,46	0,27	0,15		0,31
C2R		0,42	0,36	0,10		0,24
FLRV	0,62		0,09		0,35	
EV	0,61		0,09		0,36	
DPC	0,62		0,00		0,35	
T	0,66		0,00		0,36	

* Fechas de inicio y fin de cada fase de desarrollo según tratamiento, estimadas en función de las curvas de crecimiento de cada tratamiento (figura 4).

Las tasas de crecimiento, para los tratamientos CR y C2R durante la fase II no son tan reducidas en comparación a los demás tratamientos FLR, FLRV, EV, DPC, que llegan a ser tasas cercanas a cero. Para estos últimos tratamientos en la fase II se da un estancamiento del crecimiento del grano, ya que en este momento se esta terminando de desarrollar el embrión de la semilla lo que provoca competencia con el crecimiento del fruto (Fregoni, 1999). Contrariamente como los tratamientos CR y C2R, presentan semillas mas chicas la competencia es menor, por lo que el detenimiento del crecimiento

no es tan acentuado. La curva de crecimiento se asemeja mas a una baya esternocarpica, en donde el embrión no se termina de desarrollar y la semilla aborta por lo que la detención del crecimiento durante la fase II no es marcado.

El retraso de la fase II, para los tratamientos CR y C2R, se pudo deber a que el producto disminuye los niveles de giberelinas como lo expresado por Evans *et al.* (1999); Smith citado por Nakayama *et al.* (1990), que es la hormona principal encargada en inducir un centro de atracción de asimilados para que la baya comience a acumular carbohidratos en etapas tardías (Allewldt, 1977). Esta acumulación se ve atrasada, demorando el inicio de la fase III. Conjuntamente al reducir el tamaño de grano, se afecta la división celular y la fuerza de fosa del grano podría disminuir.

En general el cambio de color de las bayas en los tratamientos con este regulador de crecimiento comienza 7 a 10 días mas tarde que el testigo sin tratar (Datos no mostrados). A pesar de que cuando se aplicó el producto no coincidió con el momento de comienzo de síntesis de los antocianos, podría afectar enzimas u otros compuestos previamente sintetizados involucrados en el metabolismo de los mismos (Takeda *et al.* citado por Dokoozlian y Kliewer, 1996).

A pesar del retraso en la entrada en envero para los tratamientos CR y C2R, no se retrasó la madurez al momento de cosecha ya que la madurez de semilla (MP%) (ver Cuadro 5) fue superior al testigo y demás tratamientos. Los valores de acidez fueron elevados (ver Cuadro 4).

Dado que el producto inhibe la síntesis de etileno, y esta hormona esta involucrada en los procesos de senescencia (Oetiker y Yang, 1995), podría estar atrasando los procesos de maduración. Esto no sucedió dado que las aplicaciones fueron realizadas en cuajado y postcuajado donde los niveles endógenos de esta hormona son muy bajos (Weaver y Pool, 1969).

Cuadro 2.Componentes físicos de la baya (valores promedios).

Tratamiento	Peso por baya (gr)	Vol. por baya (ml)	Numero de semillas por baya	Peso de semillas por baya (gr)
FLR	1.809 a	1.7 a	1.99 ns	0,155 abc
CR	1.611 b	1.48 b	2.23	0,152 bc
C2R	1.407 c	1.3 c	2.19	0,123 c
FLRV	1.683 b	1.57 b	2.1	0,165 ab
EV	1.699 ab	1.56 b	2.01	0,163 ab
DPC	1.723 ab	1.6 ab	2.24	0,187 a
T	1.705 ab	1.54 b	1.9	0,169 ab
C:V (%)	5,25	6	11,83	14,7

* Letras distintas indican diferencias significativas de las medias según test de Duncan $\alpha=0.05$.

Las tasas de crecimiento, para los tratamientos con una y dos aplicaciones en cuajado (CR y C2R) fueron las mas bajas. También presentaron los menores tamaños de grano en al cosecha (ver Cuadro 2), siendo mas acentuado aún en el tratamiento de doble aplicación que fue el único que presentó diferencias significativas al 5% con respecto al testigo.

El menor tamaño de grano se puede deber a que en las primeras etapas del crecimiento del fruto, las giberelinas juegan un rol fundamental en la división celular, determinando el tamaño potencial de la baya. En dicha etapa presenta un aumento marcado en sus niveles hasta hacerse nulo al iniciarse la segunda etapa de desarrollo de la baya según Champagnol (1984); Fregoni (1999); Scienza *et al.*, (1978).

El producto al inhibir el metabolismo de las giberelinas, reduce la división celular en etapas tempranas, disminuyendo de esta manera el tamaño de la baya.

Numerosos trabajos con aplicaciones exógenas de giberelinas reafirman el momento de mayor actividad de la hormona. El-Bamma y Weaver (1979); El-Zeftowi y Weste (1970); Harrel (1987), indican que la mayor respuesta en el tamaño de bayas se obtiene en aplicaciones 2 semanas luego de floración, en cuajado. Kirpal (1978) en Thompson Seedless demuestra un importante efecto desde floración hasta 4 semanas después de cuajado, no encontrándose efectos en aplicaciones en envero. Ben Tal

(1990), afirma que el peso y volumen de la baya aumentan con el número de aplicaciones en cuajado más 15 días.

En este ensayo, los tratamientos cuyas aplicaciones se realizaron en cuajado (CR) y cuajado mas 10 días (C2R), coincidiendo con la mayor actividad de la hormona fueron los mas efectivos mientras que en aplicaciones tempranas en floración dirigidas al racimo (FLR) y en cobertura total (FLRV) y al follaje en envero (EV) no tuvieron efecto en la reducción en el tamaño de grano.

El tratamiento (CR) es el segundo mas afectado en cuanto al tamaño del grano, aunque no presentó diferencias significativas al 5% con respecto al testigo, en contraposición a lo obtenido por Disegna *et al.* (2002) quien observó diferencias. Esto se podría deber a que en el ensayo realizado por Disegna *et al.* (2002) la producción (Kg/ha) era de 18.400 mientras que en este ensayo la producción era menor de 13.693 Kg/ha, por lo que los fotoasimilados no serian tan limitantes permitiendo un mayor crecimiento de la baya.

El tratamiento mas efectivo fue el de doble aplicación (C2R) coincidiendo con Disegna *et al.* 2002, explicado por el efecto de la segunda aplicación en el momento de mayor actividad de la hormona. Trabajos realizados en controlar el crecimiento vegetativo en brotes de manzano, demostraron mayor efectividad en múltiples aplicaciones de Prohexadione calcio que en una sola aplicación. (Byers y Yorder, 1999; Unrath, 1999).

Se ha demostrado que el tamaño individual de la baya se correlaciona con el número de semillas, por ser éstas el lugar de síntesis de las giberelinas (Champagnol, 1984; Dass y Randhawa, 1968; Fregoni, 1999;). Contrariamente en este ensayo no se encontró correlación entre el número de semillas y el tamaño del grano ($r=0.084$ $p=1$), ya que los diferentes tratamientos afectaron el tamaño del grano pero no el número de semillas. Esto se pudo deber a que el producto actuó en el metabolismo de las giberelinas sin afectar el lugar de síntesis (semilla). (Evans *et al.*, 1999; Smith citado por Nakayama *et al.*, 1990).

Los datos de este ensayo muestran una correlación entre el tamaño del grano y el peso de las semillas ($r=0.741$; $p<0.001$), observándose que el tratamiento con menor peso de grano también presentó menor peso de semilla (ver Cuadro 2). Esto puede explicarse de acuerdo a Taíz y Zeiger (1998) a que cuando el embrión de la semilla es joven, las giberelinas juegan un rol importante en el crecimiento de las células encargadas de la atracción de nutrientes para su crecimiento, hecho que puede haber sido afectado por Prohexadione calcio.

Las aplicaciones dirigidas al follaje fueron realizadas con el objetivo de reducir el crecimiento del pámpano y disminuir la competencia que puede ejercer ello al racimo en la demanda de fotoasimilados. El crecimiento vegetativo hace que parte de los fotoasimilados producidos por las hojas de los mismos se destinen a la formación de nuevo crecimiento vegetativo y no hacia el racimo (Fregoni, 1999; Koblet, 1977). Koblet (1977); Lavee *et al.* (1977) al aplicar retardadores de crecimiento en el follaje, observaron la reducción de la translocación de asimilados hacia las hojas, ya que la demanda disminuyó, viéndose favorecido por lo tanto el racimo.

En floración el crecimiento vegetativo comienza a enlentecerse dado la gran competencia que se genera entre la parte vegetativa y reproductiva. La mayor parte de las hojas en dicho momento exportan asimilados hacia la zona apical mientras que en cuajado, comienza a ser mayor la atracción de asimilados por los racimos, manteniéndose el crecimiento vegetativo con una velocidad mas lenta hasta detenerse al final del ciclo. (Reynolds *et al.*, 1994)

Se han aplicado retardadores de crecimiento con el objetivo de reducir el crecimiento vegetativo en floración y disminuir el tamaño de grano. Zioziou (2002) al aplicar CCC (2-chloroethiltrimethylammonium chloride), 2 semanas previas a floración provocó un aumento en la tasa de cuajado y por lo tanto una disminución en el tamaño de las bayas. Este aumento del cuajado pudo estar dado ya que al reducir el crecimiento vegetativo reduce la competencia favoreciendo la parte reproductiva.

Wolf (2001) en aplicaciones de Prohexadione calcio previo a floración en brotes vegetativos provocó una reducción en el tamaño de baya.

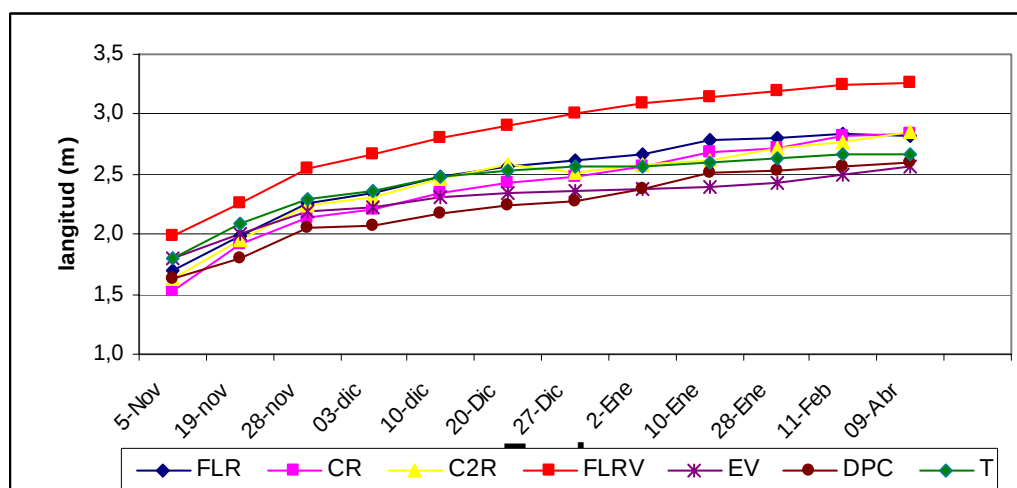
En el tratamiento en floración (FLRV), se aplicó en cobertura total, con el fin de reducir el tamaño de grano y el crecimiento vegetativo.

La estimación del crecimiento vegetativo se realizó en base a dos medidas:

- Longitud de los pámpanos.
- Peso de poda. Según Smart y Robinson (1991) estima adecuadamente la superficie foliar de la vid durante la estación

La longitud total del pámpano y las tasas de crecimiento son mayores durante todo el periodo de crecimiento vegetativo con respecto al testigo y demás tratamientos. El peso de poda no presento diferencias significativas con respecto al testigo.

Figura 5.. Longitud promedio de pámpanos por tratamiento



Cuadro 3 . Tasas de crecimiento de los pámpanos en centímetros por semana

Tratamientos	Tasas de crecimiento (centímetros por semana)			
	05/11- 19/11	19/11-2/1	2/1-28/1	28/1-11/2
FLR	14,70	11,07	4,33	1,64
CR	19,60	10,68	4,97	5,68
C2R	16,56	10,07	4,33	2,62
FLRV	13,80	13,58	3,18	2,73
EV	10,20	6,25	1,53	3,83
DPC	8,90	9,25	4,97	2,19
T	13,70	7,82	2,29	1,64

Estos resultados muestran que el producto no tuvo efecto en la reducción del crecimiento vegetativo. Esto podría deberse a que la dosis no fue suficiente o el momento de aplicación no ser el adecuado. Al existir pocos antecedentes con respecto al efecto del producto en el crecimiento vegetativo se dificulta la determinación de una causa. Existen referencias en otros cultivos como manzano, donde el control vegetativo fue mas eficiente cuando los brotes tenían un tamaño de 5-10cm (Evans *et al.*, 1999), y 12 cm según Byers y Yorder (1999). Otros motivos pueden ser que una sola aplicación o la dosis no fueron suficientes.

En el tratamiento (EV) se aplicó en enero para detener el crecimiento vegetativo con el fin de evitar que los fotoasimilados se destinen a la formación de nuevas hojas favoreciendo la maduración de los racimos.

El crecimiento de los pámpanos se enlentese a partir de enero como se aprecia en las tasas de crecimiento de todos los tratamientos pero no se detiene y puede continuar hasta cercano a cosecha en condiciones de alto vigor y en viñedos sobre suelos de buena fertilidad y disponibilidad hídrica según Smart y Robinson (1990).

La tasa de crecimiento a partir de enero a cosecha no disminuyó como era de esperar por la aplicación de Prohexadione calcio, ya que al inhibir las giberelinas debería reducir el largo de los pámpanos. El peso de poda y longitud de pampanos no se diferenciaron del testigo.

En cuanto al tamaño de grano, para este mismo tratamiento, no disminuyó como era esperable debido a dos probables factores:

- 1) Al tener el producto translocación acrópeta y casi nula basitonia, no se trasladó hacia la baya.
- 2) Los niveles endógenos de giberelinas en la baya en enero son nulos.

El tratamiento de deshojado (DPC) se realizó en cuajado y se planteó como alternativa a la aplicación del producto Prohexadione calcio, en búsqueda de una disminución en el tamaño del grano, además de sus efectos esperados en la calidad, por una mayor iluminación y sanidad. Al remover las hojas basales en etapas tempranas, que son la fuente principal de producción de asimilados translocados hacia el racimo (Hunter y Archer, 2002; Koblet, 1977;), ésto se ve impedido, disminuyendo así el tamaño de la baya. Trabajos realizados por, Gutiérrez, (2002), Howells (1994), Ollat y Gaudillere (1998), mostraron que el crecimiento del fruto fue mas inhibido en deshojes realizados durante el período de crecimiento luego de floración que durante el período seguido de enero.

Los resultados obtenidos en este ensayo, no mostraron diferencias significativas en el tamaño del grano en este tratamiento con respecto al testigo. Ello se puede deber a que la planta presentaba una buena relación fuente/fosa, demostrado esto por un índice Ravaz de 5.62 y cargas no excesivas. Debido a esto inferimos que la cantidad de fotoasimilados fueron suficientes para no limitar el crecimiento del grano ya que durante la fase I de crecimiento del fruto este tratamiento presentó una de las tasas más altas y también durante todo el período de crecimiento de la baya (ver cuadro 1).

Los fotoasimilados pudieron no ser limitantes y no provocar una disminución del tamaño del grano debido a:

- 1) La capacidad de compensación y autorregulación de la superficie foliar, debido a un aumento de la superficie foliar secundaria (Hunter y Archer, 1988; Marangoni 1990).
- 2) Incremento de la actividad fotosintética del resto del follaje (Hunter, 1995).
- 3) Aumento de la capacidad de transporte a distancia de fotoasimilados desde las hojas al fruto en condiciones de carga no excesiva.(comp. pers Ing. Agr. E. Disegna)
- 4) El aumento de la iluminación de los racimos, estimula la división celular durante los primeros estadios del crecimiento del mismo (Humphries citado por Dokoozlian, 1996; Renaudin, 2001), sumado al aumento de la fotosíntesis realizada por el grano en las primeras etapas (Fregoni, 1999). Esto permitiría un adecuado crecimiento del fruto.

No se midió el área foliar por lo que no se pudo evidenciar si hubo efecto compensatorio ya que el índice utilizado para cuantificar el estado vegetativo fue el peso de la madera (peso de poda) y longitud de pámpanos.

Otros investigadores como Sidahmed y Kliewer (1980), no encontraron respuestas en cuanto al tamaño del grano en deshojes en la variedad Emperor y Cardinal.

4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL RENDIMIENTO, NUMERO Y PESO DE RACIMOS EN COSECHA.

Cuadro 4. Características de la producción y sus componentes (valores promedios).

Tratamiento	No.racimos/ trto	Peso racimo	Producción (kg/ha)	N° de granos estimado	Peso final de baya (gr)
		(g)			
FLR	157 ns	220 ns	12.321 ns	124	1.809 a
CR	181	212	13.693	133	1.611 b
C2R	170	201	12.221	143	1.407 c
FLRV	180	209	13.457	127	1.683 b
EV	165	223	13.121	133	1.699 ab
DPC	153	223	12.201	130	1.723 ab
T	183	207	13.578	124	1.705 ab
C:V (%)	17,8	9,84	18,86		5,25

* Letras distintas indican diferencias significativas de las medias según test de Duncan $\alpha=0.05$.

Figura 6. Producción Kg/ha según tratamiento.

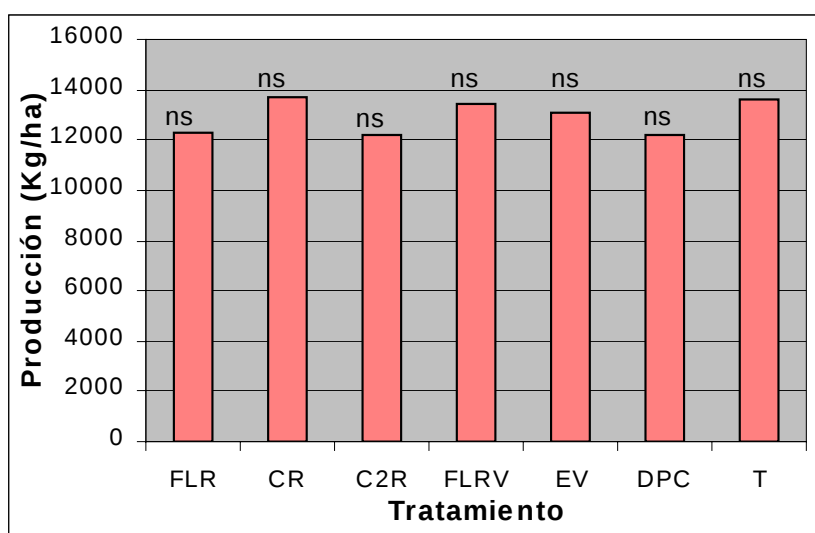
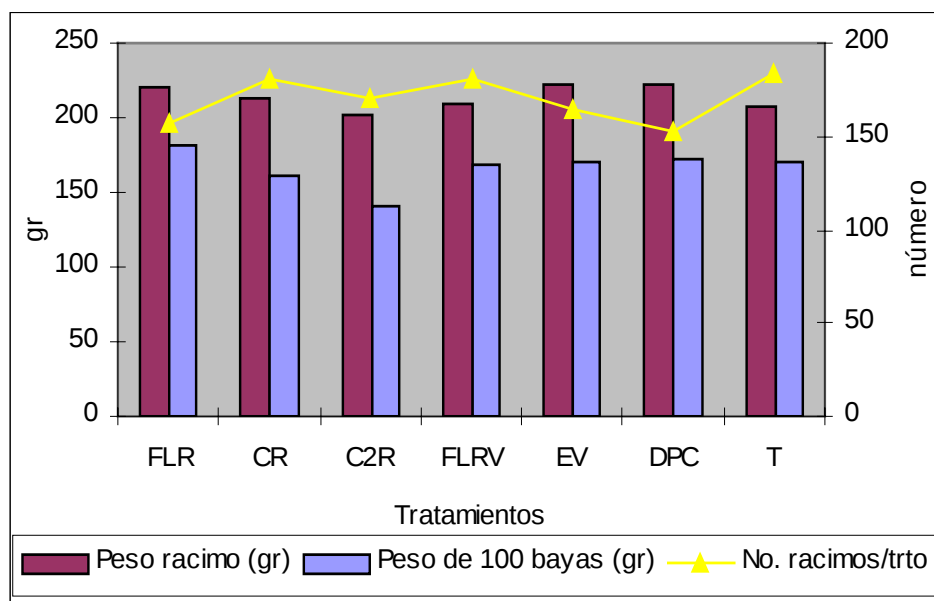


Figura 7. Componentes del rendimiento.



Tanto el rendimiento, como peso y número de racimos no tuvieron diferencias significativas al 5 % para todos los tratamientos (ver cuadro 4). Esto no concuerda con el ensayo realizado por Disegna *et al.* (2002), donde observó una disminución del rendimiento para los tratamientos con aplicación de Prohexadione calcio tanto a fin de flor, cuajado y doble aplicación en cuajado mas 10 días. Esta disminución se debió al menor peso de racimo, provocada por la reducción en el tamaño de grano.

A pesar de no haber diferencias con respecto al testigo en los rendimientos en el tratamiento de doble aplicación (C2R) la disminución de este fue 10% explicado por el menor peso del racimo debido al menor tamaño de grano.

Las diferencias en el peso del racimo no llegaron a ser significativas con respecto al testigo, debido a la compensación por un aumento en el número de granos o debido a que el peso del escobajo es mayor.

El peso del escobajo no debería haber aumentado, ya que al inhibir las giberelinas, se está limitando su crecimiento. En este trabajo no se midió el peso del escobajo por problemas en el muestreo pero en el ensayo realizado en el período anterior por Disegna, 2002 las aplicaciones de Prohexadione calcio no afectaron el peso del

escobajo sin diferencias significativas con respecto al control, aunque la tendencia es a que disminuya en el tratamiento con 2 aplicaciones del producto en cuajado y 15 días posterior.

El mayor numero de granos se puede deber a:

- 1) La posible disminución de la competencia por nutrientes entre bayas, ya que presentan menor tamaño (dado la inhibición de las giberelinas) provocando así menor abscisión.
- 2) Inhibición del etileno que disminuiría la abscisión de frutos.

En cuanto al deshojado, en contraposición a nuestros resultados, al remover las hojas basales en etapas tempranas otros investigadores encontraron una disminución de la producción, explicado por un menor tamaño de grano, ya que se eliminó la fuente principal de abastecimiento de fotoasimilados. (Hunter *et al.* 1990 citado por Yuste *et al.*, 2001; Percival *et al.*, 1994; Gutiérrez, 2002).

Los tratamientos (DPC) y (FLR), disminuyeron sus rendimientos un 10% dado que presentaban un 20% menos de racimos que el control.

Se ha demostrado que el nivel de producción guarda una relación inversa con la concentración de algunos de los componentes de la calidad (Ferrer *et al.*, 2003). Debido a que no hay diferencias en los rendimientos por tratamientos, las diferencias en los parámetros de calidad estarán dados por otros factores.

4.3. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA UVA.

Cuadro 5. Composición química de la uva.

Tratamiento	SS (°Brix)	°Alcohol potencial	pH	Acidez total (gr/l)
FLR	18,4 ns	10,3 ns	3,55 ns	7.64 ns
CR	18	10,0	3,39	7.92
C2R	18	10,0	3,38	6.75
FLRV	17,4	9,6	3,48	7.22
EV	18,6	10,4	3,41	7.44
DPC	19	10,7	3,39	7.62
T	18	10,0	3,37	8.46
CV(%)	8,45	9,81	14,03	17,15

* Letras distintas indican diferencias significativas de las medias según test de Duncan $\alpha=0.05$.

No se encontró efecto de los tratamientos en sólidos solubles, acidez, pH, y alcohol probable.

Los resultados obtenidos en el tratamiento de deshojado no concuerdan con los observados por algunos investigadores que encontraron que una adecuada exposición de los racimos a la luz resultó en frutos de alto contenido en azúcar y baja acidez titulable, por bajos contenidos de ácidos orgánicos especialmente el málico, disminuyendo también el contenido de potasio y el pH comparado con racimos sombreados. (Morrison y Noble, 1990; Kliewer citado por Dokoozlian y Kliewer, 1996; Percival et al., 1994; Ollat y Gaudillere, 1998; Gutiérrez, 2002). Este efecto es debido a que la sombra disminuye la actividad de ciertas enzimas, como pep-carboxilasa, la málico deshidrogenasa que actúan en la degradación del ácido málico y la invertasa que hidroliza la sacarosa en la baya. (Rusffnet et al., 1976 citado por Smart, 1987).

Otros autores no encontraron relación con el grado alcohólico probable (Percival et al., 1994; Sidahmed y Kliewer, 1980; Yuste et al., 2001), coincidiendo con nuestros resultados.

Al igual que lo observado por Yuste et al., 2001; Dokoozlian y Kliewer, 1996, no se registraron variaciones en el pH. Contrariamente, Hale, 1977 citado por Morrison 1990, encontró que aumentó el pH por un mayor nivel de potasio y una menor relación tartárico/málico.

Un efecto de la baja concentración de azúcares puede ser causado por un retraso en la maduración, ya que según During et al., 1978, la remoción de hojas provoca un enlentecimiento de la acumulación de ABA en la baya por la reducción en el suministro de asimilados. El ABA en la baya es transportado desde las hojas en el momento donde la sacarosa se comienza a acumular en la baya. Esta hormona actúa afectando tanto la acumulación de azúcar, como la disminución de los ácidos orgánicos.

En el tratamiento de dos aplicaciones (C2R) a pesar de haber disminuido el tamaño de la baya, los sólidos solubles no se vieron incrementados, esto no concuerda con Creasy (2003); Brannas (1977); Fregoni (1999) que sostienen que bayas pequeñas tienen mayor contenido de sólidos solubles porcentualmente, en comparación a bayas más grandes.

En el ensayo de Disegna et al. (2002), a pesar de no encontrarse diferencias significativas en el grado alcohólico probable, este tratamiento presentó los valores mas altos en el contenido de azúcar, aumentando un grado el alcohol potencial con respecto al testigo.

Una posible causa de las pocas diferencias entre tratamientos y la baja cantidad de azúcar se puede deber a una cosecha inmadura de la baya. El estado de madurez de las semillas era inmaduro (valores altos de MP%) (ver cuadro 5) y la acidez elevada, ya que el valor de acidez en que se cosecha la uva es alrededor de 4 a 5.5 gr/lit para este cultivar.

Las precipitaciones y la baja radiación del mes de febrero (ver anexo IV), afectaron negativamente el estado sanitario del cultivo y también el proceso de maduración de la uva, ya que provocan condiciones de alta humedad que predisponen a los racimos a contraer pudriciones, principalmente *Botrytis cinerea*, por otra parte, la absorción exagerada de agua próxima a la vendimia trae como consecuencia una disminución importante del tenor de azúcar (Riberau-Gayon y Peynaud, 1982).

El nivel de producción es bajo para todos los tratamientos esto debería haber favorecido la acumulación de azúcar ya que existe una correlación negativa entre el nivel de producción y la acumulación de azúcar siendo esta de -0.848 , $p=0.07$ (Ferrer et al., 1997). En este ensayo esto no se dio dado la cosecha inmadura de la uva.

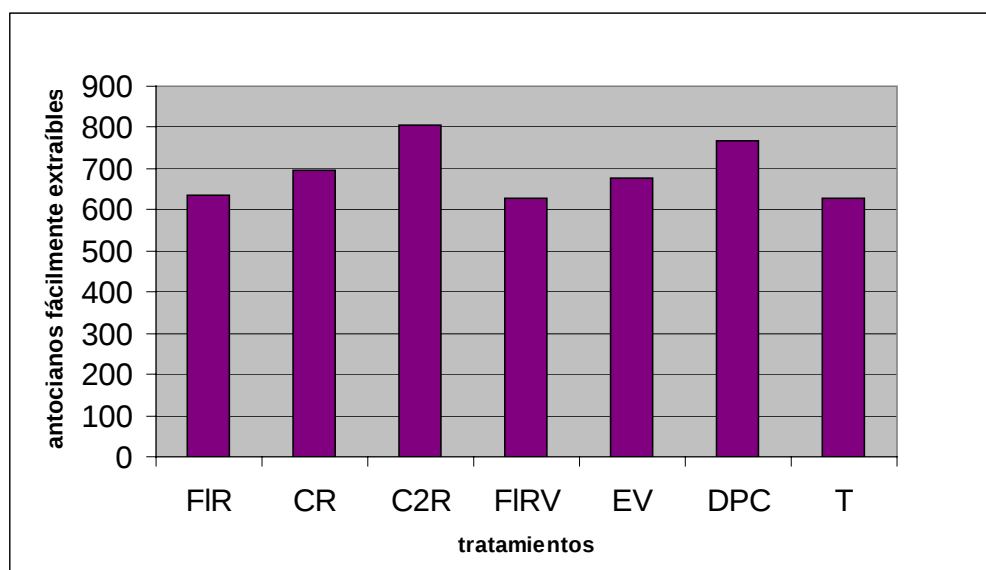
4.4.EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICION FENÓLICA DE LA UVA

Cuadro 6. Compuestos polifenólicos

Tratamientos	Relación cáscara/pulpa	Antocianos totales mg/lt	Antociano fácil- extrac mg/lt	Polifenoles totales	Extractibilidad %	MP %
FLR	0.540 b*	1734,25	636,13	52,87	63.32	51,9
CR	0.666 ab	1831,38	696,5	56,56	61.97	50,7
C2R	0.722 a	1735,13	804,13	55,68	53.66	42,2
FLRV	0.600 ab	1519,88	629,13	48,33	58.61	47,9
EV	0.671 ab	1724,63	675,5	48,37	60.83	44,1
DPC	0.721 a	1673	766,5	54,99	54.18	44,2
T	0.557 b	1575	629,13	55,83	60.06	54,9

*Letras distintas indican diferencias significativas de las medias según test de Duncan $\alpha=0.05$

Figura 8. ANTOCIANOS FÁCILMENTE EXTRAÍBLES SEGÚN TRATAMIENTO.



Al analizar la relación hollejo/ pulpa, observamos diferencias significativas con respecto al testigo, para los tratamientos (C2R) y (DPC) que presentan también los mayores niveles de antocianos fácilmente extraíbles y las mayores extractibilidades (valores mas chicos), esto significa que tienen mayor capacidad de ceder sus antocianos potenciales al mosto-vino durante la maceración.

En el caso de deshojado la explicación de la mayor relación hollejo/pulpa, puede estar dada por un mayor peso del hollejo, debido a que en exposiciones tempranas del racimo a la luz la pared cuticular se torna mas gruesa (Hunter y Archer, 2002).

En este tratamiento se observó un leve incremento en los antocianos totales (6%> Testigo). Era esperable un incremento mayor debido a que la exposición solar de los racimos aumenta la actividad de la PAL (Fenilalanina amino-liasa) y por tanto la síntesis de estos compuestos se ve favorecida (Roubelais Angelaquis et al., citado por Gonzáles et al., 2001; Champagnol, 1984; Hrazdeina et al., 1984 citado por Darné, 1988; Kliever 1977 citado por Dokoozlian y Kliever, 1996; Morrison y Noble, 1990; Gutiérrez, 2002).

Se observaron los mayores niveles de antocianos fácilmente extraíbles siendo un 22% superior al testigo. Esto es debido a que lo que mejoro este tratamiento fue la extractibilidad y no el contenido total de antocianos, probablemente al encontrarse la uva mas madura (ver cuadro 6).

En el tratamiento (C2R) los polifenoles y antocianos totales no se afectaron a pesar de presentar una mayor relación entre el hollejo y la pulpa dado que el tamaño del grano es mas pequeño. Esto se contradice con Creasy, 2003; Díaz-Plaza, et al., 2000; Dokoozlian, 2002; que afirman que mayor proporcion cascara/pulpa aumenta la concentración de compuestos polifenolicos en la baya ya que éstos se localizan en las partes sólidas, en el hollejo y semillas (Prieur y col.1994 citado por Díaz-Plaza M, et al 2000; Renaudin, 2000; Huglin y Schneider, 1998). En el ensayo realizado por Disegna (2002) los antocianos totales en el tratamiento de doble aplicación de cuajado mas 15 días los antocianos totales aumentaron un 27% con relación al testigo.

Los antocianos fácilmente extraíbles se incrementaron un 28% con respecto al testigo, concordando con el ensayo realizado por Disegna E, 2002 y Zioziou et al., 2002, este último al aplicar otro retardador de crecimiento. Esto se debió a la mayor extractibilidad dado el mayor estado de madurez de la uva, ya que los antocianos totales aumentaron solamente un 10%.

Para este ensayo, no se encontró correlación entre el peso del grano y los antocianos totales, pero sí con los antocianos fácilmente extraíbles $r=-0.696$ $p=0.082$. Ello está dado por las mayores extractibilidades (valores más chicos) que al disminuir el tamaño del grano, aumenta al presentar mayor madurez. La correlación entre tamaño de grano y extractibilidad es de $r=0.621$ $p=0.136$. Eliminando el tratamiento de deshojado esta correlación aumenta a $r=0.873$ $p=0.016$ esto es debido a que en este tratamiento el tamaño del grano no disminuyó y sin embargo presentó alta extractibilidad. Esto indica que el tamaño del grano no es el único factor que influye en la calidad sino que es de gran importancia otros factores como la iluminación, etc.

En el tratamiento de una sola aplicación en cuajado (CR) a pesar que hubo una tendencia a la disminución del tamaño del grano no fue estadísticamente diferente, y presentó un leve incremento en los antocianos fácilmente extraíbles (11% con respecto al testigo).

Los antocianos potenciales totales para el tratamiento anterior son mayores en un 16% con relación al testigo y un 6% superior al tratamiento de doble aplicación (C2R). Las diferencias entre estos dos tratamientos en el contenido total de antocianos se podría atribuir a la segunda aplicación de P-ca en el tratamiento C2R. Al inhibir este producto el metabolismo de los antocianos (Brown et al., 1997, Griggs et al., 1991) pudo afectar la concentración o actividad de una o muchas enzimas encargadas de la síntesis de los antocianos (Takeda et al., 1988 citado por Dokoozlian y Kliewer, 1996).

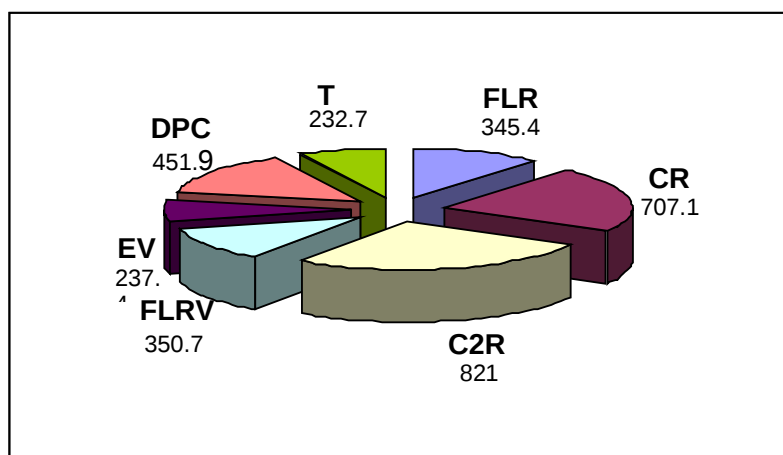
Para los demás tratamientos (FLR, FLRV, EV), no disminuyó el tamaño del grano por lo que no aumentó la relación hollejo/pulpa, no afectando la composición antocianica.

4.5. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COMPOSICIÓN AROMÁTICA DE LA UVA.

Cuadro 7.Compuestos aromáticos según tratamiento.

Tratamientos	Total aromas mg/Kg	Terpenos mg/kg	Fenoles mg/kg	norisoprenoides mg/kg
FLR	345.4	44,9	150,8	100,4
CR	707.1	132,9	170,4	280,3
C2R	821	133,3	173,2	376
FLRV	350.7	61,1	101,4	151,2
EV	237.4	66,4	84,6	71
DPC	451.9	109,5	169,1	81,3
T	232.7	57,1	132,2	4,5

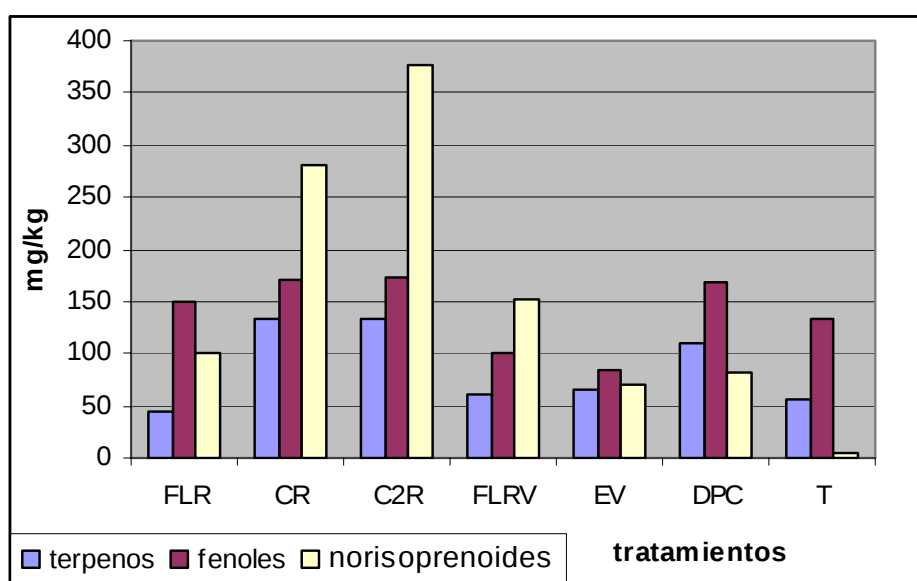
FIGURA 10. TOTAL DE COMPUESTOS AROMÁTICOS SEGÚN TRATAMIENTO.



El testigo presentó los menores valores de precursores aromáticos totales. El tratamiento con mayores contenidos de aromas es el de doble aplicación de Prohexadione calcio (C2R) que supera 350% el valor del testigo. Esto coincidió con los resultados de Disegna *et al.*, (2002), que obtuvo mayor contenido de aromas en el vino en el tratamiento de doble aplicación de Prohexadione calcio.

El tratamiento de una sola aplicación en cuajado (CR) fue el segundo con mayor contenido aromático superando al testigo 300%. El deshojado presentó también altos valores siendo 194% mayores al testigo.

FIGURA 9. COMPUESTOS AROMÁTICOS SEGÚN TRATAMIENTO.



Dentro de los precursores aromáticos totales los que mas fueron influenciados por los diferentes tratamientos fueron los norisoprenoides, que contribuyen a aromas frutados (ver figura 9). Estos precursores de aromas son esperables de encontrar en la variedad Tannat a diferencia de los terpenos que son comunes en los Moscateles.

El tratamiento (C2R) aumento aproximadamente 100 veces el contenido de norisoprenoides con respecto al testigo.

Entre otras causas ello puede estar atribuible a :

1) Al menor tamaño de grano ya que los compuestos aromáticos al localizarse en el hollejo incrementan su concentración al aumentar la relación hollejo/pulpa en concordancia con lo expresado por Zoecklein (1997). Existe una alta correlación entre tamaño de grano y contenido de norisoprenoides de $r=-0.853$ $p=0.015$ lo que indica que al disminuir el tamaño de grano aumentan los niveles de estos compuestos. A su vez la correlación entre tamaño de grano y contenido total aromático es de $r=-0.813$ $p=0.026$.

2) Un efecto directo del producto Prohexadione calcio en el metabolismo de los norisoprenoides. En todos los tratamientos con aplicación del producto se observó un aumento de estos compuestos. En los tratamientos (FLR; CR; FLRV; EV) en donde no disminuyó el tamaño de grano se observó un incremento de norisoprenoides, aunque menos marcado que en el tratamientos (C2R) donde el tamaño de grano fue reducido, por lo que puede existir un efecto en conjunto para este tratamiento.

El tratamiento CR presentó una tendencia a la disminución del tamaño de grano y el contenido de norisoprenoides aumento 62 veces con relación al testigo.

La aplicación que no fue dirigida al racimo (EV) fue la que presentó los menores niveles de norisoprenoides en comparación a las demás tratamientos que recibieron aplicaciones de Prohexadione calcio, confirmando el efecto del producto propuesto en el punto 2. Los menores niveles de norisoprenoides podría estar dado a que el producto no afecto directamente al no aplicarse a racimos y no traslocarse hacia ellos por presentar translocación acrópeta.

El tratamiento de deshojado (DPC), presentó altos niveles de fenoles debido probablemente a la estimulación de la PAL por la luz ya que esta enzima interviene en la síntesis fenólica. (Bureau, 2000). El nivel de norisoprenoides fue 20 veces superior al testigo, debido a que la luz cuando los granos son verdes incrementan los niveles de carotenoides que son precursores de los norisoprenoides. Durante la maduración la luz estimula la degradación de los carotenoides para su transformación en norisoprenoides. (Bureau, 2000).

4.6. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL BALANCE VEGETATIVO-PRODUCTIVO (ÍNDICE DE RAVAZ)

Cuadro 8. Peso de poda e índice Ravaz según tratamiento.

Tratamiento	Peso Poda (Kg/rep)	Rend (Kg/Par)	Índice Ravaz
FLR	6.82 ns	34.5 ns	5.06ns
CR	6.79	38.34	5.64
C2R	7.46	34.23	4.59
FLRV	7.29	37.68	5.17
EV	6.44	36.74	5.70
DPC	6.08	34.16	5.62
T	6.68	38.02	5.69
CV%	15.47	18.86	22.17

*Letras distintas indican diferencias significativas de las medias según test de Duncan $\alpha=0.05$.

La relación del rendimiento/ peso de poda (Índice Ravaz) es una medida que refleja el balance vegetativo y productivo de la planta (Smart y Robinson., 1991).

Debido a que todos los constituyentes de la baya provienen de la actividad foliar y particularmente de la fotosíntesis, solo es posible una óptima maduración si existe una adecuada superficie foliar por unidad de producción. (Smart, 1990). Una relación equilibrada entre la producción de madera y fruta, condicionan la calidad final del producto. (Champagnol, 1984; González-Neves y Ferrer citado por Ferrer, 2003)

Los resultados de índice Ravaz se encuentran entre 5 y 7 para todos los tratamientos y según Ferrer y col. 1997; Ravaz citado por Champagnol, 1984; se encuentra en los valores óptimos, indicando que existe un adecuado equilibrio vegetativo-reproductivo.

El tratamiento de dos aplicaciones en cuajado (C2R) presenta menor índice Ravaz dado que la producción (Kg/ha) es similar a los otros tratamientos y el crecimiento vegetativo presenta uno de los valores mas altos (peso de poda elevado).

Para este tratamiento el mayor vigor pudo haber afectado negativamente a la calidad ya que según Hunglin y Shneider (1998), Fregoni (1999) bajo vigor es requerido para una graduación de azúcar elevada y por ende mayores factores cualitativos como aromas, color, etc.

La baja producción para todos los tratamientos fue característica de la cosecha 2003 agravada en el cultivar Tannat podado Royat. La baja producción se debió a un problema en la inducción dado las malas condiciones climáticas durante la primavera del 2001.

5.CONCLUSIONES

1-La doble aplicación dirigida al racimo del regulador de crecimiento Prohexadione calcio (3,5-dioxo-4-propionilciclohexancarboxilato) disminuyó significativamente el tamaño de grano.

2-El momento mas efectivo para sus aplicaciones sería a partir de cuajado hasta 10 días después, mientras que aplicaciones previas, en floración o posteriores, en envero no influirían significativamente en el tamaño del grano.

3-El menor tamaño del grano puede deberse además del efecto inhibitorio del producto en el metabolismo las giberelinas (reduciendo la división celular), a un menor peso de semilla.

4- La reducción del tamaño de grano, aumentó la relación hollejo/pulpa y presentó mayor concentración de aromas, siendo 350% mayor al testigo. Los norisoprenoides superaron 100 veces el valor del testigo. El tenor de antocianos fácilmente extraíbles presentó valores 28% superior al testigo, así como también se observó una mayor extractibilidad.

5- Las aplicaciones de Prohexadione calcio podría tener un efecto directo en el metabolismo de los compuestos aromáticos en especial los norisoprenoides, ya que se observó altos niveles de estos compuestos en los tratamientos con aplicación del producto.

6-La aplicación en floración (FLR), en cobertura total (FLRV) y en envero dirigida a la parte superior del follaje, (EV) no tuvieron efecto en el crecimiento vegetativo, presentado similares pesos de poda y longitud de pámpanos que el testigo.

7-El deshojado basal en cuajado (DPC), no afectó el tamaño del grano pero aumento el nivel de antocianos fácilmente extraíbles en un 21% con respecto al testigo, presentando también una de las mejores extractibilidades y niveles superiores de norisoprenoides y fenoles con respecto al testigo. Esto demuestra la importancia de otros factores además del tamaño del grano como ser una adecuada iluminación de los racimos en la síntesis de estos compuestos.

8-Los diferentes tratamientos no afectaron el rendimiento, peso y número de racimos, así como la composición química de la uva (sólidos solubles, acidez y pH).

Futuros trabajos deben realizarse para profundizar los efectos de este producto en el número de granos e influencia de enfermedades como *Botrytis cinerea* aparte de la calidad de la uva y el vino, incluyendo el efecto año.

6.RESUMEN

Durante el ciclo 2002-2003 se realizaron estudios para determinar el número de aplicaciones, momento y efectividad del regulador del crecimiento Prohexadione calcio (3,5-dioxo-4-propionilciclohexancarboxilato) y del deshojado en la producción, tamaño de grano, composición química, fenólica y aromática en *Vitis vinífera* cv Tannat.

El ensayo se llevó a cabo en el departamento de Canelones, localidad Las Brujas sobre la ruta 48 km 3500 en un predio comercial de 7 años de edad. El cultivar esta injertado sobre SO4, conducido en lira y podado Royat. El marco de plantación es de 3.5m entre fila y 1m entre plantas, con una densidad de 2857 plantas por hectárea.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar. Consistió de 7 tratamientos con 5 repeticiones cada una de 8 plantas. El total de plantas por tratamiento fue de 40.

Se probaron cuatro momentos de aplicación del producto: en floración (FLR), cuajado (CR) y doble aplicación en cuajado y 10 días después (C2R), dirigidas a los racimos. Se realizó una aplicación en cobertura total en floración (FLRV) y otra dirigida a la parte superior del follaje en envero (EV). La dosis por aplicación fue de 2.5 kg/ha y a alto volumen. En el tratamiento (DPC) se realizó deshoje basal 7 días postcuajado, hasta la hoja opuesta al racimo inclusive. Los resultados se compararon con un testigo sin tratar (T).

Se siguió la evolución del peso y volumen de 100 bayas por tratamiento, tomadas al azar semanalmente hasta cosecha. Con los datos obtenidos, se calculó la tasa de crecimiento (gr./día) para las tres fases de desarrollo del fruto para los distintos tratamientos. En cosecha se midió sólidos solubles, acidez, pH, polifenoles totales, antocianos y compuestos aromáticos. El crecimiento vegetativo se estimó a través del peso de poda y la longitud de los pámpanos medidos semanalmente hasta después de cosecha.

El momento mas efectivo para la aplicación es a partir de cuajado hasta 15 días después, mientras que aplicaciones previas, en floración o posteriores, en envero no influyen en la disminución del tamaño del grano. Los mejores resultados se obtuvieron con dos aplicaciones, mientras que una sola, no fue efectiva.

La disminución del tamaño de baya se debió a la inhibición de las giberelinas así como a una disminución del tamaño del embrión de la semilla.

Al disminuir el tamaño de grano, aumentó la relación hollejo/ pulpa para el tratamiento de dos aplicaciones (C2R). Este tratamiento presentó los niveles mas altos de antocianos fácilmente extraíbles siendo un 28% superior al testigo, así como también la mayor extractibilidad (valores mas bajos). Los precursores aromáticos en este tratamiento fueron los mayores superando 350% el valor del testigo, siendo los norisoprenoides superiores 100 veces al testigo. Prohexadione calcio puede tener un efecto directo en la síntesis de estos compuestos.

El producto no afecto el crecimiento vegetativo, ni la producción sin presentar diferencias significativas en cuanto a rendimiento, número y peso de racimos con respecto al testigo. Los componentes del mosto (sólidos solubles, acidez, y pH) tampoco se vieron afectados.

El deshojado basal en cuajado, no afecto el tamaño del grano pero aumentó el nivel de antocianos fácilmente extraíbles en un 21% con relación al testigo, también presentó una de las mayores extractibilidades y niveles superiores de norisoprenoides con respecto al testigo.

BIBLIOGRAFÍA

ALLEWELDT G, 1977. La croissance et la maturation des baies de raisin Symposium International sur la qualité de la vendange. Le cap, Afrique du Sud. 129-136pp.

AMATI, A; MARANGONI, B; ZIRANI, R; GRAZIANI, N; CASTELLARI, M; ARFELLI, G; ZIRANI, N 1994 a; Prove di vendimia differenziata; Effetti del Diradamento dei grappoli sui parametri vegeto-productivi (Nota 2°) Riv. Vitic Enol (2) 13-24 pp

ANDRADES M.; 1990 Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura y enología profesional nº 9, 21-30 pp.

BEN-TAL, Y 1990. Effects of Gibberellin Treatments on ripening and berry drop from Thompson Seedless Grapes. Am. J. Enol. Vitic. vol 41, nº2: 142-146

BISSON, L; 2001. In search of optimal grape maturity. <http://www.practicalwinery.com/julaug01p32.htm>.

BLUMETTO G; ESPINO M, IRURTIA M; 2000. Efecto 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) Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay. 139pp.

BONGHI C; TONUTTI P; RAMINA A; 2001 La maturazione del frutto: aspetti molecolari della biosintesi e del meccanismo di azione dell'etilene. Frutticoltura nº6 67-70.

BOUBALS, D; 1991. Los factores de calidad de las viníferas tintas. Vitic y Enol. Prof nº 14. 48-50.

BRANNAS J, 1977. Appreciation de la qualité. Symposium International sur la qualité de la vendange. Le cap, Afrique du Sud. 13-28pp.

BUREAU S; BAUMES R; RAZUNGLES A; 2000 Effect of vine or bunch shading on the glycosylated flavor precursors in grapes of Vitis Vinifera L. cv. Sirah. J. Agric. Food Chem. 48, 1290-1297.

BUTTROSE, M.1974. Climatic factors and fruitfulness in grapevines. A review, with reference to same other perennial horticultural plants. C.S.I.R.O.Horticultural abstracts. Vol. 44. n° 6: 319-326.

BYERS R.; YORDER K S; 1999. Prohexadione calcium Inhibits Apple, but not Peach, Tree Growth, but has Little Influence on Apple Fruit Thinning or Quality. HortScience vol.34 (7) 1205-1209 pp.

CARBONNEAU A.1980. Recherche sur les Sistema de conduite de la vigne; essai de matise du microclimat et de la plnte entiere pour produire ecomiquement du raisin de qualite. These ph.d Pond de la maye .estation de recherches de viticultura 235pp.

CHAMPAGNOL, F; 1984. Element de Physiologie de la vigne et de viticulture generale. Montpellier 351pp.

COOMBE B; HALE C; 1973. The hormone content of ripening grape berries and the effects of Growth substance treatments. Plant Phisiol. 51:629-634.

COSTA G; ANDREOTTI C; BUCCHI F; SABATINI E; BAZZI C; MALAGUTI S.; 2001. Prohexadione-ca (apogee) Growth Regulation and Reduced Fire Blight Incidence in Pear. HortScience, Vol. 36 (5) : 931-940.

CREASY G, 2003. Projects - Fruit Composition - Grape Phenolics
<http://www.lincoln.ac.nz/v&o/projects/gphenol.htm>

CRIPPEN, D; MORRISON, J.1986. The effecs of sun exposure on the composition development of Cabernet Sauvignon berries. Amer.J.Enol.Viticult.37:234-242.

DARNE G, 1988. Evolution des differentes anthocyanes des pellicules de Cabernet Sauvignon au course du development des baies. Conn.Vigne Vin. 22 n°3.:225-231.

DASS H; RANDHAWA G; 1968. Effect of gibberellin on seeded Vitis vinifera with special reference to induction of seedlessness. Vitis (7): 10-21

DE FRUTOS, E; BERETTA, A.1999.Un siglo de tradición. Montevideo. Aguilar.240p.

DIAZ-PLAZA M; LORENTE E; REYERO G; PARDO F; SALINAS M, 2000. Aportación al estudio de la maduración de varias viníferas tintas. Vitic enol prof. n° 68: 37-44 .

DISEGNA E ; BOIDO, E; CARRAU, F; FARÍÑA, L; MEDINA, K; MENDEZ, M; RODRÍGUEZ, P, DELLACASA, E. 2003 .Efectos de la aplicación del regulador de crecimiento 3,5-dioxo-4-propionilciclohexancarboxilato de calcio (bas 125) en la producción de uvas, composición del vino y aroma del cv. 'tannat.' Actas Gesco.p51-55.

DOKOOZLIAN N; 2002 Table Grape Berry Growth and development <http://cetulare.ucdavis.edu/pub/Grape0302.PDF>

DOKOOZLIAN N; KLIEWER W; 1996. Influence of light on grape berry growth and Composition Varies during fruit development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121 (5): 869-874 .

DURING,N; ALLEWELDT, G; KOCH, R; 1978. Studies on hormonal control of ripening in berries of grape vines. Acta Horticulturae 80:397-405.

EL-BAMMA G; WEAVER R 1979. Effect of ethefon and gibberellin on maturation of ungirdled Thompson seedless grapes. Am J. of Enol and Vitic. Vol 30 n°1:11-13.

ELFLUING D; LANG G; VISSER D; 2003 Prohexadione-ca and ethephon reduce shoot growth Increase flowering in young, vigorous sweet cherry trees. Hort Science, vol 38 (2) 293-296 pp.

EL-ZEFTOWI B M; WESTE H L; 1970. Effect of some growth regulators on the fresh and dry yield of Zante currant (vitis vinifera var.). Vitis (9): 47-51.

EPA; 2001.NYSDEC-Active Ingredient Registration 4/01.Federal Register. Vol 65, n° 86: 25655-25660.[A:\prohexadione-calcium \(Apogee\) NYSDEC-Active Ingredient Registration 4-01.htm](#)

EVANS J.R; EVANS R.; REGUSCI C.; RADEMACHER W; 1999. Mode Of Action , Metabolism, and Uptake Of Bas 125 W, Prohexadione-calcium. HortScience, vol 34 (37) : 1200-1201.

EVANS R, EVANS J., RADEMACHER W, 1997. Prohexadione calcium for suppression of vegetative growth in Eastern apples. Acta Horticulturae. n° 451, vol II: 663-666 .

FARIÑA L; CARRAU F; BOIDO E; DISEGNA E; MEDINA K; LLORET A; LORENZO D; VERSINI G; DELLACASSA E.; 2002 Caracterización quimiotaxonomica de la *vitis vinifera* L. var. 'tannat'. importancia de las fracciones glicosidadas en la uva y el vino <http://www.inia.org.uy/eventos/M&E-8.pdf>

FERRARO OLMOS R; 1983. Viticultura Moderna. Montevideo. Hemisferio Sur. 893pp

FERRARO OLMOS R; 1998. EL viñedo Uruguayo, sus variedades.1ª ed. Montevideo, Impal.106 pp.

FERRER,M.; GONZALES; G.; BURGENIO; J.; GABAR, Z.; CAMUSSI G. 1997. Influencia de la Intensidad de poda y raleo de racimos sobre relación fuente-fosa en *vitis vinifera* L cv. Tannat. Investigación en viticultura y enología Facultad de Agronomía-INAVI, Período 1994-2000.

FERRER, M; GONZALES NEVES, G;GAMUSSI C;2003.Ensayos comparativos del efecto del raleo de racimos en envero y cuajado sobre los parámetros productivos vegetativos.Actas del GESCO.133-136p.

FREGONI M 1999. Viticoltura di qualità.Piacenza.Edit.Grafiche Lama.707p.

FOURNIOUX J; 1997. Influences foliaires sur le développement et la maturacion des grappes.1ª partie. Progres Agricole et Viticole. 114 N°17.pp 359-372.

GALET, P.1976.Precis d'Ampelographie Practique.Imp.Paul Déhan, Montpellier, Francia.266p.

.GARCIA-MARTINEZ J.;1997 Gibberellin Metabolism and Control of Fruit Growth. Acta Horticulturae n°463:39-52.

GAMAS E; MARTINEZ A; LAENCINA J; 1994. Localization of free and bound aromatic Compounds among skin., juice and pulp fractions of same grape varieties. Vitis 33 (1) pp1-4.

GLORIES, Y; 1984. Le couleur des Vins Rouges. Les Equilibres des Anthocyanes et des Tanins. Connaissance Vigne Vin 18 (3) 195-217.

GOLDSCHMIDT E, 1997. Ripening of citrus and other non-climateric fruits: A rol for Ethylene. Acta Hort N°463; 335-340.

GONZALES J; HERNÁNDEZ M; DIAZ E; DARIAS J;. 2001. Evolucion de los caracteres madurativos de las variedades tintas Listan negro y negromolle. Vitic. Enol. Prof nº 76: 27-37.

GONZALES-NEVES G; 1994. Los compuestos fenólicos de los vinos. Panorama vitícola (7) :11-14.

GONZALES-NEVES G; BARREIRO L; BOCHICCHIO R; 1997. Composición fenolica y color De vinos blancos, rosados y tintos del Uruguay. Vit Enol Prof Nº52 :14-22.

GUTIERREZ AFONSO V.. 2002 El deshoje en la variedad Listan negro. Vitic. Enol. Prof. nº 81: 17-22.

HALE, C; COOMBE B; HAWKER J; 1970. Effects of ethylene and 2-chloroethylphosphonil acid on the ripening of grapes. Plant Phisiol. 45. 620-623.

HARRELL D; WILLIAMS L; 1987. The influence of girdling and gibberellic acid application at fruitset on ruby seedless and Thompson seedlees grapes. Am J. of Enol and Vitic. Vol 38 nº2 :83-88.

HAYASHI, R; HERNÁNDEZ,A; FERRER,M; GABARD,Z; GARCIA,L 1997. Efecto de la aplicación de acido giberelico sobre el tamaño y crecimiento de bayas del cv Italia (vitis vinifera). Investigación en viticultura y enología. Facultad de Agronomía-INAVI, Periodo 1994-2000.100pp.

HIDALGO L; 1977. Bases fisiológicas del desarrollo de las uvas, su vocación para mesa y vino, Simposio latinoamericano de la uva y el vino. Montevideo. Ministerio de Industria y Energía. Cuaderno técnico 38:189-200.

HOWELL G; CANDOLFI-VASCONCELO M; KOBLET W; 1994. Response of Pinot Noir Grapevine Growth, Yield, and Fruit composition to defoliation the previous growing season. Am. J. Enol. Vitic; vol.45, nº 2:188-191.

HUNGLIN, P; SCHNEIDER, C.; 1998. Biologie et ecologie de la vigne. 2ª edición. Francia. Edit Tec y Doc. 357pp.

HUNTER J. 1995. Partial defoliation of vitis vinifera l. cv. Cabernet Sauvignon /99 Richter: Effect on root growth, canopy efficiency, grape composition and wine quality. Am J. of Enol and Vitic. Vol 46 nº3: 306-312 .

HUNTER J; ARCHER E; 2002 Status of grapevine canopy management and future prospects http://www.acenologia.com/ciencia59_2.htm

HUMWELL A; FEMEL D 1998. Interaction of crop level and fruit cluster exposure on 'Seyval Blanc' fruit composition. J Amer. Soc Hort Sci. 123 (5):755-761.

INAVI. 2001. Instituto Nacional de Vitivinicultura. Departamento de Registros de Viñedos. Declaración Jurada de Cosecha efectiva. Datos a nivel nacional. Las Piedras. 28p.

JOURJON F; MORLAT R; SEGUIN G ; 1992. Developpment de la Vigne et Maturation du Raisin Dans Differents Terroirs Viticoles de Vallee de Loire. Vigne et Vin 26 n°2: 51-62.

KENNEDY J; 2002. Understanding Grape Berry Development
<http://www.practicalwinery.com/JulyAugust02/julaug02p14.htm>

KINGSTON C.; 1989 Influence of Leaf Area on Fruit Development and Quality of Italia Glasshouse Table Grapes. Am. J. Enol. Vitic., Vol. 40, n°2: 130-134.

KIRPAL S; 1978. Effect of application of gibberellic acid on berry size, shatter, and texture of Thompson seedless grapes. Am J. of Enol and Vitic. Vol 29 n°4: 258-262.

KOBLET W; 1977.. Translocation des produits de la photosynthese dans la vigne. Symposium International sur la qualité de la vendange. Le cap, Afrique du Sud. 45-51pp.

LAVEE S; EREZ A; SHULMAN Y; 1977. Control of vegetative growth of grape vines (Vitis Vinifera) with chloroethylphosphonic acid (Ethephon) and other growth inhibitors. Vitis 16, 2 pp 89-96.

MACIAS HERNÁNDEZ, H. 1993. Manual practico de viticultura. México, Trillas. 112p.

MARANGONI B, RYUGO K, OLMO HP. 1990 Effect of Defoliation on Carbohydrate Metabolism in Thompson Seedless and Perlette Grappegvines . Am. J. Enol. Vitic., Vol. 31, n°4: 347-349.

MARECA CORTES, I; .1983. Origen, Composición y Evolucion del vino. Alambra, España. 361p

MARTÍN PEÑA P; 2000. Utilización de Etefón en viticultura. Sevi n°2838: 4710–4713.

MATTHEWS, M; ROBY, G; LUM, D, GUINARD, J;2001.Responses of berry size and of tannins , pigments, and sensory attributes in C.Sauvignon grapes and wine to water deficits and croap load
http://www.asev.org/Events/AnnualMeeting/2001Abstracts/Abstract_39.pdf

MORRISON J; NOBLE A; 1990. The effect of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. Am. J. Enol. Vitic. Vol 41 n°3:193-200.

NAKAYAMA I; KAMIYA Y; KOBAYASHI M; 1990 Effects of a Plant-Growth Regulator, Prohexadione, on the Biosynthesis of Gibberellins in cell-free Systems Derived from Immature Seed. Plant Cell Physiology 31 (8):1183-1190.

NIKOV, M.1987.Influence de la charge sur la production et la croissance de la vigne (c.v. Merlot).Connaissance Vigne Vin, 21, n°2: 81-91.

OLLAT N; GAAUDILLERE J; 1998 The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of vitis vinifera L cv. Cabernet sauvignon. Am. J. Enol Vitic., vol.49, n°3:251-258.

OETIKER J; YANG S; 1995. The role of ethylene in fruit ripening. Acta Horticulturae n°398: 167-177.

OWENS C.L, STOVER E.; 1999. Vegetative Growth and Flowering of Youngs Apple Trees in Response to Prohexadione-calcium. HortScience vol 34 (7): 1194-1196

PERCIVAL D; FISHER K; SULLIVAN J. 1994. Use of fruit zone leaf removal with Vitis Vinifera L. cv. Riesling grapevines. I Effect on fuit composition, yield, and occurrence of bunch Rot (Botritys Cinerea) Am. .J. .Enol. .Vitic, Vol 45, n°2:123-132.

PEYNAUD,E.1989.Enologia practica.3ª ed.Mundi Prensa.406p.

PIRIE A; MULLINS; 1980 Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. Am J. of Enol and Vitic. Vol 31 n°1, 1980, 34-35.

PSZCOZOLKOWSKI T; LATORRE G; 2001 Influencia de las podredumbres secundarias registradas en cosechas tardías; sobre la calidad de mostos y vinos en Cabernet sauvignon. VII Congreso latinoamericano. Montevideo. Uruguay.

RADEMARCHER W, 1995. Growth retardants: Biochemical features and applications in Horticulture. Acta Horticulturae n° 394: 57-67.

RENAUDIN R 2001 Influences of the Different Forms of Anthocyanin (co-pigmented Free and Polimerized) on Color in a Young Red Wine. http://www.asev.org/Events/AnnualMeeting/2001Abstracts/Abstracts_57.pdf

REYNOLDS, A; WARDLE, D; DEVER, M.1994. Shoot densiti effects on grapevines. American Journal of Enology and Viticulture.45, n°4:435-450.

REYNOLDS, A; POOL, R; MATTICK, L. 1986. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seval blanc grapes. Vitis 25:85-95.

RIBEREAUGAYON, J;PEYNAUD, E. 1982. Biología de la viña: suelos de viñedos. Hemiferio Sur. Buenos Aires. V1.671p.

RODRIGUEZ VILLA J;. 2000. Buenos Vinos: Comencemos por la Uva Madura Vitic Enol Prof n° 66: 6-11

SAINT-CRIQ DE GAULRJAC N, VIVAS N, GLORIES Y 1998. Maduración fenólica de las uvas tintas .Relación con la calidad de los vidueños Merlot y Tempranillo tomo I; Sevi n°2747:1047-1051

SALISBURY F; ROSS C; 1996 Fisiología vegetal .México Grupo Editorial Iberoamericana: 759.

SCIENZA A, MIRAVALLE R, VISAI C, FREGONI M.1978.Relationship between seed Number giberellin and abcisic acid levels and ripening in Cabernet Sauvignon grape berries. Vitis 17:361-368.

SCOTT L, 1967. Opposing effects of Gibberellin and Ethylene. Plant Physiology 42:1021-22.

SIDAHMED O; KLIOWER W, 1980. Effects of Defoliation, Gibberellic Acid and 4-Chlorophenoxyacetic Acid on Growth and Composition of Thompson Seedless Grape berries. Am. J. Enol. Vitic.,Vol.31, n°2: 149-153.

- SERAFÍN M; 2000. Prohexadione Calcium; Pesticide Tolerance
<A:\EPA Federal Register Prohexadione Calcium; Pesticide Tolerance.htm>
- SMART,R; ROBINSON J, 1985 Canopy microclima modificación for the cv. Syrah. Definition of canopy microclimate. Vitis 24 (1): 12-18.
- SMART,R; ROBINSON J, 1990. Sunlight into wine. A Handbook for winegrape canopy management wine Titles Adelaide 66pp.
- SMART, R 1987. Influence of light on composition and quality of grapes. Acta Horticulturae n° 206:37-42.
- SZYJEWICZ E, ROSNER N, KLIWER M, 1984. Ethephon ((2-Chloroethyl) phosphonic Acid, Ethrel, CEPA) in Viticulture-A Review . Am J. of Enol and Vitic. Vol 35 n°3: 117-123.
- TAIZ, L; ZEIGER, E; 1998. Plant Physiology 2° ed. Sunderland. 792pp
- TALON M; AZCON BIETO; 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Mc Grow-hill ed. 361-375pp
- TARDAGUILA J; 1993. Gestión del follaje: una potente técnica para mejorar la producción y la calidad de la uva. Vitic. Enol. Prof. n° 28:31-46.
- UNRATH C.; 1999. Prohexadione-ca : A Promising chemical for controlling vegetative Growth of Apples. HortScience vol 34 (7): 1197-1200.
- VENDRELL M; PALOWER X, 1995. Hormonal control of fruit ripening in climateric fruit. Acta Hort n°463: 325-334.
- WEAVER R J; SINGH I.S 1978 Ocurrance of Endogenous Ethylene and effect of Plants Regulators on Ethylene Production in the Grappe-vine. Am. J. Enol. Vitic., Vol.24, n°4: 282-285.
- WEAVER J 1976 Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed Trillas México 622pp
- WEAVER RJ; POOL RM ; 1969 Effect of Ethrel, abscisic Acid and a Morphactin on Flower and Berry Abscission and Shoot Growth in Vitis Vinifera J. Amer. Soc Hort. Sci 94: 474-478
- WINKLER W, 1999. Reduced risk concept for Prohexadione calcium, a vegetative growth Control plant growth regulator in apples. Acta Horticulturae n°451:667-671

Wolf T, 2001. Viticulture research projects
<http://www.grapetalk.com/researchtxt/virg1txt>

YUSTE J; RUBIO J; BAEZA P; LISSARRAGUE J, 2001. Efectos del dehojado y de su combinación con el aclareo de racimos en los componentes básicos de la producción y del mosto sobre cv Tempranillo en la Ribera del Duero. Sevi nº 2842:46-255.

ZIOZIOU E; TAVERNARAKAI N; NIKOLAOU N; 2002 .Effets de l' application des retardateurs De croissance sur la qualité des raisins de la variété de vigne "mavrodafni". J. Int .Sci. Vigne Vin nº 36: 103-106

ZOECKLEIN B; 1996. Optimizing quality.
<http://www.fst.vt.edu/Zoecklein/SEPOCT96.html>.

ZOECKLEIN B; Wolf T; DUNCAN N; JUDGE J; COOK M 1992. Effects of fruit zone leaf removal on yield fruit composition and fruit rot incidence of chardonnay and white Riesling (vitis vinifera) grapes. Am J. Enol. Vitic, vol 43 nº2: 1139-148.

ZOECKLEIN, B 1997. Vintner's Corner. Virginia Tech-enology grape Chemistry. Vol(12), nº1. January-February.
<http://www.fst.vt.edu/extension/enology/JAN-FEB97.html>.

(1) 2002 El vino emblemático de Uruguay: el Tannat
<A:\Historia Tannat.htm>

(2) Apuntes de clases.

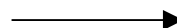
8. ANEXOS

Esquema de la vía de síntesis de compuestos fenólicos.

PLANO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

E ——— W

Dirección de las filas

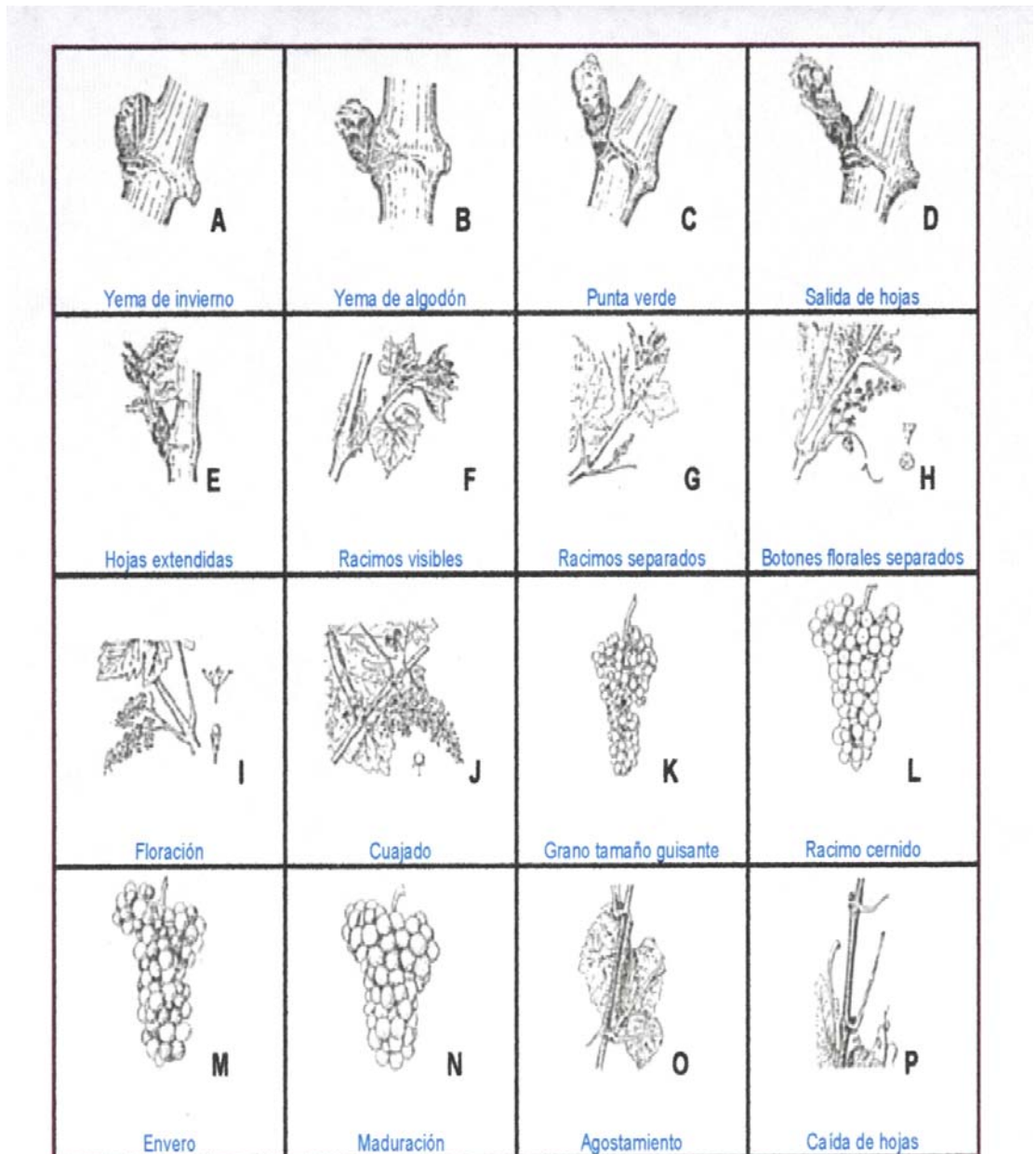


							1
							2
							3
T74-14	T616-24	T526-36	T439-48	T350-58	T267-76	T178-86	4
							5
							6
T74-12	T614-21	T523-30	T432-40	T342-51	T254-61	T164-70	7
T76-14	T216-29	T331-38	T440-51	T553-58	T664-74	T776-86	8
T775-83	T662-72	T546-60	T435-44	T325-33	T214-23	T73-12	9
							10
							11
T43-11	T314-23	T125-33	T535-43	T245-54	T656-67	T769-76	12

Referencias.

T1:FLR
T2:CR
T3: C2R
T4:FLRV
T5:EV
T6:DPC
T7:T

ESCALA BAGGIOLINI.



PRECIPITACIONES Y HELIOFANIA DEL MES DE FEBRERO DEL 2003.

