



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS SISTEMAS
DE PODA, GUYOT Y ROYAT, SOBRE LOS
PARÁMETROS VEGETATIVOS, PRODUCTIVOS Y
ENOLÓGICOS EN EL CV. TANNAT.**

Por

**Guido GALLESIO CROTTI
Martín PERUGORRÍA LARROQUE**

FACULTAD



**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.
(Producción Vegetal Intensiva).**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2002**

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a las siguientes personas que han colaborado con la realización del presente trabajo:

- A nuestros directores, Ing. Agr. Milka Ferrer e Ing. Agr. Gustavo González Neves y a la Ing. Agr. Gianfranca Camussi.
- Al Tec. Agr. Ibañez por su colaboración en la realización del análisis estadístico.
- Al personal de biblioteca de la Facultad de Agronomía.
- Al Enol. Darwin Charamelo.

Por último dedicamos este trabajo a nuestras familias, compañeros y amigos que nos apoyaron durante el proceso de elaboración del mismo.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

	Página
Cuadro N°1: Fertilidad real y potencial para ambos sistemas de poda	50
Cuadro N°2: Número medio de racimos por rango de yema en la poda corta.	51
Cuadro N°3: Número medio de racimos por rango de yema en la poda larga.	51
Cuadro N°4: Evolución de la acidez total	56
Cuadro N°5: Producción por planta (kg), peso de madera de poda (kg) e Índice de Ravaz para los dos tratamientos.	59
Cuadro N°6: Peso de 100 granos al momento de la cosecha.	60
Cuadro N°7: Graduación alcohólica para poda Guyot y poda Royat.	62
Cuadro N°8: Contenido de acidez total en los vinos de ambos tratamientos	62
Cuadro N°9: Contenido de azúcares en el vino para poda Guyot y poda Royat.	63
Cuadro N°10: Composición media de los vinos según sistema de poda.	64
Cuadro N°11: Color de los vinos para ambas podas (%).	65
Gráfico N°1: Fertilidad potencial y real para ambos sistemas de poda	50
Gráfico N°2: Distribución de la fertilidad según rango de yemas	52
Gráfico N°3: Evolución del estado fenológico para ambos sistemas de poda	53
Gráfico N°4: Evolución del estado fenológico de las yemas basal y distal	54
Gráfico N°5: Evolución del contenido de azúcares	54

Gráfico N°6: Evolución de la acidez total	56
Gráfico N°7: Evolución del pH	57
Gráfico N°8: Evolución del peso de grano	58
Gráfico N°9: Kg totales, Peso de madera e IR para ambos sistemas de poda	59

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Milka Ferrer

Ing. Agr. Gustavo González Neves

Ing. Agr. Andres Passadore

Fecha:

Autor:

Guido Gallesio Crotti

Martín Perugorría Larroque

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	IV
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD TANNAT	4
2.1.1. <u>Revisión histórica de la variedad</u>	4
2.1.2. <u>Características ampelográficas</u>	4
2.1.3. <u>Características enológicas</u>	5
2.2. DESARROLLO DE LAS YEMAS	5
2.2.1. <u>Yemas latentes</u>	6
2.2.2. <u>Yemas prontas</u>	7
2.2.3. <u>Yemas de la madera vieja</u>	8
2.2.4. <u>Floración de la vid</u>	8
2.2.5. <u>Inducción de las yemas</u>	8
2.3. FERTILIDAD DE LA YEMA	10
2.3.1. <u>Definición</u>	10
2.4. FACTORES DE VARIACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LAS YEMAS	11
2.4.1 <u>Factores climáticos</u>	11
2.4.1.1. Temperatura	11
2.4.1.2. La luz	12
2.4.2. <u>Factores bióticos</u>	13
2.4.2.1. Variedad	13
2.4.2.2. Vigor	13
2.4.2.3. Naturaleza de las yemas	13
2.4.2.4. Rango de las yemas latentes	14
2.4.3. <u>Factores culturales</u>	14
2.5. PODA	15
2.5.1. <u>Definición</u>	15
2.5.2. <u>Fundamentos y objetivos de la poda</u>	16

<u>2.5.3. Acrotonia</u>	17
<u>2.5.4. Principios básicos de la poda</u>	18
<u>2.5.5. La carga de la planta</u>	18
<u>2.5.6. Repartición de fotosintátos</u>	21
<u>2.5.7. Epoca de poda</u>	21
<u>2.5.8. Elementos de poda</u>	22
<u>2.5.9. Sistema Royat o poda corta</u>	23
<u>2.5.10. Sistema Guyot o poda larga</u>	24
<u>2.5.11. Consecuencias de la poda Guyot y la poda Royat</u>	24
 2.6. CICLO ANUAL DE LA VID	 26
 2.7. MADURACIÓN	 26
<u>2.7.1. Cambios químicos y físicos</u>	27
<u>2.7.2. Diferentes conceptos de madurez</u>	28
<u>2.7.2.1. Madurez fenólica</u>	29
<u>2.7.3. Influencia de las condiciones ambientales</u>	30
 2.8. CARACTERISTICAS DE LA VINIFICACIÓN EN TINTO	 30
<u>2.8.1. Técnicas y procesos de la vinificación</u>	31
<u>2.8.2. Influencia del viñedo</u>	32
 2.9. CALIDAD DEL VINO	 33
 2.10. COMPOSICIÓN DEL VINO	 33
<u>2.10.1. Acidez total</u>	33
<u>2.10.1.1. Acidez volátil</u>	34
<u>2.10.1.2. Ácidos orgánicos</u>	34
<u>2.10.1.2.1. Ácido tartárico</u>	35
<u>2.10.1.2.2. Ácido málico</u>	35
<u>2.10.1.2.3. Ácido cítrico</u>	36
<u>2.10.1.2.4. Ácido succínico</u>	36
<u>2.10.1.2.5. Ácido láctico</u>	36
<u>2.10.1.2.6. Ácido acético</u>	37
<u>2.10.2. Alcohol</u>	37
<u>2.10.3. pH</u>	38
<u>2.10.4. Los compuestos fenólicos</u>	38
<u>2.10.4.1. Los ácidos fenólicos</u>	40
<u>2.10.4.2. Los flavonoides</u>	40
<u>2.10.4.2.1. Flavonóles</u>	40
<u>2.10.4.2.2. Antocianos</u>	41
<u>2.10.4.2.3. Los taninos</u>	43
<u>2.10.5. Azúcares</u>	44

2.11. COLOR DEL VINO	44
<u>3. MATERIALES Y MÉTODOS</u>	46
3.1. LOCALIZACIÓN Y MATERIAL VEGETAL	46
3.2. TRATAMIENTOS	46
3.3. PARÁMETROS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS	47
<u>3.3.1. Evaluación fenológica</u>	47
<u>3.3.2. Peso de poda</u>	47
<u>3.3.3. Fertilidad de yemas</u>	47
<u>3.3.4. Peso de cosecha</u>	48
<u>3.3.5. Evaluación de las bayas</u>	48
3.4. PARÁMETROS ENOLÓGICOS	48
<u>3.4.1. Vinificación</u>	48
<u>3.4.2. Análisis del vino</u>	49
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	49
<u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
4.1. FERTILIDAD DE LAS YEMAS	50
4.2. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PODA	53
<u>4.2.1. Desarrollo fenológico</u>	53
<u>4.2.2. Seguimiento de la maduración</u>	54
4.2.2.1. Azúcares	54
4.2.2.2. Alcohol probable	55
4.2.2.3. Acidez total	56
4.2.2.4. pH	57
4.2.2.5. Peso del grano	57
<u>4.2.3. Parámetros productivos</u>	58
4.2.3.1. Producción de uva por planta	59
4.2.3.2. Peso de poda	60
4.2.3.3. Índice Ravaz	61
<u>4.2.4. Parámetros enológicos</u>	61
4.2.4.1. Alcohol	61
4.2.4.2. Acidez total	62
4.2.4.3. pH	63
4.2.4.4. Contenido de azúcares	63
4.2.5. Composición fenólica	64

<u>4.2.6. Intensidad colorante</u>	64
<u>5. CONCLUSIONES</u>	66
<u>6. RESUMEN</u>	68
<u>7. BIBLIOGRAFÍA</u>	70
<u>8. ANEXOS</u>	76

1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay la introducción de las vides se remonta al siglo XVII, cuando las primeras poblaciones correspondientes a los colonizadores españoles instalan, aquí, pequeñas plantaciones con el fin de elaborar vino para consumo familiar y como uva de mesa.

A partir de 1830 se registran las primeras plantaciones, comenzando, así un lento proceso de desarrollo orientado a la producción comercial, que se vio detenido más adelante por los conflictos internos ocurridos en nuestro país.

En el año 1903 se promulgó la primera ley vitícola.

Luego del record nacional de superficie plantada correspondiente al año 1959, en el que se alcanzó un total de 19000 has, el área destinada a la producción vitícola ha ido disminuyendo hasta alcanzar las 9065 has actuales, de las cuales el 78,4% se encuentran en los departamentos de Canelones y Montevideo, representando menos del 1% del área agrícola nacional (INAVI, 2001).

A pesar de la escasa superficie que este rubro ocupa, la viticultura emplea más del 2 % de la mano de obra permanente del sector agrícola y el 7% teniendo en cuenta la mano de obra familiar (Censo vitícola, 1998).

Con respecto al número de explotaciones granjeras, los viñedos ocupan el segundo lugar luego de los citrus y aportan mas del 14 % del valor bruto de este sector. La producción promedio de uva asciende a 114 millones de Kg que se destinan a la elaboración promedio de 90 millones de litros de vino anuales en las 318 bodegas habilitadas que en la actualidad existen en el país (Censo vitícola, 1998).

En la década de los setenta el INIA, la Facultad de Agronomía y algunos productores comienzan la evaluación y puesta en práctica de técnicas culturales llevadas a cabo en otros países de importancia en este rubro.

Este primer impulso se ve potenciado y amplificado hacia el resto de los productores y bodegas, cuando se genera el Programa de Reconversión Vitivinícola, llevado adelante por el Programa de Reconversión y Desarrollo de la Granja (PREDEG), por el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI), a principios de la década de los noventa. Dentro de este plan se impulsó la implantación de variedades reconocidos en lo que respecta a calidad genética y

sanitaria, además de impulsar la reconversión del área industrial. La estrategia propuesta fue la de obtener calidad y tipicidad en los vinos uruguayos.

El cultivar *Tannat* desarrolla en nuestro país excelentes características, dadas por la combinación de suelo y clima apropiados, en forma conjunta con técnicas que maximizan su expresión. Es por esto que este cultivar se convirtió en el centro del proyecto de Estrategias de Reconversión del Sector Vitivinícola llevado a cabo por Facultad de Agronomía e INAVI para su reconversión. Actualmente dicho cultivar representa el 16.16 % de las vides implantadas en el Uruguay (INAVI, 2001), cobrando gran importancia los vinos de esta variedad, entre otras cosas, por los logros obtenidos en concursos internacionales con los que nuestro país lentamente está ganando prestigio en el mundo entero, donde gracias a la gran promoción y publicidad de los vinos uruguayos, estos son reconocidos como vinos finos de calidad.

En la actualidad se consumen en Uruguay 31 litros de vino por habitante por año, de los cuales 29 son de origen nacional y los 2 litros restantes corresponden a vinos importados (Beretta et al., 1999).

El cultivar *Tannat* ha tomado una importancia tal en el sector vitícola de nuestro país, que ha llevado a que la Cátedra de Fruticultura de la Facultad de Agronomía e INAVI realicen investigaciones del efecto de diversas técnicas culturales sobre la producción y la calidad de la uva. La poda invernal es una técnica de gran influencia sobre el desarrollo y la producción de la vid, teniendo efecto sobre el número y la calidad de los racimos, la uniformización de la producción y la precocidad en la fructificación.

Es en base a esto, que se consideró la realización de un estudio para evaluar la influencia de un sistema de poda, que maximizara los efectos del mismo en el cultivar *Tannat* bajo el sistema de conducción de lira y para las condiciones de producción de nuestro país.

Las hipótesis planteadas para este trabajo fueron las siguientes:

- La aplicación de las diferentes técnicas de poda tiene un efecto diferencial sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo de la vid.
- Dado dichos efectos de la poda sobre los aspectos fisiológicos de la planta, existe una repercusión en los parámetros productivos y enológicos

El objetivo de esta tesis es la evaluación del efecto diferencial de dos sistemas de poda y su repercusión en los parámetros enológicos del cv. *Tannat*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA VARIEDAD TANNAT

2.1.1. Revisión histórica de la variedad:

Teodoro Alvarez, citado por Ferraro Olmos (1998), afirma que los orígenes de la variedad *Tannat* se remontan al año 1870 cuando Don Pascual Harriague en forma conjunta con Don S. Rives luego de la introducción de material de esta cepa de la ciudad de Concordia, Argentina, se decide a plantar estas vides en la zona de La Caballada en el departamento de Salto. Debido a que la introducción fue llevada a cabo por el Sr. Harriague, desde ese momento y por muchos años esta variedad fue conocida por este nombre.

En el año 1977 el profesor D. Bubals confirma la identificación que T. Alvarez, en 1909, realizara de esta cepa como perteneciente al cultivar *Tannat*. Este cultivar es originario de los Pirineos y se cultiva en Madiran al sur-oeste de Francia. Su adaptación a los climas de nuestra región proporciona, así, un excelente vino de características muy definidas.

2.1.2. Características ampelográficas:

Las hojas de la variedad *Tannat* pueden reconocerse por su tamaño medio a grande y su color verde oscuro, su limbo es ampollado, rugoso, ligeramente ondulado y con bordes achaparrados. Tres lóbulos componen estas hojas y dibujan un seno peciolar en forma de lira cerrada cuyos bordes suelen superponerse. Sus senos laterales son ligeramente profundos mientras que los inferiores apenas se marcan. Otras características foliares son sus dientes convexos, desiguales, en dos series y el peciolo de color rojo violáceo.

Por otro lado sus racimos, son de forma cilíndrica, alargada, de estructura compacta y tamaño medio. Su pedúnculo es largo y herbáceo y sus bayas son esferoides o ligeramente ovoides cuando su estructura compacta las somete a la presión de las uvas contiguas. El tamaño es mediano a pequeño y

se caracterizan por el color azul intenso o negro azulado. La piel es fina y muy rica en materia colorante (Galet, 1998).

2.1.3. Características enológicas:

Los vinos correspondientes a esta variedad, según De Frutos et al. (1999), tienen un alto grado de perfeccionamiento. Desde el punto de vista de la tipicidad, tiene un estilo propio y un perfil sensorial muy peculiar. Son intensos, potentes y algo rústicos.

En las condiciones del Uruguay, este vino expresa características de volumen, forma, fuerza, consistencia, armonía y estructura tánica agradable. Tanto en su forma varietal como en cortes con variedades tales como Cabernet o Merlot, este vino muestra un muy buen comportamiento (De Frutos y Beretta 1999).

Con respecto a la coloración de los vinos, el análisis de la composición de vinos tintos jóvenes Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot del país que realizara González (1999), arrojó que la variedad Tannat presentaba valores medios de la mayoría de los fenoles y colores intensos con superiores presencias de azules en comparación con las otras variedades analizadas. Por otro lado el vino Tannat mostró menores proporciones e intensidades del color amarillo mientras que las tonalidades de rojo y rojo puro fueron superiores que en la variedad Cabernet Sauvignon aunque no se encontraron diferencias significativas con Merlot.

Al tener, los vinos Tannat, tonos mas rojos y mayores porcentajes de azul, resulta una variedad de la cual se obtienen vinos mas oscuros (Glories, 1984; Mattivi et al., 1991, citados por González, 1999).

2.2. DESARROLLO DE LAS YEMAS

La yema es un brote, una flor, una inflorescencia o un brote con flores que se encuentra en forma compacta bajo escamas protectoras y que contiene tejido meristemático capaz de multiplicar sus células, de modo que al crecer por expansión y división celular origina esos órganos, siendo por lo tanto, esenciales en el ciclo de crecimiento, el cual se inicia o termina con ellas (Gil Salaya, 2000).

Estos brotes en miniatura se denominan *conos vegetativos* y están recubiertos internamente por una abundante borra blanquecina o lanosidad. Las yemas tienen por misión el asegurar la perennidad de la vid de un año a otro. Cuando se desarrollan dan brotes con hojas, inflorescencias y nuevas yemas (Hidalgo, 1985; Gil Salaya, 2000).

Según Gil Salaya (2000), hay que destacar dos características esenciales:

1. Todas las yemas son axilares. Por tanto aparecen sobre órganos con hojas (pámpanos), y situadas a nivel de los nudos. En la vid no aparecen nunca yemas adventicias.
2. Las yemas difieren por su posibilidad de brotar en relación con el fenómeno fisiológico de la dormición. Por esto se pueden distinguir: yemas latentes, yemas prontas y yemas de la madera vieja.

2.2.1. Yemas latentes

Estas yemas normalmente no se desarrollan hasta el año siguiente de su formación. De estas yemas se originan las ramas primarias (pámpanos) en las cuales se desarrollan hojas y racimos (Huglin y Schneider 1998; Gil Salaya, 2000).

Las yemas latentes de la vid raramente son simples, en una misma yema se encuentran varios conos vegetativos (Hidalgo, 1985).

Una yema latente primero forma rápidamente los primeros bosquejos que constituirán el sarmiento del año siguiente. El ápice transcurre por una etapa inicial únicamente vegetativa para pasar, luego a una fase de formación de futuras inflorescencias, zarcillos u hojas. En general, tres o cuatro hojas son formadas antes de inclinarse hacia la iniciación floral. El primer primordio floral aparece en la base del sarmiento próximo al comienzo de la floración. El primero, a menudo el segundo y a veces el tercer primordio evoluciona rápidamente a una inflorescencia, mientras que las que se encuentran por encima de estos evolucionarán a zarcillos (Huglin y Schneider, 1998).

Las yemas latentes crecen lentamente dentro de la bráctea. Según el cultivar, las yemas latentes, producen de 6 a 8 primordios foliares y también tres primordios florales antes de transformarse en yema durmiente durante el invierno. Estas yemas tienen una asociación muy estricta con las ramas primarias. Los vasos xilemáticos de estas yema se conectan directamente con el xilema del pámpano (Srinivasan y Mullins, citados por Fregoni, 1985).

El ápice de la yema latente primaria, antes de producir los primordios foliares, produce una o dos brácteas. Las yemas situadas en las axilas de estas dos brácteas son las yemas secundarias y terciarias. Las yemas secundarias tienen un crecimiento limitado y producen principalmente primordios florales. La yema terciaria normalmente permanece vegetativa. Las yemas primarias, secundarias y terciarias están recubiertas por las brácteas de los brotes laterales y por las dos brácteas basales de la yema pronta, constituyendo la yema invernante. Esta es una yema compuesta, mixta, formada por más de una yema cada una, localizada en la axila de la otra (Fregoni, 1985).

Durante el desarrollo del pámpano quedan ubicadas hacia la base del mismo, ciertas yemas latentes de estructura más primitiva que al igual que las otras yemas latentes tampoco brotarán en el año de su formación. Estas se denominan yemas de la corona o bourillon (Huglin y Schneider 1998).

Luego de este desarrollo, la yema cesa su actividad y entra en un estado de dormición durante el cual no se formarán nuevas futuras inflorescencias. A pesar de esto, existen algunos primordios florales de reducido tamaño que pueden evolucionar a zarcillos sobre los cuales permanecen, a veces, algunos botones florales. A esta forma de reducción de fertilidad se la denomina *filage*.

Al final del otoño empieza a ocurrir la diferenciación de las inflorescencias, la cual finaliza en la siguiente primavera con la diferenciación de las flores individuales, próximo al desborre o incluso posteriormente a este. Las flores están totalmente diferenciadas después de la tercera o cuarta semana de darse el desborre, poco antes de su floración. Más allá de las características del cultivar, la cantidad de racimos que una planta pueda dar año a año, se explica por las condiciones climáticas ocurridas durante los periodos de inducción y diferenciación (Buttrose, 1974; Huglin y Schneider, 1998).

2.2.2. Yemas prontas

La primer yema que nace desde las axilas de las hojas del pámpano son las denominadas yemas prontas. Estas yemas pueden evolucionar el mismo año en que se han formado y dan lugar a los llamados brotes anticipados o feminelas (Huglin y Schneider 1998; Gil Salaya, 2000).

Las feminelas raramente portan inflorescencias, siendo esta una diferencia varietal (Hidalgo, 1985; Srinivasan y Mullins, citados por Fregoni, 1985).

2.2.3. Yemas de la madera vieja

Estas yemas se ubican en la madera de más de un año. Suelen permanecer latentes durante varios años, siendo recubiertas por el desarrollo de la madera nueva año tras año y darán lugar a los llamados “chupones” sobre el tronco y los brazos, muy especialmente en el caso de accidentes diversos como granizo, heladas de primavera o de invierno, poda severa, etc. (Huglin y Schneider, 1998; Gil Salaya, 2000).

2.2.4. Floración de la vid

Según Srinivasan y Mullins (1981), citados por Fregoni (1985), la formación de la inflorescencia y de las flores en la vid tiene tres estadios: la formación de los ases florales, la formación de los primordios de inflorescencia y por último la formación de las flores. Los ases florales son protuberancias meristemática que se forman en los ápices de la yema durmiente, estos pueden transformarse en primordios de inflorescencia, de zarcillo o de un pámpano. Los que se desarrollan como inflorescencia, forman una estructura cónica compuesta de múltiples ramificaciones.

Según este autor la diferenciación de la flor consiste en la diferenciación de los primordios florales para formar las flores individuales. La formación de los ases y de los primordios de inflorescencia son completados durante la estación en curso.

La yema crece por un periodo aproximado de tres meses y durante este tiempo se forman los primordios florales. Dichos primordios florales son una masa indiferenciada de tejido localizados en el eje de la yema en forma opuesta a los primordios foliares, generalmente entre las posiciones 4 y 8 de este eje (Buttrose, 1974).

2.2.5. Inducción de la yema

Según Raynier (1989), el número de racimos ya está determinado antes de que se de el desborre en el interior de la yema, por lo que la fertilidad de las yemas representa la exteriorización de su iniciación floral, y esta es el resultado de dos fenómenos distintos: la inducción y la iniciación floral.

Este autor afirma que la inducción floral es el fenómeno fisiológico de percepción del estímulo que determina la diferenciación de un meristema hacia una inflorescencia. La iniciación floral propiamente dicha, es el fenómeno morfológico de la diferenciación de la inflorescencia y de las flores.

En el caso de la vid, la formación de las flores se da en la primavera y principios de verano de un año y la floración ocurre a la siguiente primavera (Buttrose, 1974).

La inducción y diferenciación de los primordios florales, comienza después de que la yema durmiente entra en actividad en la primavera (Buttrose, 1974; Srinivasan y Mullins, 1981, citados por Fregoni, 1985).

Al final del otoño empieza a ocurrir la diferenciación de las inflorescencias, la cual finaliza en la siguiente primavera con la diferenciación de las flores individuales, próximo al desborre o incluso posteriormente a este. Las flores están totalmente diferenciadas después de la tercera o cuarta semana de darse el desborre. La inducción de las inflorescencias se da en el mismo año en que aparecen las yemas y la diferenciación comienza sobre las que se encuentran en la base del pámpano y sigue durante el verano en las yemas superiores por lo que al comienzo del invierno el número de inflorescencias está completamente determinado (Buttrose, 1974; Huglin y Schneider, 1998).

Según este autor, si durante la inducción las condiciones no son favorables, en lugar de un primordio floral, puede formarse el primordio de un zarcillo o incluso no formarse ninguna estructura (Buttrose, 1974; Huglin y Schneider, 1998).

Buttrose (1974), comprobó mediante un ensayo con diferentes variedades desarrolladas en cabinas de ambiente controlado, que cambios en las condiciones ambientales durante el curso del crecimiento del brote, logran modificaciones en la tasa de fructificación. Estos cambios en la fertilidad se expresarán a lo largo del pámpano dependiendo de la posición de la yema con respecto al ápice del brote.

2.3. FERTILIDAD DE LA YEMA

2.3.1. Definición

En un concepto general , se puede definir la fertilidad como el número de inflorescencias de un pámpano proveniente de yemas dejadas en la poda (Yuste,2000).

También puede definirse como el número de inflorescencias contenidas en un número de yemas que ocupan idéntica posición, en diferentes individuos de la misma variedad (Branas et al. 1943; Lavezzi,1968).

Otros autores definen la fertilidad por medio del número de flores de cada inflorescencia (Ribéreau-Gayon,1986; Reynier, 1989; Yuste, 2000).

Ambos componentes, número de inflorescencias y número de flores, a través del cuajado de frutos y de las condiciones de desarrollo, contribuirán al rendimiento en kg. de uva por planta, dependiendo del tamaño medio de las bayas alcanzado (Yuste, 2000).

No toda yema latente es capaz de dar inflorescencias, ya que un porcentaje de ellas no desborra y que cada inflorescencia puede sufrir algunos fenómenos durante el desborre y floración, o entre la floración y la cosecha, que signifiquen pérdidas para la producción (Lavezzi,1968).

Diversos autores (Calo y Luini,1965, citados por Lavezzi, 1968; Bessis 1965, citado por Ribereau-Gayon 1986; y Reynier, 1989), definen la fertilidad potencial y la fertilidad real o práctica. La fertilidad potencial se define como el número de inflorescencias por yema dejadas en la poda, y la fertilidad real como el producto de la fertilidad potencial por el porcentaje de desborre de las yemas. Esto es la verificación en el campo de dicha potencialidad.

La fertilidad puede fluctuar entre valores inferiores a la unidad y un máximo entorno a tres (Fregoni,1985).

La fertilidad potencial y su distribución a lo largo del sarmiento, son caracteres íntimamente ligados al genotipo, la sanidad de la planta y las

condiciones climáticas en el período de diferenciación. Esta fertilidad está dada por el número de racimos preformados en la yema.

Por otro lado la fertilidad real está fuertemente influenciada por el desarrollo estacional, el viñedo, el sistema de poda, el porta injerto, la carga de yemas y las técnicas culturales que condicionan el estado vegetativo de la planta (Champagnol, 1984; Fregoni, 1985; Zamboni et al., 1991; Huglin y Schneider, 1998).

Exteriormente no se puede distinguir una yema que contiene inflorescencias de una que no y se ignora de ante mano la distribución de las inflorescencias a lo largo del sarmiento. A pesar de esto, la fertilidad de las yemas es de gran importancia a la hora de determinar criterios de elección de las técnicas culturales más apropiadas para una determinada variedad, como son el sistema de poda, la conducción y el volumen de cosecha por planta. (Rives, 1966; May, 1977; Cargnello et al., 1978; Dumartin, 1981; Luini et al., 1981; citados por Ferrer et al. 1992).

■ Numerosos autores coinciden en afirmar que la fertilidad de la yema de la vid está genéticamente determinada y se manifiesta según las condiciones ecopedológicas del viñedo (Luini et al., 1965; Bessis, 1967; Novello, 1990; Pastena, 1990, citados por Ferrer, 1992).

2.4. FACTORES DE VARIACIÓN DE LA FERTILIDAD DE LAS YEMAS

Más allá de las características del cultivar, la cantidad de racimos que una planta pueda dar año a año, se explica por las condiciones climáticas ocurridas durante los periodos de inducción y diferenciación (Buttrose, 1974; Champagnol, 1984; Hidalgo, 1985; Fregoni, 1985).

2.4.1. Factores climáticos

2.4.1.1. Temperatura

La temperatura es el factor más influyente en el proceso de inducción de las yemas, siendo promovida la fructificación por altas temperaturas (Huglin, 1958; Alleweldt, 1963; Baldwin, 1964 y Smit, 1970, citados por Buttrose, 1974; Champagnol, 1984; Fregoni, 1985).

La iniciación floral está condicionada por la temperatura durante el período inductivo, si esta es más elevada permite una mejor diferenciación de las inflorescencias (Champagnol, 1984).

Las bajas temperaturas provocan un retraso y una disminución en la inducción, lo cual se expresa en una baja fructificación (Buttrose 1974)

Este autor comprobó que con cuatro horas por día de temperatura inductiva es suficiente para inducir el máximo número de primordios florales.

La influencia de la temperatura es cuantitativa, favoreciendo el metabolismo, el crecimiento de los pámpanos y la organogénesis de las yemas. Es por esto que cuando la temperatura es baja al momento del desborre el número de flores será mas elevado, pero el de inflorescencias es más bajo que si ocurre a temperaturas más elevadas (Raynier, 1989).

En climas septentrionales donde hay temperaturas frías al momento del desborre, se da una escasa o nula diferenciación de las yemas basales. En estas situaciones se realizan podas largas, mientras que en climas más cálidos la diferenciación de las yemas se inicia desde la base del sarmiento (Fregoni, 1985).

2.4.1.2. La luz

Los efectos de la intensidad lumínica sobre la fertilidad de la yemas de vid, son independientes del régimen de temperatura (Srinivasan y Mullins, 1981; citados por Fregoni ,1985).

Durante un estudio en el que se expusieron individualmente yemas a diferentes intensidades de sombreado con el uso de diversos materiales, pudo observarse que en todos los casos se reducía el desarrollo de los primordios florales midiéndose su tamaño así como su peso fresco (May, 1964).

May y Antcliff (1963), encontraron que el sombreado durante un periodo de aproximadamente seis semanas, sobre diferentes variedades viníferas siempre afectaba a la fertilidad de las yemas. Este concepto es compartido por Huglin y Schneider (1998), quienes establecen una alta correlación entre la fertilidad y la insolación para diversas variedades.

El fotoperíodo no influye sobre la inducción de la floración de la vid, pero en algunos cultivares es evidente que el número de primordios florales es

mayor con días largos que con días cortos (Srinivasan y Mullins, 1981, citados por Fregoni, 1985).

2.4.2. Factores bióticos

2.4.2.1. Variedad

La fertilidad es baja para algunas variedades y elevada en otras. Las variedades poco fértiles deberán ser podadas largas para conservar sobre los sarmientos yemas portadoras de esbozos de inflorescencias. Las variedades fértiles pueden ser podadas cortas. (Lavezzi, 1968; Fregoni, 1985; Raynier, 1989).

2.4.2.2. Vigor

Dentro de ciertos límites la fertilidad de la yema está correlacionada positivamente con el vigor del sarmiento y de la planta, disminuyendo en el caso de madera excesivamente vigorosa. La fertilidad aumenta con el vigor hasta un límite máximo, para luego disminuir en el caso de madera excesivamente vigorosa. Así todos los factores relacionados al vigor como la poda, la fertilización, el portainjerto, el sistema de conducción y la carga tienen influencia en la fertilidad de las yemas (Champagnol, 1984; Fregoni, 1985; Raynier, 1989).

Coincidentemente con estos autores, Huglin y Schneider (1998), afirman que la fertilidad de las yemas en relación al vigor de los brotes presenta un comportamiento curvilíneo bien marcado.

2.4.2.3. Naturaleza de las yemas

La fertilidad de las diferentes yemas en una cepa tiene relación con su grado de organización (Ferraro Olmos, 1983).

Las yemas principales de las yemas latentes son las más fértiles, las yemas secundarias son poco fértiles o estériles, las yemas prontas son generalmente poco fértiles y las yemas de la corona y de la madera vieja tienen una fertilidad débil o nula (Fregoni, 1985; Raynier, 1989; Huglin y Schneider, 1998).

2.4.2.4. Rango de las yemas latentes

Existe una notable fluctuación de los valores de fertilidad a lo largo de los sarmientos. En general la fertilidad en las yemas basales es reducida o nula y lo mismo ocurre para las yemas del extremo apical. Esto se debe a que se forman en un período desfavorable para su diferenciación, en cambio la fertilidad es alta para las yemas de la parte central o media del sarmiento (Antcliff y Webster, 1955; Costacurta, 1970; Luini, 1976; Champagnol, 1984; Fregoni, 1985; Hidalgo, 1985; Raynier, 1989; Huglin y Schneider, 1998; Sansavini et al., 1998).

El diferente grado de fertilidad de las yemas en un mismo sarmiento o pámpano es consecuencia de su desarrollo. En coincidencia con los periodos críticos de la vegetación, al iniciarse la brotación y desarrollo de las primeras yemas, la vid cuenta casi exclusivamente con sus reservas. Por otro lado hacia el final del ciclo vegetativo van deteniéndose paulatinamente las actividades propias de la nutrición, mientras que en el periodo intermedio de máxima vegetación, las yemas, al igual que todos los demás órganos de la vid alcanzan su completo desarrollo. Consecuentemente las yemas extremas de los sarmientos, producidos en los períodos iniciales de la vegetación, son de constitución menos diferenciada que las de su parte media. Por otro lado, este autor asegura que la distribución de la fertilidad de las yemas es un factor muy dependiente del cultivar que se trate, siendo sin embargo, general el hecho de que independientemente de la fertilidad de las yemas basales se produce un incremento constante de la misma hasta la mitad del sarmiento (Fregoni, 1985; Hidalgo, 1985).

Una solución para las variedades de poca producción en las yemas próximas a la base es la de practicarle un sistema de poda larga, ya que de la sexta a la octava yema se observan mayores rendimientos (Champagnol, 1984; Fregoni, 1985).

Ferrer et al., (1992), evaluando la fertilidad de algunas variedades, encontraron que el cv. *Tannat* presenta una baja fertilidad en las yemas basales, y que por lo tanto si se busca un aumento en los rendimientos, se debería adoptar un sistema de poda larga.

2.4.3. Factores culturales

Algunas de las prácticas que habitualmente se realizan sobre el cultivo pueden modificar la fertilidad de una cepa y la fertilidad global de una parcela.

Dado un número de yemas dejadas en la poda (carga) y su relación con la capacidad de crecimiento de la planta, la fertilización tiene una influencia sobre el vigor de la misma influyendo sobre la fertilidad de las yemas.

Por otro lado el número de yemas dejadas en la poda afecta el porcentaje de desborre y por lo tanto la productividad de la planta. Una baja carga favorece el desborre y una alta carga lo disminuye (Raynier, 1989).

Según este autor un atraso en la poda determina un desborre más tardío y esto trae como consecuencia un aumento en el número de inflorescencias. Este fenómeno provoca un debilitamiento de la planta si la poda es demasiado tardía.

El sistema de conducción elegido afecta la fertilidad de las yemas, ya que el microclima a nivel de las yemas y las hojas tiene una acción directa sobre la iniciación floral y sobre la fertilidad de las yemas (Raynier, 1989).

Beyssac y Carbonneau (1976), citados por Raynier, (1989), aseguran que la fertilidad de la variedad Cabernet Sauvignon, expresada en número de flores por pámpano, es baja en aquellos sistemas de conducción que no favorecen la iluminación y elevada en aquellos que por el contrario aseguran una mejor captación de luz.

2.5. PODA

La poda invernal en el viñedo es una operación cultural característica que se distingue de la practicada en otras especies frutales por su finalidad, su intensidad, la experiencia que se requiere y su efecto sobre las características vegetativas y reproductivas de la vid (Alvarez Ramos, 2000).

2.5.1. Definición

Se entiende por poda al conjunto de operaciones que se efectúan sobre la planta y que implican la supresión parcial del sistema vegetativo leñoso o herbáceo, entendiéndose por estos a sarmientos, brazos, brotes, hojas, racimos, etc (Ferraro Olmos, 1983; Champagnol, 1984).

Según Champagnol (1984), esta técnica se practica a los efectos de determinar un cierto número de yemas para lograr, así, un adecuado equilibrio vegeto reproductivo.

2.5.2. Fundamentos y objetivos de la poda

La vid es una especie leñosa de hábito trepador, con lo cual en condiciones naturales alcanza un gran desarrollo. Sus sarmientos llegan a medir muchos metros, no guardando relación con la producción de racimos, dando bajo número de estos y de mala calidad. La poda, al limitar la longitud de los sarmientos, lo que hace es guardar una mejor relación entre el desarrollo vegetativo y su producción, mejorando a esta última en cantidad y calidad (Branas, 1974; Campagnol, 1984).

Según Antcliff, Webster y May (1956), en estudios realizados para ver el efecto de diferentes intensidades de poda sobre la cosecha, pudo verse que al aumentar el número de yemas por planta se incrementaba en forma directa el peso fresco de fruta cosechada, correspondiendo a su vez, con una disminución del contenido de azúcar y del número de yemas maduras.

La poda le proporciona a la planta una forma acorde al espacio que ocupa y le otorga una mayor longevidad a la cepa (Ferraro Olmos, 1984; Fregoni, 1985).

Branas (1974), indica que los sarmientos son a la vez un conductor y un reservorio de nutrientes y la poda con su eliminación influye en ambos aspectos reduciendo la superficie foliar y aumentando el vigor.

Según Champagnol (1984), los objetivos de la poda son los siguientes:

- impulsar a las cepas a fructificar desde sus primeros años de desarrollo
- uniformizar la producción de manera de no provocar en la planta excesos de producción que lleven a la misma a periodos de alternancia en la fructificación en los años siguientes
- regular la cantidad de producción, pudiendo así, mejorar la calidad de los racimos que puede verse afectada por el número de los mismos
- repartir la savia elaborada uniformemente por las distintas partes de la planta
- proporcionar y mantener lo mejor posible una forma determinada en la planta para obtener una correcta distribución de la misma y lograr un manejo del viñedo más racional y económico.

Desde el punto de vista enológico, según Ribereau-Gayon y Peynaud (1986), la poda tiene como objetivo general el hacer producir al viñedo una cantidad de vino que se considere como óptimo, teniendo en cuenta los factores económicos. Este óptimo de producción corresponde a un volumen de cosecha y de caracteres de calidad (azúcares, ácidos, sustancias colorantes y aromáticas) que dependen de las condiciones de cada año, pero que son más accesibles si la viña se encuentra en un estado de equilibrio correcto. Esto quiere decir que no se trata de obtener una cosecha, sino una sucesión de cosechas de calidad lo más regulares posibles.

La acción de la poda hace necesario un conocimiento de la biología y de la prevención de las consecuencias de la extracción de los sarmientos (Ribereau-Gayon y Peynaud, 1986).

2.5.3. Acrotonia

Uno de los aspectos más importantes de la poda es el de limitar la acrotonia, siendo esta una característica vegetativa por la cual la planta tiende a prolongar su desarrollo, dado su hábito de crecimiento trepador. Esto se da por el desarrollo mayoritario de las yemas más alejadas del origen del sarmiento o sea las yemas distales (Champagnol, 1984).

Ribereau-Gayon et al., (1986), afirma que esto se debe a una migración de sustancias de crecimiento con efecto inhibitor desde las yemas de la extremidad que desborran primero, y a una organización más compleja de las yemas del extremo del sarmiento y quizá una conexión más directa de los haces vasculares.

Según este autor existe una gran diferencia varietal en cuanto al comportamiento más o menos acrótono influyendo en gran medida el portainjerto y la fertilidad del medio.

En estudios realizados por Antcliff y Webster, (1955); May y Antcliff (1973), acerca de la brotación de la yema distal de los pulgares con diferente número de nudos, se determinó que la brotación de la vid se concentra en la porción distal, por lo que se considera acrótona.

Antcliff y Webster (1955), mostraron en un estudio realizado para la variedad *Sultana* que las yemas distales tienden a brotar en forma más temprana que las de la zona proximal pero que esta diferencia temporal

raramente excedía los cuatro días. Esta misma conclusión fue a la que llegaron May y Cellier (1973).

La acrotonia provocaría un crecimiento muy rápido de los brotes y un consecuente debilitamiento de los mismos así, como un envejecimiento prematuro, siendo una práctica solución a este problema el arqueado de las ramas (Branas, 1974). Esta medida regulariza la circulación dentro del pámpano al establecer un obstáculo para la misma y al provocar un rompimiento y aplastamiento de los vasos de la cara externa de la rama y la compresión de los vasos de su cara interna. Este autor también asegura que la zona previa a la curvatura es la que posee los brotes más vigorosos y las bayas más grandes y ricas en azúcar.

2.5.4. Principios básicos de la poda

Generalmente la vid fructifica en brotes del año que nacen de sarmientos del año anterior, formándose las yemas fructíferas sobre brotes de un año de vida, haya dado racimos o no. Solo en variedades muy fértiles, yemas sobre sarmientos de más de un año serán productivas (Ferraro Olmos, 1983).

El vigor individual de los sarmientos de una planta es inverso al número de ellos, por lo cual cuanto menos brotes se dejen en una planta durante la poda, mayor vigor tendrán ya que en ellos se concentra toda la actividad vegetativa (Ferraro Olmos, 1983; Archer et al. 2001).

Spinola (sin fecha), indica que los cargadores de vigor medio son los más fructíferos, ya que los muy vigorosos y de gran diámetro, generalmente de sección algo aplanada y longitud de entrenudos mayor a la típica de la variedad, presentan yemas que no han alcanzado una adecuada diferenciación por deficiente nutrición. Por otra parte los sarmientos muy débiles presentan similar comportamiento. Es por esto que los cargadores muy vigorosos o los muy débiles no deben ser utilizados para la producción de frutos.

2.5.5. La carga de la planta

Branas (1946), define la carga como el número de yemas dejadas en la planta después de la poda. Esta definición corresponde a lo que es la *carga teórica*, que se diferencia de la *carga real* que es el número de yemas efectivamente brotadas (Champagnol, 1984).

Según este autor, la relación entre la carga teórica y la real dependerá de la variedad. Cuando la carga teórica es muy baja, los brotes suplementarios son más abundantes en las variedades poco acrótonas, que compensan fácilmente la insuficiente carga, que en las variedades acrótonas. Por otro lado cuando la carga teórica es muy alta, el número de yemas que permanecen en reposo es mayor en las variedades acrótonas que en las poco acrótonas. Por esto la carga teórica requiere de más precisión en las primeras.

Si el número de yemas dejadas en la poda es muy bajo, se da una cierta compensación al desarrollarse chupones y al brotar yemas latentes de madera vieja que normalmente permanecerían en reposo. Por otro lado cuando la carga es excesiva no todas las yemas desborran, sobre todo en sistemas de poda larga. Esta compensación se dará más o menos dependiendo de las características varietales (Champagnol, 1984; Rives, 1999).

Una carga baja, aumenta el vigor de los sarmientos, y una sobrecarga lo disminuye. Estas variaciones no son importantes y visibles en pequeñas diferencias de carga. La disminución del vigor puede traer consecuencias para la fertilidad en el año siguiente y también incidir en el agostamiento de los sarmientos (Branas, 1974; Reynier, 1989; Zamboni et al.; 1991; Archer et al., 2001).

Según Champagnol, (1984), una carga óptima conduce a una explotación máxima del potencial vegetativo de la cepa sin amenazar su perennidad por tratarse de una cosecha excesiva.

La carga por unidad de superficie aumenta con la densidad de plantación, por lo que un aumento en este factor corrige una baja carga individual y viceversa (Branas, 1974).

Este autor realza la importancia de efectuar un seguimiento año a año de la carga mediante la comparación de los pesos de poda, diámetro y vigor de los brotes e índices Ravaz anuales de modo de ajustar la carga óptima de la planta.

Ferrrer, et al. (1997) evaluaron el efecto de diferentes intensidades de poda sobre el cv. *Tannat* observando que el rendimiento por planta aumenta considerablemente con la carga, provocando diferencias significativas en la riqueza en azúcar del mosto, por lo que los vinos correspondientes a grandes rendimientos fueron de calidad inferior.

Ferrer y González-Neves (2000), publicaron resultados similares para el mismo cultivar, asegurando que un aumento de la carga provoca un

desequilibrio de la planta, dirigiendo los fotosintatos prioritariamente a la producción de uva en detrimento de la producción de madera.

Este concepto es compartido por Archer et al. (2001), quienes agregan que además se produce una disminución en el color de la piel y del vino, y en la capacidad de añejamiento del vino por una disminución en el contenido de alcohol.

Antonacci et al. (1993), han observado que el aumento de la producción conseguido, ya sea mediante una mayor disponibilidad hídrica o un aumento en la carga de yemas, provoca la disminución del contenido total de las formas antociánicas.

Sansavini et al., (1998), al analizar el efecto de la carga sobre dos cultivares de uva de mesa, encontró que los parámetros dimensión del racimo y de la baya y contenido en sólidos solubles, mejoraban a medida que se reducía el número de yemas dejadas en la poda.

Un aumento de la carga va en detrimento del porcentaje de desborre, el vigor, la fertilidad de la yema y la iluminación de las hojas y los racimos (Reynier, 1989; Archer et al., 2001)

El coeficiente de fertilidad es un índice importante para determinar la productividad de una determinada variedad. En un estudio de la influencia de la carga sobre los parámetros de crecimiento realizado por Nikov (sin fecha), se pudo comprobar que dicho coeficiente cambia con la influencia de la carga y que existe una correlación negativa entre el número de yemas del cargador y su fertilidad (Reynier, 1989).

Archer et al. (2001), indican que naturalmente la vid posee una habilidad compensatoria de la relación vegeto-reproductiva frente a un incremento de la carga de yemas que mantiene el balance entre ambos desarrollos. Dicha habilidad se basa en que cuando uno o más componentes de la producción cambian, el nivel de uno o más del resto de estos componentes también se ve alterado. Esta compensación se ve expresada en un incremento no lineal del número de pámpanos por planta, que a pesar de una disminución en su largo y peso y la disminución en el tamaño de cada hoja, resulta en un aumento de la superficie foliar por planta.

Este autor asegura también que existe un aumento en la producción por hectárea, acompañado por una disminución en el tamaño de racimos y de las bayas.

2.5.6. Repartición de fotosintatos

La planta de vid tiene, a grosso modo, un solo centro de producción de azúcares representado por las hojas. Dichos azúcares serán utilizados en los ápices vegetativos para su crecimiento, en los racimos para su desarrollo y en el tronco, el cordón y las raíces, como reserva bajo la forma de almidón principalmente (Fregoni, 1985).

Al limitar, durante la poda, el número de sarmientos que entran en crecimiento también se limita el número de racimos que se obtendrán. Esta disminución en el número de racimos impide una fuerte desviación de productos de fotosíntesis, que se opone igualmente a una disminución del tenor de azúcar de las bayas que comprometa la calidad de las mismas (Champagnol, 1984).

Otro aspecto importante del nivel de cosecha que determina la poda es que si dicho nivel es muy bajo, puede afectarse negativamente el resultado económico del cultivo, pero no será así desde el punto de vista fisiológico, ya que se obtendrá un buen sazonomiento del sarmiento y alto nivel de reservas. Mientras tanto si el nivel de cosecha es muy alto la calidad de la vendimia y el sazonomiento del sarmiento serán muy pobres (Champagnol, 1984; Zamboni et al. 1991).

Ravaz (1907), citado por Branas (1974) y Champagnol (1984) define una relación follaje / producción, que se expresa por el peso de la poda y el peso de la cosecha. Este valor es muy dependiente de la variedad por lo que es comparable solo dentro de un mismo cepaje e iguales condiciones de desarrollo.

2.5.7. Época de poda

Generalmente los momentos de la poda se ubican entre la caída de hoja hasta el comienzo de la brotación, o sea durante el periodo de reposo invernal (Spínola, sin fecha),

Este autor, citando a Galet (1973), afirma que cuando la poda se realiza más temprano, antes de la caída natural de hojas, lo que se provoca es un debilitamiento y retardo de la brotación, impidiéndose así, la migración de sustancias que contienen las hojas a las distintas partes de la planta donde se acumulan como sustancias de reservas.

Branas (1974), también reconoce un debilitamiento en la planta a la que se le efectúan podas tempranas y atribuye esta respuesta a la interrupción de la deposición de almidón. El adelantamiento en la poda puede ser útil en plantas que por exceso de vigor presentan problemas en la brotación de las yemas y/o cuajado de las flores.

Por otro lado si esta tarea se realiza próximo a la brotación de la planta, esta se verá retardada entre 5 y 7 días. Siempre que se desee un retraso en la brotación del viñedo puede aplicarse este concepto, siendo un ejemplo el caso de vides ubicadas en zonas con riesgo de daños por heladas, con lo cual se podría escapar por unos días a los efectos de este fenómeno.

Por otra parte los fenómenos vegetativos retrasados recuperan su curso normal en poco tiempo una vez que se originan (Branas, 1974).

Otro efecto, observado por Huglin y Schneider, (1998), es el del aumento en el número de inflorescencias promedio y de flores por inflorescencia a medida que se retrasa el momento de la poda, ya que un retraso en la misma haría coincidir el desborre con épocas de temperatura más elevadas.

2.5.8. Elementos de poda

Según Spinola, (sin fecha), los elementos de la poda son las porciones de madera o sarmientos de un año que permanecen en la planta luego de realizada la misma.

Este autor define como pitón a un trozo de sarmiento que contiene de una a dos yemas y que se utiliza como elemento de reemplazo o producción, dependiendo del sistema de poda adoptado, teniendo en el sistema Guyot una función de reemplazo en la que asegura la formación de madera que sustituirá al cargador existente. Por otro lado en la poda corta o Royat el pitón representa una unidad de carga y reemplazo.

Spinola define al cargador como un elemento de carga o producción. Los sarmientos escogidos para esta función deben cumplir con ciertos requisitos tales como ser originado de un sarmiento del año anterior, estar ubicado lo más cerca posible al tronco de la planta, debe tener buen vigor pero no excesivo, ser derechos y con un diámetro de entre 6 y 10 milímetros. Con respecto a la sanidad deben estar libres de síntomas de enfermedades tales como Antracnosis, Excoriosis, *Oidio sp.* y *Botrytis sp.*

Antcliff, Webster y May (1957), publicaron un estudio en el que se investigó acerca de la relación entre las características visibles de los pámpanos y su producción. Los cargadores fueron escogidos por su apariencia sanitaria, su diámetro y por su largo de entrenudos, el cual no debía ser excesivo. Los resultados obtenidos fueron positivos en cuanto a dicha relación entre estos parámetros y los resultados productivos.

Tanto sea el tronco, un pitón o una vara portadora de yemas, cuanto más aumenta el largo de la estructura, el esfuerzo y la pérdida de energía para el transporte de la savia es mayor y por lo tanto el vigor disminuye. Esto puede ser positivo o negativo según el nivel de vigor buscado, del clima y del objetivo enológico buscado (Fregoni, 1985).

2.5.9. Sistema Royat o poda corta

Su nombre deriva de la Escuela Agronómica de Royat quien fue la encargada de difundirlo en el Sur de Francia y el norte de Italia, y constituye el sistema formado en cordón y pitones. Como se trata de un sistema de poda corta se utilizan solamente pulgares o pitones, quienes aportan el cargador fructífero y la madera para renovar el sistema al año siguiente (Ferraro Olmos, 1983).

Este sistema se adapta bien a suelos de fertilidad media y sobre todo a aquellas variedades que presentan una buena fertilidad en la primer yema del sarmiento (Fregoni et al., 1982).

Al tercer año de implantado el cultivo, se selecciona el sarmiento que servirá como cargador portador de pitones. Como en este sistema de poda los pitones son una estructura de carga, deben distribuirse a lo largo del cordón permanente a razón de 8-10 centímetros entre sí. Al invierno siguiente los brotes nacidos sobre el cordón, se podan a dos o tres yemas y se deja una guía para prolongarlo si la planta se muestra vigorosa. En la próxima poda invernal, quinto año, se elegirá preferentemente el sarmiento ubicado más abajo en el pitón anterior y se lo poda a su vez a dos yemas eliminándose el resto del pulgar viejo. Las podas sucesivas de este sistema son una repetición de lo establecido anteriormente (Ferraro Olmos, 1983, Champagnol, 1984).

Con el correr de los años los pitones tienden a alejarse del cordón permanente, por lo cual debe procederse a una renovación de las estructuras productivas, de modo que los pitones estén de nuevo incertos directamente sobre el cordón (Fregoni et al., 1982).

2.5.10. Sistema Guyot o poda larga

Este es un sistema de reducida expansión que se presta para terrenos de escasa fertilidad donde la vid presenta un desarrollo limitado (Fregoni et al., 1982).

En este sistema, los sarmientos son atados al alambre con una cierta curvatura o enrollado con la finalidad de enlentecer la circulación de savia para favorecer la brotación de un número mayor de yemas, asegurándose así, una brotación más pareja de los pámpanos. Dicha práctica es muy eficaz en la lucha contra la acrotonia, permitiendo el desarrollo de brotes vigorosos en la base del pámpano (Fregoni et al., 1982; Champagnol, 1984).

Para la elección del cargador del año siguiente se debe dejar un pitón con una o dos yemas que cumple la función de renuevo (Fregoni et al., 1982).

Según Champagnol (1984), para ambos sistemas de poda es recomendable la eliminación total o parcial de los racimos en el primer año de producción con el fin de asegurarse un buen desarrollo vegetativo inicial y recién al tercer año dejar algo de la producción de acuerdo al vigor y estado de la planta.

2.5.11. Consecuencias de la poda Guyot y la poda Royat

Según Boubals (2000), dichos sistemas de poda influyen sobre el viñedo de la siguiente manera:

- El desarrollo de todas las yemas se produce siempre en el sistema de poda corta, incluso puede desarrollarse la yema bourrillon y cualquier yema de la corona.
- Cuando en la poda larga quedan yemas dormidas sin brotar se producen espacios vacíos a lo largo del cargador.
- En caso de heladas primaverales la poda larga permite una mayor reposición de fruta que la poda corta.
- En el caso de la poda larga se obtienen racimos con una mejor dimensión lo cual puede ser más importante para uva de mesa.
- Sobre el mismo cordón, la maduración de los racimos es menos homogénea en la poda Guyot que en la Royat.
- En la poda corta las heridas de poda son, generalmente, más pequeñas que en el sistema de poda larga.

- La pre poda mecánica es una práctica que se realiza más fácilmente en el sistema Royat.
- Las viñas podadas largo son, a una misma carga de yemas por hectárea, más productivas que las podada corta.
- El alcohol probable de los racimos de vides podadas con el sistema Guyot es menor que en el caso de la poda Royat.

Felippetti et al. (1991), estudiando el efecto de la poda corta y larga sobre la sincronización fenológica y su comportamiento vegetativo en el cv. Sangiovese, han encontrado que para una misma carga de yemas la poda a pitones tiene una mayor superposición en sus fases fenológicas, lo que quiere decir que es más homogénea en su desarrollo que la poda larga.

Este efecto, según los autores es atribuible a que el pitón es una unidad productiva corta, en donde sus yemas se comportan en cierta forma como "apicales", reduciendo así el efecto de la acrotonia propio de la vid. En la poda larga se da una desuniformidad en el desborre y las demás fases de desarrollo en cada planta, mientras las yemas apicales y de la parte media se encuentran avanzadas en las primeras fases, las yemas basales aún no se han abierto. Esto se debe a la acrotonia que retarda el desarrollo de las yemas basales y también al efecto de la epitonia que retrasa a aquellas yemas que quedan posicionadas hacia abajo frente a las que quedan en posición dorsal.

También encontró en este estudio un anticipo de algunos días en el desborre y en las fases fenológicas sucesivas de la poda corta con respecto a la larga.

En lo que respecta al desarrollo vegetativo, la poda corta presentó un mayor vigor, el cual se observó en su peso de poda. Esto se puede deber a una mayor disponibilidad de reservas nutricionales que da origen a pámpanos más vigorosos y a la formación más precoz de una superficie foliar activa.

La misma evaluación fue realizada por Sansavini et al., (1998), para dos cultivares de uva de mesa. Los autores concluyeron que la poda corta ejerce un apreciable anticipo en la maduración y una mayor uniformidad que la poda larga.

2.6. CICLO ANUAL DE LA VID

A principios del mes de Septiembre ocurre el desborre y comienza el periodo vegetativo de la vid, el cual finaliza en el mes de Mayo.

A comienzos de la primavera la vid permanece inactiva hasta que la temperatura media diaria llega a ser de diez grados centígrados (Branas, 1974).

El desarrollo y crecimiento de los órganos vegetativos, más allá de la constitución genética de la variedad, están sensiblemente afectados por la interdependencia de numerosos factores del medio así como por las actividades culturales que se le efectúen al viñedo. Dentro de estos factores del ambiente se destacan la temperatura y el estado hídrico y la fertilidad del suelo (Huglin y Schneider, 1998).

La floración ocurre a 30-80 días del desborre y dura aproximadamente de 10 a 15 días, variando ambos procesos en base a las condiciones ambientales, observándose prolongaciones en dichos periodos cuando se dan condiciones de bajas temperaturas y lluvias. Durante el proceso de floración se enlentece el alargamiento de los pámpanos por un desvío de los nutrientes hacia las inflorescencias (Champagnol, 1984).

Aproximadamente en la segunda quincena de Noviembre, al darse el cuajado, comienza el desarrollo de las bayas, durando esta etapa entre 70 y 140 días dependiendo de la variedad y la localización (Ferraro Olmos, 1983).

A principios del mes de Febrero, para las condiciones de nuestro país, se da el envero. En este momento las bayas cambian de un color verde y una consistencia dura a tener un estado coloreado y consistencia blanda. A partir de esta etapa comienzan a darse los procesos propios de la maduración hasta el momento determinado para la vendimia.

2.7. MADURACIÓN

El proceso de maduración comienza con el envero y es la fase más importante desde el punto de vista enológico. El envero se caracteriza por una paralización momentánea en el crecimiento de la baya, por la pérdida progresiva de clorofila y la aparición de los pigmentos que darán al grano el color característico de la variedad (Andrades, 1990).

La evolución de la maduración no es homogénea, existiendo adelantos o atrasos dentro de una misma parcela y aún dentro de las bayas de una misma

planta. Esto hace que no se puedan predeterminar fechas concretas de cosecha, ya que una diferencia de pocos días puede provocar variaciones importantes en los contenidos de los compuestos responsables de los aromas primarios y los compuestos fenólicos que guardan una alta relación con la calidad de los vinos (González Neves, 2001).

Debido a la complejidad de las evoluciones de los diversos compuestos de la uva, es que se hace necesario realizar el seguimiento de su maduración, sobre todo cuando su punto óptimo se aproxima. Dicho seguimiento debe realizarse en base a las sustancias de acumulación, las sustancias de degradación y a las sustancias que se encuentran formando complejos (Carbonneau 2000).

La evolución de la maduración puede, algunas veces, dar una idea anticipada de la calidad potencial de la vendimia, especialmente cuando se desarrolla en malas condiciones ecofisiológicas como defoliación precoz, cosecha importante, fuerte vigor con abundante vegetación, etc. (Champagnol, 2000).

El grado de madurez con que se llega al momento de la vendimia es un factor que determina la composición química de la materia prima y por lo tanto influye mucho en la calidad del vino que se obtenga (Peynaud, 1989).

Durante el proceso de maduración las distintas partes del grano se van modificando. Los cambios más importantes que se dan son: un aumento en el peso del grano, acumulación de azúcares, disminución de la acidez como consecuencia de la combustión y de la dilución del ácido málico y tartárico y de la acumulación de potasio, intensificación del color y los aromas, y la hidrólisis de ciertos constituyentes que participan en la estructura de la pared celular que producen el reblandecimiento del fruto (Peynaud, 1989; Champagnol, 2000).

2.7.1. Cambios químicos y físicos

En la maduración de la uva se dan una serie de transformaciones muy importantes en los granos. Se produce una acumulación de azúcares y de agua en las vacuolas de las células de la pulpa, lo que trae aparejado un crecimiento y un aumento de peso de los granos (Champagnol, 1984; Peynaud, 1989; Champagnol, 2000; González Neves, 2001).

Los azúcares se acumulan en forma de glucosa y fructuosa y tienen dos fuentes, la fotosíntesis de los órganos verdes y la movilización de reservas en

forma de almidón que provienen del tronco, los brotes y de las raíces (Fregoni, 1985; Peynaud, 1989 ; Rodriguez Villa, 2000).

La acumulación de azúcares es el fenómeno más importante en la maduración, no solo porque a partir de ellos se sintetiza el alcohol, sino porque significa el punto de partida para compuestos tales como los polifenoles, los antocianos y los precursores de los aromas. La consistencia de las bayas también cambia, ya que se da un ablandamiento de los tejidos. Las paredes y membranas se van degradando por acción de las pectinasas endógenas dándose una hidrólisis de las pectinas y del almidón (Champagnol, 1984; Fregoni, 1985; Peynaud, 1989; Champagnol, 2000).

Esta fragilidad celular ocurre en contraposición de la evolución de la madurez de las semillas que, por el contrario, consiste en un reforzamiento de las estructuras de estos órganos. Su recubrimiento con una cera cuticular disminuirá la liberación de taninos agresivos (Amrani et al., 1994).

Con respecto al contenido de ácidos de los granos, estos sufren una disminución en su concentración durante la maduración. Esto se debe a un efecto de dilución por el aporte continuo de agua y a la respiración celular sobre todo del ácido málico (Peynaud, 1989; González Neves, 2000).

Estos cambios sobre los ácidos orgánicos se manifiestan en cambios en el pH que tienen su influencia sobre factores como el aroma, la extracción de los antocianos y la estabilidad del color del vino (Andrades, 1990).

Durante la maduración se da una acumulación de sustancias aromáticas sobre la baya que está en correlación con la de los azúcares (Fregoni, 1985).

2.7.2. Diferentes conceptos de madurez

González Neves (2001), define la madurez desde diversos puntos de vista:

- **Madurez fisiológica:** momento en el que las semillas de la uva pueden germinar y que se da poco después del envero.
- **Madurez industrial:** momento en que se alcanza la máxima concentración de azúcares y que generalmente coincide con el mínimo de acidez.

- **Madurez fenólica:** corresponde a la máxima acumulación de antocianos y se relaciona con el potencial polifenólico de la uva.
- **Madurez enológica:** es aquella que permitirá obtener el mejor producto posible según el vino que se desea elaborar.

Según González Neves (2001), en el concepto de madurez fenólica se debe considerar la concentración de los distintos fenoles y como es su extracción, lo que explica que no siempre las uvas más coloreadas den vinos de mayor color.

2.7.2.1. Madurez Fenólica

La determinación del contenido de antocianos y taninos de la uva en el curso de la maduración permite conocer la evolución de estas moléculas ya desde el viñedo. El conocimiento de dicha evolución permite hablar de una madurez fenólica de la uva y asociarse a otros parámetros para la determinación del momento de la vendimia, ya que cuando el contenido total de pigmentos en la uva es elevado, su estabilidad y su capacidad de difusión en el vino es buena (Glories. I, 1999; Champagnol, 2000).

Según Di Stéfano *et al* (2000) la madurez fenólica es el momento en que se alcanza un estado de combinación particular de los polifenoles de hollejos y semillas, que determina un descenso de la astringencia de estos compuestos y la máxima extractibilidad de los antocianos.

El grado de madurez del racimo influye fuertemente en la facilidad de extracción de los antocianos y taninos, ya que a medida que estos maduran, disminuyen las pectinas que se encuentran en la pared celular, facilitando así, su obtención durante la maceración (Ribereau-Gayon *et al.*, 1976; Champagnol, 2000).

Para el caso de los taninos esta influencia es menor, ya que su extractibilidad esta más condicionada por la cantidad y la calidad de estos compuestos en las distintas partes del racimo. Además las distintas reacciones de polimerización durante la maduración hacen a los taninos menos extraíbles (Saint-Cricq *et al.*, 1998; Celotti y Carcereri, 2000 citados por González Neves, 2001).

A pesar de esto la extracción de antocianos no se encuentra en relación directa al grado de madurez del racimo ya que intervienen otros factores como lo son las actividades enzimáticas y químicas y la presión osmótica de las vacuolas, las cuales difieren de un año a otro. Diversas observaciones indican que existe una mayor influencia de las condiciones exteriores sobre la calidad de la piel que sobre la de la pulpa. Por otro lado la acumulación de pigmentos en la piel en el curso de la maduración supone una insolación y una temperatura superior a la necesaria para la maduración de la pulpa. Es debido a esto la importancia del estado del racimo al momento de la cosecha (Ribereau-Gayon et al., 1976).

2.7.3 . Influencia de las condiciones ambientales

La degradación del ácido málico es muy sensible a la temperatura. Los mostos de regiones cálidas son menos ricos en ácido málico que los mostos de las zonas frías. Los racimos expuestos al sol poseen un contenido mucho menor de este ácido que aquellos que se encuentran sombreados por el follaje (Champagnol, 1984; Fregoni, 1985; Peynaud, 1989).

La temperatura tiene influencia sobre la evolución de los compuestos fenólicos, señalándose que cuanto menores son las temperaturas durante el día el contenido de pigmentos en los hollejos es mayor, y que la biosíntesis de estos pigmentos se inhiben cuando la viña se ve sometida a temperaturas muy elevadas (Andrades, 1990).

Este autor citando a Freeman y Col, (1979) asegura que se obtiene una menor coloración en aquellos vinos que provienen de viñedos que han tenido una alta disponibilidad de agua, ya que esto provoca un aumento en el tamaño de las bayas y por tanto una menos relación hollejo/pulpa.

También se señala que la síntesis de polifenoles depende de una buena iluminación y temperatura a nivel del racimo, y que todo lo que altere las condiciones óptimas, ya sea por exceso o por defecto, supone una inhibición en la síntesis de compuestos fenólicos (Carbonneau y Col, 1980; citado por Andrades, 1990).

2.8. CARACTERISTICAS DE LA VINIFICACIÓN EN TINTO

El vino tinto es un vino de maceración, donde la fermentación alcohólica del jugo debe estar acompañada de la disolución de los componentes sólidos de la uva, como la piel, las semillas, etc. (Marenghi, 2000).

2.8.1. Técnicas y procesos de la vinificación en tinto

La gran diferencia entre la vinificación en tinto y la vinificación en blanco es el proceso de la maceración. Los pigmentos, los taninos y los aromas se encuentran esencialmente en la piel y secundariamente en la pulpa, por lo que en dicho proceso de maceración el orujo aporta al vino tinto no solamente los pigmentos responsables del color, sino también los compuestos aromáticos que le confiere sus características organolépticas. El incremento en la extracción del color es obtenido a través de diversas tecnologías que van desde la clásica maceración con la técnica del remontaje, hasta la utilización del calor en la termomaceración (Marenghi, 2000; Razungles, 2000).

Según Amrani Joutei y Glories (1994), durante esta etapa de la vinificación, el aporte de taninos y antocianos que realiza la piel disminuye paulatinamente, contrariamente a lo que pasa con las semillas. La extracción de estos compuestos se ve favorecida por un medio acuoso y se produce con menor velocidad en presencia de etanol. Por otra parte, con respecto a la cantidad extraída, los pigmentos obtenidos son mayores en medio hidroalcohólico que en medio acuoso.

Este autor afirma que teniendo en cuenta que las semillas son el órgano de donde más dificultosamente se extraen los diferentes polifenoles, una larga maceración es necesaria, sobretodo en presencia de alcohol. Con la fermentación alcohólica se da una aparición progresiva de etanol, que provoca una desagregación de las membranas celulares y vacuolares y la consiguiente liberación de sus polifenoles. Por otra parte se necesita un tenor mínimo de etanol para que se de la difusión de los taninos debido a que estos se encuentran ligados a las proteínas de las membranas vacuolares y a los polisacáridos de las paredes celulares.

El fenómeno de difusión comienza en el estrujado de la uva y se prolonga hasta el prensado de la misma y depende de diferentes factores como el contenido de SO₂, la temperatura, el porcentaje de etanol y la homogeneización del mosto (Ribereau-Gayon et al. 1976).

Según Razungles, (2000), todas las operaciones físicas de extracción aumentan su eficacia al final de la fermentación o durante la maceración post-fermentativa, por lo cual se ha promovido a las maceraciones de larga duración para obtener vinos de color estable y con nivel de taninos suficiente para asegurar una buena evolución.

Los antocianos y los taninos libres poco polimerizados son extraídos en el comienzo de la vinificación mientras que los pigmentos de estructura más compleja, por presentar un peso molecular mayor y por las asociaciones entre compuestos (taninos con proteínas o polisacáridos, de las paredes y membranas) migran poco a poco al exterior de la célula (Ribereau-Gayon et al. 1976; Cheynier et al., 2000).

Otro aspecto importante en la vinificación en tinto es la fermentación maloláctica, pudiéndose decir que una acidez total un poco elevada se considera un factor de estabilidad del vino. Una cierta acidez confiere una mayor resistencia al desarrollo de las bacterias y por lo tanto disminuye los riesgos de aumento de la acidez volátil, más grave por la calidad que una acidez total muy alta. Un débil tenor en la acidez total y volátil es un factor importante en la calidad gustativa del vino tinto y es perceptible directamente en la degustación. Los racimos contienen un rico tenor en ácido málico y la fermentación maloláctica es necesaria para obtener una acidez lo suficientemente baja.

Si por otra parte, la acidez es muy baja posteriormente a la fermentación maloláctica, se debería compensar con una adición de ácido tartárico. En conclusión, la fermentación alcohólica, la fermentación maloláctica y la maceración son los tres fenómenos fundamentales en la vinificación en tinto. (Ribereau-Gayon et al. 1976).

El agregado de SO₂ durante la maceración es también una técnica de interés, ya que además de su papel antiséptico, el SO₂ provoca una mayor fragilidad de las células de la piel, que liberan así más fácilmente su contenido (Razungles, 2000).

2.8.2. Influencia de las condiciones del viñedo

El suelo, el clima, las técnicas de manejo aplicadas en el viñedo, los cultivares, el estado sanitario y la madurez de la uva tienen incidencia importante en la composición de la vendimia. Las condiciones climáticas y la variedad influyen en los componentes más importantes como los azúcares, los ácidos y en particular en su composición fenólica, incidiendo en propiedades como el color, la astringencia y el sabor de los vinos (Glories, 1984a; Di Stéfano y Cravero, 1989; Moretti, 1992, citados por González, 1999).

Los contenidos de acidez volátil, azúcares reductores, anhídrido sulfuroso dependen de las técnicas de vinificación; el ácido tartárico y el metanol dependen de la variedad de uva, ya que las cantidades de pectinas y

enzimas con acción desmetalizante están determinadas varietalmente. Para el tartárico, el clima durante la maduración de las uvas influye en su contenido, pero también puede tener un origen externo en la vinificación (Delfini, 1987; Correa-Gorospe y Polo, 1990; Usseglio-Tomasset, 1995. Citados por González, 1999).

2.9. CALIDAD DEL VINO

Una definición general de la calidad del vino, dada por Ribéreau-Gayon et al. (1975), explica que esta es el resultado del ensamblaje de las propiedades que hacen que un vino sea aceptado o rechazado por sus consumidores. Estos caracteres gustativos se encuentran directamente ligados a la composición química, involucrándose su acidez, el contenido de sales, azúcar, polifenoles totales, etc.. La calidad es, según esta amplia definición, una noción relativa al consumidor, que difiere según sus gustos y que varía incluso de una región a otra.

2.10. COMPOSICION DEL VINO

2.10.1. Acidez Total

El vino contiene una determinada cantidad de ácidos orgánicos y minerales. Los ácidos tienen la propiedad de ceder protones, mientras que las bases tienen la propiedad de fijarlos. Algunos de los ácidos del vino están totalmente combinados con bases, se encuentran como sales y por lo tanto no intervienen en la acidez. Otros se hallan totalmente libres, pero los ácidos orgánicos, sobretodo, están parcialmente salificados. Algunas de sus moléculas se presentan como sales y otras están libres. La suma de los hidrógenos ácidos procedentes de los ácidos totalmente libres y de los que lo están en parte, constituye la acidez del vino. En general, para un vino tinto se busca una baja acidez, elemento esencial para la suavidad, el aterciopelado y el cuerpo. La acidez total interviene en el mantenimiento del vino, sobretodo de los efectos que provocan las alteraciones bacterianas (Ribéreau-Gayon et al., 1980; Cabanis, 2000).

Cualquier manejo del cultivo que contribuya a aumentar la producción por planta, tendrá una influencia negativa en la acidez del mosto. Fregoni, (1991),

señala que un aumento del rendimiento produce una disminución de la relación entre el ácido tartárico y el málico, aumentando el pH del mosto.

2.10.1.1. Acidez Volátil

Según Ribéreau-Gayon et al. (1980), la acidez volátil está constituida, en un 95%, por la fracción de los ácidos grasos pertenecientes a la serie acética que se hallan en los vinos en estado libre o salificados.

El jugo de uva contiene solamente rastros de ácidos volátiles, pero durante la fermentación alcohólica del azúcar se forma siempre una pequeña cantidad de ácido acético. El formado por las levaduras varía de acuerdo a la composición de mosto, a la especie y a la cepa de las levaduras, pero en la práctica no llega a un nivel de importancia. Las bacterias que provocan la fermentación maloláctica también forman una pequeña cantidad de ácidos volátiles que provienen de la descomposición de algunos ácidos orgánicos, por lo tanto es inevitable una cierta cantidad de ácidos volátiles en los vinos terminados. Por encima de ciertos niveles se puede pensar en la intervención de bacterias patógenas y su ataque sobre elementos constitutivos del vino como azúcares reductores, glicerina y ácido tartárico. De esta forma la acidez volátil ofrece datos sobre el estado del vino, sobre la importancia de las alteraciones sufridas y, así, indica cual fue el pasado de un vino, delata la ocurrencia de una vinificación fallida o conservación defectuosa (Ribéreau-Gayon et al. 1980; Peynaud, 1989).

2.10.1.2. Ácidos orgánicos

Las propiedades ácidas de los vinos son el resultado de los ácidos orgánicos que contienen. Estos son elementos esenciales que influyen en su calidad y eventuales defectos. De su naturaleza y concentración dependen los equilibrios ácido - base de los vinos, y por consiguiente el gusto ácido de estos (Ribéreau-Gayon et al., 1980).

Algunos ácidos como el tartárico, málico y cítrico provienen de la uva, esencialmente de la pulpa de las bayas, mientras que otros como el succínico, láctico y acético se forman durante la fermentación, y su naturaleza y concentración están relacionadas con las distintas técnicas de elaboración. Los ácidos que componen la acidez fija son aquellos que cuando se destila el vino no pasan al agua ardiente, sino que permanecen en el residuo formando parte del extracto seco. Estos son el tartárico, el málico, el cítrico, el succínico y el

láctico. Contrario a estos, el ácido acético es volátil y se vuelve a encontrar en el destilado (Peynaud, 1989; Cabanis, 2000).

Todos estos ácidos constituyen la acidez que soporta el color, el aspecto sensorial y el estado higiénico de los vinos, determinándose con una baja en la acidez un medio mucho más frágil desde el punto de vista microbiológico (Cabanis, 2000).

2.10.1.2.1. Ácido tartárico

El ácido tartárico de la uva es específico de esta y del vino, fuera de la vid es poco frecuente en la naturaleza. El pH del vino depende en gran parte de su contenido en ácido tartárico y además es el ácido más importante en la resistencia a la descomposición bacteriana (Rbèreau-Gayon et al., 1980; Cabanis, 2000).

El pH está correlacionado negativamente con el contenido de ácido tartárico ya que este es el más disociado de los ácidos del vino, además del más abundante (González, 1999).

Durante el proceso de maduración de la uva y de elaboración del vino se da una disminución del ácido tartárico, así como por la acción del frío. Según Peynaud, (1989), dicha disminución durante la vinificación se debe al aumento en los tenores de alcohol y al descenso de la temperatura que provocan la formación de cristales de bitartrato de potasio y de tartarato neutro de calcio que luego precipitan.

Su agregado al mosto durante la vendimia resulta útil sobretodo cuando la acidez de la uva es demasiado débil, pero en concentraciones elevadas concede al vino dureza además de una cierta astringencia (Peynaud, 1989; Rbèreau-Gayon, 1988 citado por Cabanis, 2000).

2.10.1.2.2. Ácido málico

Este ácido es sintetizado tras la combustión de los azúcares en los tejidos con clorofila (Cabanis, 2000).

Según Peynaud (1989), el ácido málico natural es un ácido orgánico que abunda en el reino vegetal y es el principal en muchas frutas. Este disminuye por un fenómeno de respiración celular durante el período de maduración de la

uva. También lo hace en la fermentación alcohólica por efecto de las levaduras y en la fermentación maloláctica por efecto de las bacterias.

Este autor afirma que la presencia del ácido málico contribuye a definir la calidad del vino y es responsable del gusto herbáceo de los vinos jóvenes sobretodo si corresponden a cosechas de veranos frescos. Los procesos de maduración y fermentaciones alcohólica y maloláctica hacen disminuir progresivamente el tenor de este ácido, llevándolo casi hasta cero en su evolución desde la uva verde hasta un vino añejo. En este caso, a diferencia del tartárico, se trata de un ácido de fácil metabolización por lo cual es degradado rápidamente (Peynaud, 1989).

2.10.1.2.3. Ácido cítrico

Este es un ácido que se encuentra en bajas cantidades en la uva. Además de esto y de la misma forma que ocurre con el ácido málico, las bacterias lácticas durante la fermentación hacen que desaparezca. Dentro de las propiedades de este ácido hay una muy importante que consiste en la solubilización del hierro en estado ferrico, protegiendo así al vino de la quiebra férrica (Peynaud, 1989).

2.10.1.2.4. Ácido succínico

El ácido succínico es uno de los que no provienen de la uva y su presencia en el vino, que es de entre 0.5 y 1.0 gramos por litro, se debe a la actividad de las levaduras durante la fermentación alcohólica. Su sabor se caracteriza por la mezcla de los gustos ácido, salado y amargo (Peynaud, 1989; Cabanis, 2000).

2.10.1.2.5. Ácido láctico

Según Peynaud (1989), el ácido láctico se originan durante el proceso de fermentación aunque en este caso puede provenir de tres diferentes vías.

- A partir de las levaduras durante la fermentación alcohólica
- A partir del ácido málico durante la fermentación maloláctica por parte de las bacterias
- A partir de la fermentación láctica de los azúcares, del glicerol, del ácido tartárico u otros componentes del vino.

Con respecto a su sabor, el ácido láctico aporta al vino un sabor más bien agrio (Cabanis, 2000).

2.10.1.2.6. Ácido acético

Este es el principal constituyente de la acidez volátil y al igual que el láctico y el succínico se origina en la vinificación. El sabor del vino no se perjudicará mientras sus valores no superen los 0,55-0,60 gramos por litro y su presencia le otorga un sabor agrio al mismo (Peynaud, 1989; Cabanis, 2000).

Según Peynaud (1989), el origen de este ácido puede explicarse de tres maneras diferentes:

- Siempre se forma en bajas cantidades como producto secundario de la fermentación alcohólica expresado como ácido sulfúrico.
- Pueden obtenerse entre 0,1 y 0,2 gramos por litro durante la fermentación maloláctica a partir del ácido cítrico y las pentosas.
- Por último pueden formarse altas cantidades de acético por alteraciones que llevan a cabo las bacterias acéticas en presencia de oxígeno a partir de la oxidación del alcohol. Las bacterias lácticas también pueden formar ácido acético al atacar, en presencia de oxígeno, a ciertos componentes del mosto y vino.

2.10.2. Alcohol

Según Ribéreau-Gayon et al. (1980), el alcohol etílico o etanol, cuya fórmula es $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, representa entre el 7 y el 16% del volumen del vino y significa para este una gran influencia en la calidad, la conservación y por ende, su valor comercial. En general la proporción en que se encuentra el alcohol en el vino está directamente ligada al estado de madurez de la uva en la cosecha. El grado de alcohol que se obtenga va a depender de las condiciones particulares de cada año, del cultivo y de su exposición pero, en general, aumentará en perjuicio del rendimiento.

Además del sabor dulce, y ardiente a la vez, que el alcohol le otorga al vino, también lo favorece en su conservación al actuar como inhibidor bacteriano. De esta forma en los vinos licorosos de más de 15 grados de alcohol no se producen problemas por ataques microbianos (Peynaud, 1989).

2.10.3. PH

La fuerza de los ácidos está representada por su constante de disociación o capacidad de liberar iones hidrógenos, y esta concentración se expresa en valor logarítmico. El pH es el cologaritmo de la concentración de iones hidrógeno, y es una representación adecuada de la fuerza ácida de un vino. El pH es más importante que la acidez para juzgar las características organolépticas o de estabilidad química de un mosto. Se pueden obtener mostos con la misma acidez pero con diferente pH debido a la relación diferente entre el ácido tartárico, más fuerte, y el ácido málico más débil (Fregoni et al. 1991).

Según González, (1999), el pH es uno de los factores de importancia en la influencia del color del vino y esta influencia variara dependiendo de la combinación con otros factores. Para las condiciones de este trabajo de investigación se encontró una correlación negativa entre el pH y la proporción de rojo del vino. En correspondencia la tonalidad y el pH se correlacionaron de manera positiva sobre todo para Tannat donde también existió correlación entre el pH y el color amarillo.

Estos autores afirman que la decoloración de la solución a pH 3.5 depende del equilibrio de los antocianos, quien está en función de los porcentajes de la forma flavilio y las formas quinónicas, las que varían con la naturaleza de las moléculas consideradas. Mediante la adición de SO₂ se produce un medio ácido que también genera una decoloración de la solución mediante el pasaje de todas las moléculas, excepto la calconas, a la forma flavilio. En general todos los pigmentos son más sensibles al exceso de SO₂ que a la variación de pH.

En un medio ácido los antocianos se encuentran bajo sus cuatro formas en equilibrio: el catión flavilio, de color rojo, la base quinónica, de color malva y las bases carbinol y calconas ambas incoloras. Al producirse variaciones en el pH ocurren modificaciones en el equilibrio de dichas formas, lo cual conduce a cambios de color (Glories, 1984; Cheynier et al., 2000).

2.10.4. Los Compuestos Fenólicos

La disolución que se da durante la maceración aporta al vino las sustancias que intervienen en el color, la estructura, el sabor y los aromas. Estas sustancias son identificadas como polifenoles, sustancias asociadas, polisacáridos, pectinas, sustancias minerales, terpenos, etc. Dichos compuestos

fenólicos son los principales constituyentes del vino, responsables de ciertas características organolépticas entre las cuales se destaca el color. Esta composición depende de la variedad de que se trate, de las condiciones de trabajo del viñedo y del grado de madurez de la cosecha. Por otra parte influye el tipo de vinificación, que interviene sobre la difusión de los compuestos fenólicos y de las posteriores reacciones que se den en el vino (Cheynier et al., 2000).

Los compuestos fenólicos juegan un rol determinante sobre la calidad del vino tinto. Estos compuestos pueden agruparse de la siguiente manera: ácidos fenólicos y sus derivados, y los flavonoides, quienes incluyen a los antocianos y taninos (Parodi, 1999; Cheynier et al., 2000).

Los compuestos fenólicos están presentes en tres lugares principales de la célula: citoplasma, en las vacuolas y en el apoplasma. En la baya la piel y la semilla son las zonas de concentración máxima en compuestos fenólicos. Particularmente, los antocianos y los flavanos, se localizan en las vacuolas de las células de la piel y en las vacuolas de las células de la pulpa de las variedades tintoreras. Los ácidos fenólicos son sobretodo concentrados en la pulpa, y por su parte los taninos son abundantes en las semillas y en un menor grado en la piel. (Champagnol, 1984).

La síntesis de los compuestos fenólicos está ligada a los órganos de menor edad. A partir de esta síntesis en el citoplasma la mayor parte de estos compuestos migran hacia la vacuola y el apoplasma, y solo una pequeña proporción permanece en el citoplasma. Los compuestos fenólicos derivan de una vía del metabolismo de los azúcares. Todos los constituyentes de los compuestos fenólicos provienen de los azúcares, lo que explica que se formen más fácilmente cuando los tenores de azúcar son más elevados. Las condiciones que favorecen el crecimiento no promueven la acumulación máxima de compuestos fenólicos (Champagnol, 1984)

Williams (1946), citado por Champagnol (1984), atribuye un color de bayas de menor intensidad cuando la cosecha aumenta y la concentración de azúcares disminuye en variedades tintas. Por lo tanto, los factores que actúan sobre el tenor en azúcares actúan sobre el nivel de los compuestos fenólicos y la coloración; por ejemplo la intensidad fotosintética y la relación superficie foliar/producción de uva.

2.10.4.1. Los ácidos fenólicos

Los ácidos fenólicos contenidos en el vino son los benzoicos y cinámicos. El ácido benzoico puede encontrarse en forma libre en la uva y en el vino o combinarse con azúcares o taninos. El ácido cianímico puede estar en forma libre pero sobretodo en forma esterificada con el ácido tartárico. Los ácidos fenólicos son incoloros pudiendo adquirir color amarillo luego de una oxidación. Desde el punto de vista organoléptico son inodoros e insípidos, pero son de mucha importancia ya que son precursores de los fenoles volátiles olfativamente activos. (Parodi, 1999; Cheynier et al., 2000).

En la uva, los ácidos fenólicos se encuentran en las vacuolas de las células del hollejo y de la pulpa bajo forma de ésteres tartáricos. La concentración de estos compuestos disminuye durante el desarrollo de la baya y se estabiliza en la madurez enológica (Romeyer et al., 1983, citados por Cheynier et al., 2000).

2.10.4.2. Los flavonoides

Los flavonoides tienen una estructura general conformada por dos anillos bencénicos unidos por un heterociclo oxigenado que tiene tres átomos de carbono. Dependiendo de la estructura del heterociclo se pueden clasificar en flavonoles, antocianos, catequinas o proantocianidinas (Ribéreau-Gayon, 1972; De Rosa, 1988).

Los flavonoides son pigmentos de color amarillo más o menos intenso. Los más representativos, ya sea en el vino tinto como en el vino blanco, son los flavanos presentes en la uva en forma glicosidada. (Parodi, 1999; Cheynier et al., 2000).

2.10.4.2.1. Flavonoles

Estas estructuras se encuentran bajo la forma de glicósidos unidos a ciertos azúcares, o libres bajo forma de agluconas. Los azúcares que participan en dichas asociaciones son glucosa, galactosa y rammosa. La presencia de estos compuestos es más importante en uvas tintas que en uvas blancas y le

aportan a sus vinos los tonos amarillos (Ribéreau-Gayon, 1972; De Rosa, 1988; Parodi, 1999; Cheynier et al., 2000).

En sentido estricto, los flavonoles están presentes únicamente en los hollejos (Ribereau-Gayon, 1964; Wulf y Nagel, 1980; Cheynier y Rigaud, 1986a, citados por Cheynier et al., 2000).

2.10.4.2.2. Antocianos

Los antocianos son los pigmentos rojos de la uva, localizados esencialmente en la piel y solo excepcionalmente en la pulpa. En las variedades de *Vitis vinífera* estos compuestos aparecen bajo la forma de monoglucosidos constituidos por una estructura básica junto a una molécula de glucosa (De Rosa, 1988; Cheynier et al., 2000; González-Neves et al., 2001).

Desde un punto de vista general los antocianos se corresponden con glicósidos de núcleo flavilium polihidroxilado y/o metoxilado. Las formas agliconas que responden a una fórmula general son denominados antocianidinas (Cheynier et al., 2000).

Se distinguen 5 moléculas de antocianidinas: cianidina, peonidina, delphinidina, petunidina, malvidina. La relación entre las diferentes antocianidinas es característica de la variedad aunque sus concentraciones están sujetas a las condiciones del año, del suelo, de las técnicas utilizadas en el viñedo, etc. (Cheynier et al., 2000; González-Neves et al., 2001).

El color de estos pigmentos depende de las condiciones del medio, pH y concentración de anhídrido sulfuroso, y de su estructura molecular. Los cinco tipos de antocianidinas pueden estar presentes en proporciones diversas según la variedad, aunque la malvidina es siempre la más representativa (De Rosa, 1988; Parodi, G. 1999; Cheynier et al., 2000).

Este concepto es compartido por González-Neves et al. (2001), agregando que la proporción de este compuesto es mayor en los vinos que en la uva que se utiliza para su elaboración, ya que esta es la estructura más estable de las formas antocianicas y por lo tanto la que decrece menos en el proceso de fermentación, post-fermentación y el envejecimiento del vino.

En un estudio realizado por Glories, (1984), se elaboraron dos soluciones de antocianos y taninos, una en presencia de alcohol y otra en ausencia de este. La solución hidroalcohólica de antocianos resultó más coloreada que la solución acuosa y se decoloró un poco menos en el tiempo. Dicha decoloración

se explicó por un desplazamiento de la reacción hacia la forma de las calconas y este viraje se produjo en forma más lenta en presencia de etanol, quien disminuye las reacciones de hidratación de las formas flavilio. Cuando en las soluciones existe la presencia de taninos, esta hidratación se da aún, en menor medida, al proteger a los antocianos de los reactivos exteriores, estando esta protección en función de la cantidad de taninos presente en jugo.

Por otra parte los antocianos pueden estar asociados con los taninos, generando ciertas reacciones que le confieren al vino diferentes características sensoriales. Estas combinaciones varían según la edad del vino, por ejemplo, para los vinos jóvenes ciertas asociaciones son bastante decolorantes y otras lo son menos, pero en el caso de los vinos de más edad la reacción es siempre más débil (Glories, 1984; González-Neves, 2001).

Durante el proceso de envejecimiento del vino las formas monoméricas iniciales de los antocianos, principales pigmentos de los vinos jóvenes, son sustituidas progresivamente por oligómeros y formas poliméricas más estables, cambiando el color del vino de tonos púrpuras a tonos anaranjados (Nagel y Wulf, 1979; McCloskey y Yengoyan, 1981; Somers y Evans, 1986; Somers y Pocock, 1990; Liao et al., 1992, citados por Barreiro et al., 2001).

En el caso de vinos tintos más viejos no poseen antocianos en estado libre, una parte de estas moléculas están degradadas por oxidación y otra parte está asociada con taninos igualmente oxidados que le otorgan un tono rojo-anaranjado. Mediante un método conocido con el nombre de índice de ionización puede determinarse el porcentaje de antocianos, tanto libres como asociados con taninos, que le dan color al vino. Este índice permite establecer el rol que juegan dichas combinaciones. La combinación de estos pigmentos se traduce en un producto muy coloreado con absorción en el azul y el amarillo pero que puede decolorarse en presencia de SO_2 . La vinificación clásica con remontaje genera la formación de complejos que absorben sobretodo en el rojo y que no son decolorables por un exceso de SO_2 (Glories, 1984).

Según este autor un vino rico en antocianos, ya sea asociados o no con taninos, será menos decolorado por las dosis normales de SO_2 generalmente utilizados para la conservación que en el caso de un vino pobre en antocianos. Según una concentración dada de estos pigmentos, el porcentaje de decoloración aumenta con el tenor de SO_2 y disminuye con el pH.

Nagel y Wulf, (1979); Di Stéfano y Ciolfi, (1983); Vasserot et al., (1997), citados por González-Neves et al. (2001), indican que a lo largo de todo el proceso de vinificación los antocianos libres disminuyen debido a diferentes motivos, como la adsorción por parte de las levaduras y precipitación junto con

las sales tartáricas. También ocurren reacciones de oxidación e hidrólisis, precipitación en reacciones de condensación y co-polimerización con otros fenoles. La adsorción de los antocianos por parte de las levaduras se da en forma variada dependiendo de las condiciones ambientales, la raza de las levaduras y la estructura de los antocianos. La malvidina es la estructura menos involucrada en este fenómeno y por el contrario delphinidina es la más adsorbida por las levaduras.

2.10.4.2.3. Los taninos

Los taninos son moléculas fenólicas relativamente voluminosas, que resultan de la polimerización de moléculas fenólicas elementales. Según la naturaleza de estas moléculas los taninos se distinguen en hidrolizables y condensados. Estas moléculas se encuentran en proporciones diversas en todas las partes sólidas de la uva, principalmente en las semillas, pasando al vino durante la maceración (Parodi, 1999; Cheynier et al., 2000).

Las catequinas, conjuntamente con las proantocianidinas, son los principales monómeros de los taninos. Se encuentran principalmente en las semillas y secundariamente en los escobajos y hollejos (Ribéreau-Gayon, 1972; De Rosa, 1988).

A nivel intracelular, además de los taninos presentes bajo forma libre en el jugo vacuolar, se han observado taninos ligados a los polisacáridos de la pared celular de los hollejos (Amrani Jouté et al., 1994).

Estos compuestos polifenólicos participan de manera decisiva en el gusto del vino tinto. Así son responsables de las características organolépticas positivas y negativas. El complejo de sensaciones que otorga un vino proviene de un justo equilibrio entre las diversas moléculas consideradas (Parodi, 1999).

Las propiedades de los taninos y su capacidad de integrarse con las proteínas para dar origen a la astringencia, dependen en gran medida del número de unidades constitutivas o del grado de polimerización. (Cheynier, 1997).

Estas diferentes estructuras de los taninos define la naturaleza, la estructura y las propiedades de las combinaciones entre taninos y antocianos. El color amarillo aumenta mucho con la polimerización y con la oxidación de estas moléculas (Glories, 1984).

Se ha demostrado que en Uruguay los vinos Tannat tienen mayor contenido de taninos de alto peso molecular (polifenoles muy polimerizados), y de taninos globales (proantocianidinas) en relación a vinos provenientes de las variedades Cabernet Sauvignon y Merlot. Esto indica que el mayor contenido de taninos de Tannat provienen de la uva y no como resultado de las reacciones entre fenoles durante la conservación del vino (González, 1999).

2.10.5. Azúcares

En los vinos completamente fermentados siempre queda una fracción de fructosa y glucosa, así como polioles que le otorgan el sabor dulce. La uva tiene una pequeña cantidad de azúcares no fermentables, aproximadamente 1g/l, constituido por las pentosas y que por lo tanto se encuentran en el vino. La principal de ellas es la arabinosa. También se encuentra xilosa, galactosa, rafinosa, melibiosa y maltosa (Peynaud, 1989; Pellerin y Cabanis, 2000).

Según la cantidad de azúcar que persiste en ellos, los vinos pueden clasificarse en: secos (<4g/l), semiseco (20g/l), semidulce (20-45g/l) y dulce (45g/l) .

2.11. COLOR DEL VINO

Esta es una de las propiedades más importante en la caracterización del mismo, nos habla de que tipo de vino se trata, de su calidad, de su proceso de elaboración, de su edad, cuerpo y estado de conservación. El color de los vinos tintos no es únicamente un parámetro estético, es también un signo de el estado de conservación del producto y en parte de una cierta concentración de sustancias que tienen positiva influencia sobre características organolépticas esenciales como el perfume y el gusto (Marenghi M.,2000).

En el caso de los vinos tintos jóvenes el color está determinado por sus contenidos fenólicos y en particular por los antocianos libres, pigmentos poliméricos provenientes de la uva y a compuestos originados en condensaciones entre antocianos y flavanos. El color y la tonalidad de estos compuestos depende de la estructura de sus moléculas, teniendo una importante influencia el ph y las concentraciones de anhídrido sulfuroso (Glories, 1984; Di Stéfano y Cravero, 1989; Liao et al., 1992; citados por González y Gatto, 2001).

Por tonalidad se entiende a la relación entre el color amarillo y el color rojo. Cuanto menor es el valor numérico de esta relación, más elevado es el componente rojo de la muestra (De Rosa, 1988).

Los tonos rojos están dados fundamentalmente por los antocianos libres, en tanto la componente azul del color puede ser atribuida a pigmentos de tonos violetas, resultantes de las condensaciones que se van dando a lo largo de toda la vinificación entre dichos antocianos y flavanos. Se señala además que esta componente es atribuida a las formas quinónicas de los antocianos libres y combinados, y es más importante cuando el ph es más alto. (Glories, 1984a; Mattivi et al., 1991)

La tonalidad amarilla está determinada por pigmentos poliméricos, en general resultado de condensación entre flavanos o de reacciones de oxidación de otros fenoles (Glories, 1984a y b).

La oxigenación es otro factor que puede influir de forma positiva en la coloración de un vino mediante la transformación de la materia colorante.

La coloración global de un vino tinto se determina por el peso comparativo de las fracciones amarillo, rojo y azul que contenga. La participación de cada una de estas fracciones se determina mediante la medición de la densidad óptica del espectro cromático, midiéndose la fracción amarilla a los 420 nm, la roja a los 520 nm y la azul a los 620 nm. La suma de estas tres absorbancias define la intensidad colorante (Glories, 1984).

En estudios realizados en nuestro país se ha comprobado que los vinos elaborados con Tannat tienen una composición fenólica particular, que en general los diferencia de los vinos de otras variedades de *Vitis vinífera* L., y que como consecuencia de esta composición, los vinos tintos Tannat tienen también características cromáticas peculiares, al menos cuando son jóvenes (González Neves y Tessore, 2001).

Según un estudio de la composición antociánica de vinos tintos del Uruguay (Barreiro et al., 2001), los vinos Tannat tuvieron contenidos fenólicos mayores y fueron más coloreados, más rojos, más oscuros, con mayores tonos azules y menos amarillos que los vinos de las otras variedades consideradas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y MATERIAL VEGETAL

El ensayo se ubicó en la localidad de Cuatro Piedras, en el departamento de Canelones, en un viñedo comercial.

Se trata de un viñedo de la variedad *Tannat* (clon 717) implantado en el año 1988. El viñedo es conducido en el sistema de lira abierta e injertada sobre portainjerto SO4.

El marco de plantación es de 3,20 m entre filas por 0,9 m entre plantas, conformando una densidad de 3472 plantas por hectárea.

La instalación del ensayo se llevó a cabo en el mes de Octubre del año 2000 sobre 100 plantas seleccionadas por un vigor medio similar, por igual número de brazos y por su sanidad.

3.2. TRATAMIENTOS

Los dos tratamientos evaluados correspondieron a los sistemas de poda Guyot y Royat y el diseño del ensayo fue de parcelas al azar con treinta repeticiones por tratamiento.

Dichos tratamientos se distribuyeron en cuatro filas contiguas, dos para cada sistema de poda donde las plantas seleccionadas se alternaban con las no seleccionadas.

Teniendo en cuenta la influencia de la carga de yemas, se determinó un promedio de dieciocho yemas por planta en el caso de la poda larga y nueve pitones por planta en el caso de la poda corta, lográndose igual carga de yemas por planta. De esta manera se obtuvo una densidad promedio de 6.25 yemas por m².

El manejo sanitario fue el que habitualmente se realiza en la empresa para todo el viñedo, así como la fertilización y las demás labores culturales que normalmente se le efectúan al mismo.

3.3. PARÁMETROS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS

3.3.1. Evaluación fenológica

Se realizó un seguimiento fenológico según la escala de Eichorn y Lorenz (1977), que registra desde el estado 1 al 44 cubriendo, así, todo el ciclo fenológico de la vid.

Estas observaciones se realizaron en un total de cinco plantas por tratamiento, durante las visitas al predio llevadas a cabo en forma periódica con plazos de entre siete y diez días a partir del 10 de Octubre, siguiéndose hasta enero.

A partir de aquí se realizó un muestreo de bayas para determinar la evolución de la maduración. Esta tarea consistió en extraer, al azar, cuatro bayas por planta provenientes de un único racimo, recogándose en cada muestreo un total de 200 bayas por tratamiento.

Las mediciones se realizaron los días 12/2/2001, 20/2/2001, 27/2/2001, 6/3/2001, 13/3/2001, 16/3/2001, 20/3/2001 y 26/3/2001.

En cada muestreo se analizó el contenido de azúcares, grados Brix, pH, acidez total y peso promedio del grano para determinar la evolución del proceso de maduración de la uva.

3.3.2. Peso de poda

En el mes de julio del año 2001 se realizó la poda, registrándose el peso individual de la madera de todas las plantas del ensayo.

3.3.3. Fertilidad de yemas

En el estado 19 de la escala fenológica de Eichorn y Lorenz (1977), que corresponde al comienzo de la floración y caída de los primeros capuchones florales, se realizó el conteo de los racimos y de pámpanos por yema para el caso de la poda larga y por pitón para el caso de la poda corta. La observación de este parámetro se realizó en las mismas diez plantas objeto del seguimiento fenológico y fue corroborado al momento de la cosecha.

3.3.4. Peso de cosecha

El momento de cosecha se determinó a través del seguimiento de la maduración, realizándose al momento de la madurez tecnológica.

Para cinco plantas de cada tratamiento se realizó la cosecha en forma detallada, registrándose el número y peso de racimos para cada una de sus yemas.

En el resto de las plantas del ensayo se cosechó en forma individual, registrándose su producción sin precisar de que yema provenía.

3.3.5. Evaluación de las bayas

Inmediatamente después de la cosecha sobre 100 bayas extraídas al azar se midió el peso total de las mismas, el peso de la cáscara y el peso de las semillas. En base a esto, además de realizar la comparación entre los pesos de los granos, se evaluó la relación cáscara pulpa para ambos sistemas de poda.

3.4. PARÁMETROS ENOLÓGICOS

3.4.1. Vinificación

Se hicieron vinificaciones por duplicado para cada tratamiento, con 50 kilos de uva en cada una.

Para la vinificación se utilizaron racimos que no presentaran signos de ninguna enfermedad.

Se empleó una molidora Amos, con rodillos de goma, y el encubado se hizo en recipientes de acero inoxidable de 100 litros de capacidad.

Se sembró con levadura seca activa, en una dosis de 15 gramos por hectolitro y se sulfitó a razón de 5 gramos por hectolitro. El descube se hizo luego de 7 días, prensando los orujos con una prensa manual de acero inoxidable y juntando los jugos de gota y de prensa. Los vinos fueron conservados en recipientes de vidrio de 10 litros de capacidad.

3.4.2. Análisis del vino

A los dos meses de finalizada la fermentación alcohólica se realizaron por duplicado para cada tratamiento los análisis con que se determinaron los componentes enológicos clásicos (O.I.V., 1990), la composición fenólica global (Paronetto, 1977) y el color (Glories, 1984).

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron análisis de varianza y contraste de medias por Tukey al 10% para los siguientes parámetros:

Fertilidad potencial, fertilidad real, producción por planta, peso de poda, índice Ravaz, peso de 100 granos, relación peso de cáscara/peso de pulpa, N° de pámpanos por yema, peso de los racimos, intensidad colorante, tonalidad, % amarillo, % rojo, % azul, polifenoles totales, antocianos, flavanos, proantocianos, graduación alcohólica, acidez total, acidez fija, acidez volátil, pH, azúcar, antocianos totales, antocianos libres, ácido tartárico.

El programa utilizado para el análisis fue Statiscal Analysis System (SAS Institut Inc. Cary, NC: SAS Institut, V.6.11.1996).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

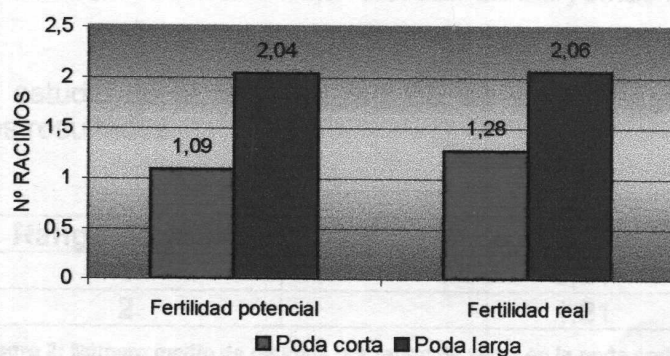
4.1. FERTILIDAD DE LAS YEMAS

La fertilidad potencial y real presentaron los siguientes valores:

	Fertilidad potencial	Fertilidad real
Poda corta	1,09	1,28
Poda larga	2,04	2,06

Cuadro 1: fertilidad real y potencial para ambos sistemas de poda

Gráfico N°1: Fertilidad potencial y real para ambos sistemas de poda



Las diferencias que se dan entre la fertilidad real y la fertilidad potencial en los dos tratamientos, pueden deberse a la existencia de yemas que no desborran, que para el tratamiento de poda corta su porcentaje es más alto alcanzando al 15 % del total de las yemas dejadas en la poda, mientras que en el tratamiento de poda larga es de 0,8 %.

Esta diferencia en el porcentaje de desborre, permite afirmar que la fertilidad potencial es un buen estimador para determinar la carga de yemas a dejar durante la poda en el sistema Guyot, mientras que en el sistema Royat, dado el mayor porcentaje de yemas no brotadas, se debería dejar una carga mayor para obtener el mismo rendimiento por hectárea.

El porcentaje observado de yemas no brotadas en la poda Royat no concuerda con lo afirmado por Buobals (2000). Parte de estas diferencias pueden explicarse también por las yemas que brotan pero no producen racimos.

Con una probabilidad de error del 0,01%, puede decirse que existen diferencias significativas en la fertilidad potencial y en la fertilidad real entre los dos tratamientos, siendo menor para ambos casos en la poda corta.

De este modo puede verse que la fertilidad real promedio es un 61% mayor en el caso de la poda Guyot con respecto a la poda Royat, mientras que la diferencia en la fertilidad potencial promedio es del 87%.

Estas diferencias entre los dos sistemas de poda, concuerdan con los resultados encontrados por Ferrer et al. (1992), para cuatro años de medición de la fertilidad de yemas en esta misma variedad, quienes confirman que el cultivar *Tannat* presenta una baja fertilidad en las yemas basales.

El estudio de la fertilidad real de las yemas según su rango arrojó los siguientes resultados:

Rango de yema	Nº de racimos /yema
1	0,91
2	1,21

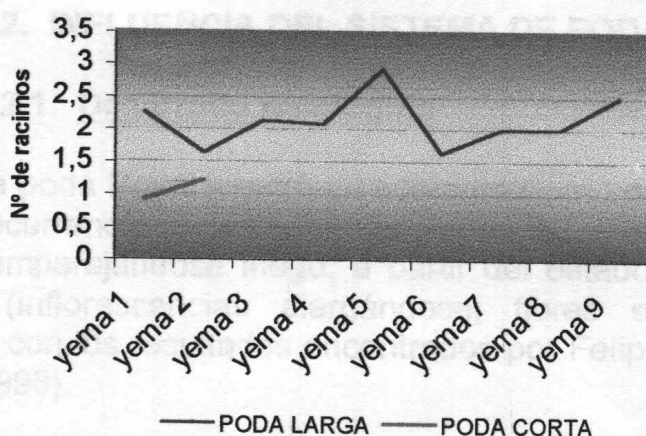
Cuadro 2: Número medio de racimos por rango de yema en la poda corta.

Rango de yema	Nº de racimos /yema
1	2,31
2	1,63
3	2,13
4	2,07
5	2,93
6	1,62
7	2,00
8	2,00
9	2,50

Cuadro 3: Número medio de racimos por rango de yema en la poda larga.

En base a estos datos de la distribución de la fertilidad promedio en relación a la posición de las yemas a lo largo del cargador y de los pitones, se efectuó el gráfico que describe este comportamiento diferencial de cada yema.

Gráfico N°2: Distribución de la fertilidad según rango de yemas



En esta representación gráfica se observa claramente que la fertilidad es más baja en los extremos basales y distales, y mayor en la parte media del cargador, con un valor máximo en la quinta yema del mismo.

Esto en general concuerda con lo dicho por Antcliff y Webster, (1955); Costacurta, (1970); Luini, (1976); Champagnol, (1984); Fregoni, (1985); Hidalgo, (1985); Raynier (1989); Huglin y Schneider, (1998); Sansavini et al., (1998).

Otro resultado a destacar es el que se desprende de la comparación de la fertilidad promedio de las yemas uno y dos del cargador con respecto a esas mismas yemas del pitón. Con respecto a esto lo que pudo observarse es que el número de racimos promedio disminuyó desde la yema uno hacia la yema dos dentro de la poda Guyot ($Y_1=2.31$; $Y_2=1.63$), mientras que en la poda Royat se dio el comportamiento contrario ($Y_1=0.91$; $Y_2=1.21$).

Esto no coincide con los resultados encontrados por Ferrer et al. (1992), para esta variedad durante cuatro años de ensayo, donde la fertilidad de la yema dos siempre fue mayor a la de la yema uno en ambos sistemas de poda.

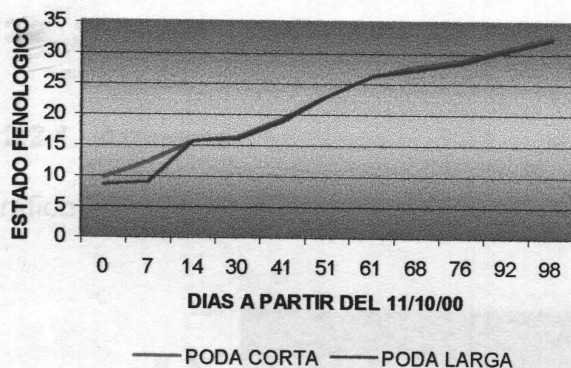
En este ensayo no puedo demostrarse una influencia del sistema de poda sobre el parámetro fertilidad de yema, ya que todas ellas fueron inducidas la temporada anterior bajo el mismo sistema de poda, siendo este el primer año que se realiza la poda Royat sobre estas plantas. Es por esto que las diferencias se justifican por la elección de las yemas dejadas en la poda y no por una influencia intrínseca del sistema

4.2. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE PODA

4.2.1. Desarrollo fenológico

La poda Royat mostró un adelantamiento de algunos días en el desborre y en la ocurrencia de las primeras etapas del desarrollo con respecto a la poda Guyot, emparejándose luego, a partir del estado 15 de la escala Eichhorn y Lorenz (inflorescencias alargándose; flores estrechamente juntas). Esto coincide con los resultados encontrados por Felippetti et. al (1991) y Sansavini et al., (1998).

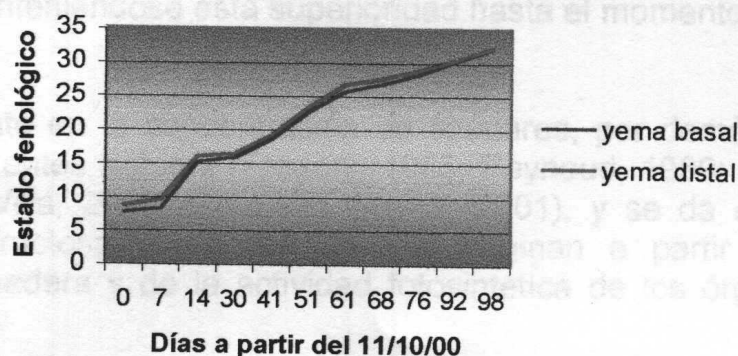
Gráfico N°3: Evolución del estado fenológico para ambos sistemas de poda



Dentro del sistema de poda larga pudo observarse un adelantamiento en todas las fases fenológicas de la yema distal con respecto a la yema basal. Este comportamiento diferencial se atenúa a medida que se acerca al envero, donde ambas yemas se igualan en su desarrollo.

En el siguiente gráfico se ve claramente lo antes dicho al exponerse en contraposición la evolución fenológica de ambas yemas a lo largo del ciclo.

Gráfico N°4: Evolución del estado fenológico de las yemas basal y distal

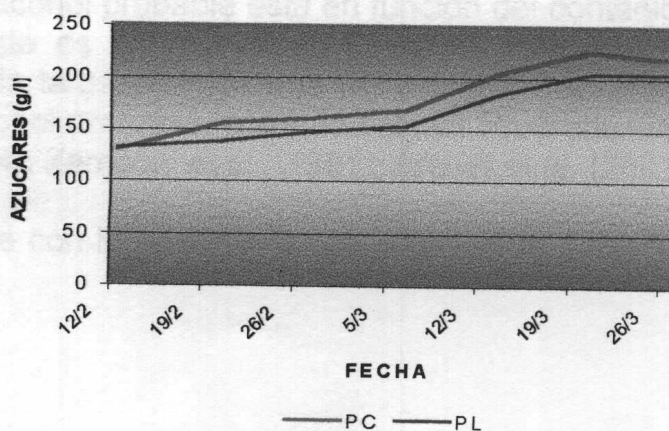


La posible explicación a esta evolución radica en el fenómeno de la acrotonia, que prioriza el desarrollo de las yemas distales frente a las basales según la definición dada por diferentes autores (Antcliff y Webster, 1955; May y Antcliff 1973; Branas, 1974; Champagnol, 1984; Ribereau-Gayon 1986).

4.2.2. Seguimiento de la maduración

4.2.2.1. Azúcares

Gráfico N°5: Evolución del contenido de azúcares



La concentración de azúcares fue en aumento para los racimos pertenecientes a ambos sistemas de poda. Para las dos muestras el punto de partida se dio en valores cercanos a los 125 gramos/litro aunque a partir de aquí, en posteriores muestreos, las bayas recogidas de plantas pertenecientes a la poda Royat presentaron niveles de azúcares más altos en comparación con la poda Guyot, manteniéndose esta superioridad hasta el momento determinado para la cosecha.

Este aumento en la concentración de azúcares, por demás normal, es reportado por diferentes autores (Fregoni, 1985; Peynaud, 1989; Champagnol, 2000; Rodríguez Villa, 2000; González Neves, 2001), y se da en base a la acumulación de fructosa y glucosa que se originan a partir del almidón reservado en la madera y de la actividad fotosintética de los órganos verdes activos.

Basandose en lo dicho por Champagnol, (1984) y teniendo en cuenta los resultados productivos obtenidos, se concluye que el mayor contenido de azúcares encontrado en los racimos de la poda corta, puede deberse a que los productos de la fotosíntesis y los de las reservas que se encuentran en los órganos destinados a su acumulación, se distribuyen entre un menor número de racimos.

4.2.2.2. Alcohol probable

El alcohol probable fue mayor en el tratamiento de poda corta durante todos los muestreos.

Esto coincide con Boubals (2000), quien afirma que el alcohol probable de los racimos de vides podadas con el sistema Guyot es menor que en el caso de la poda Royat.

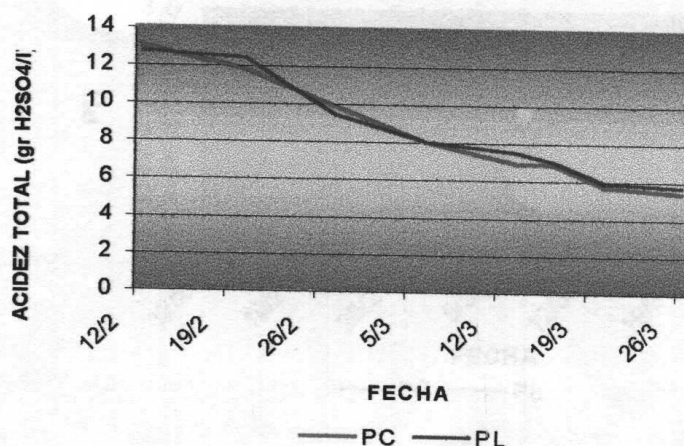
El nivel de alcohol probable está en función del contenido de azúcares de la uva, ya que este es su precursor. El mayor rendimiento obtenido en el tratamiento de poda larga provoca una disminución del contenido en azúcar y por lo tanto en alcohol probable, como lo indican Ribéreau-Gayon et al. (1980); Champagnol, (1984); Zamboni et al. (1991); Archer et al. (2001)

Esto coincide con lo observado por Ferrer et al. (1997) para esta misma variedad.

4.2.2.3. Acidez total

El contenido de ácidos de las bayas presentó una evolución normal, disminuyendo en su concentración durante la maduración. Este comportamiento puede observarse en igual forma para ambos tratamientos.

Gráfico N°6: Evolución de la acidez total



	12/2	20/2	27/2	6/3	13/3	16/3	20/3	26/3
PC	13,0	11,8	9,8	8,0	6,9	6,8	5,7	5,4
PL	12,7	12,4	9,4	8,0	7,5	7,0	5,9	5,7

Cuadro 4: evolución de la acidez total (gr H₂SO₄/l)

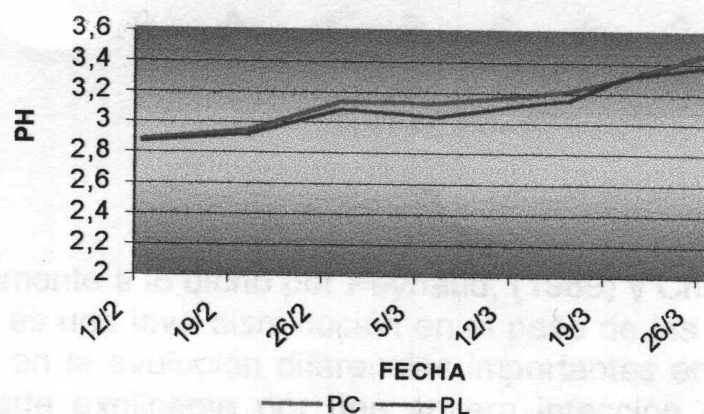
Según Fregoni,(1987); Peynaud,(1989); Andrades, (1990); Champagnol, (2000); González Neves, (2000), esto puede explicarse por el natural efecto de dilución debido al aporte de agua así como a la respiración celular, sobretudo del ácido málico.

Como puede verse en el cuadro 4, solamente en dos de los muestreos el contenido de ácidos totales de la poda corta fue mayor al de la poda larga. Esta tendencia podría explicarse por la mayor exposición observada en los racimos de la poda Royat, que determina una mayor insolación, y en consecuencia una mayor combustión del ácido málico principalmente.

4.2.2.4. pH

El pH evolucionó en forma ascendente desde un valor de 2,88 hasta 3,45 en el tratamiento de poda corta y desde 2,86 hasta 3,37 en el caso de la poda larga.

Gráfico N°7: Evolución del pH



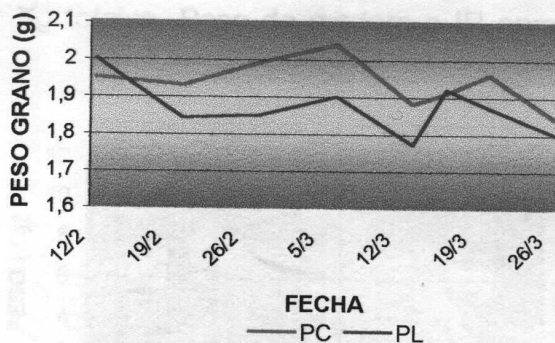
En general este comportamiento es normal en el proceso de la maduración y se explica por la disminución en la concentración de los ácidos orgánicos, que se manifiesta en cambios en el pH, en concordancia con lo expresado por Andrades, (1990).

Como puede observarse en el gráfico, el tratamiento de poda larga tuvo siempre valores inferiores a los de la poda corta, respaldando lo visto en el parámetro acidez total.

4.2.2.5. Peso del grano

El parámetro peso del grano tuvo una evolución errática a lo largo de la maduración sin mostrar una clara tendencia.

Gráfico N°8: Evolución del peso de grano



Contrariamente a lo dicho por Peynaud, (1989) y Champagnol, (2000), lo que se observa es una leve disminución en el peso de las bayas muestreadas, sin encontrarse en la evolución diferencias importantes entre los tratamientos. Este hecho puede explicarse por una severa infección de *Botrytis sp.*, que afectó al 51 % de los racimos muestreados en el caso del tratamiento de poda corta, y un 41 % en el caso de la poda larga, lo cual provoca una deshidratación de la baya y la consecuente pérdida de peso.

Las técnicas de muestreo utilizadas en el ensayo pueden haber tenido un efecto sobre el comportamiento de este parámetro.

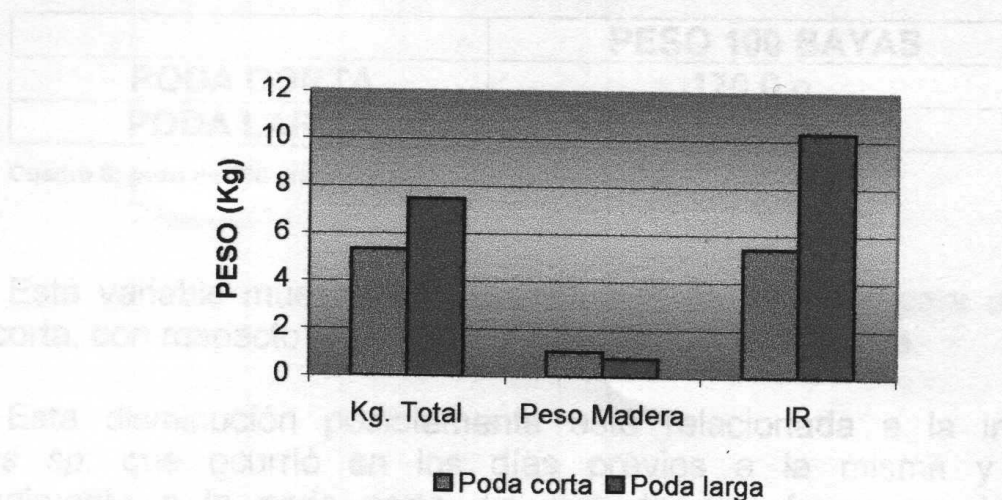
A pesar de no tener una tendencia definida, se observa que el peso de los granos es siempre mayor para la poda corta que para la poda larga. Esto se corresponde con la mayor acumulación de azúcares que se da en el primer sistema de poda, coincidentemente con lo expresado por Champagnol (1984) y Fregoni (1987).

4.2.3. Parámetros productivos

Para la evaluación del comportamiento productivo de esta variedad bajo ambos sistemas de poda, se tuvo en cuenta la producción total en quilos de uva y el peso de la poda por planta, y sobre la base de estos dos parámetros se realizó el índice de Ravaz.

A continuación se expone el gráfico en donde se aprecian los resultados obtenidos con respecto a estos tres aspectos para los dos sistemas de poda así como el cuadro con los valores que le diera origen

Gráfico N°9: Kg totales, Peso de madera e IR para ambos sistemas de poda



	PROD/PLANTA	PESO MADERA	INDICE RAVAZ
PODA CORTA	5,32	1,04	5,40
PODA LARGA	7,45	0,76	10,29

Cuadro 5: Producción por planta (kg), peso de madera de poda (kg) e Índice de Ravaz para los dos tratamientos

4.2.3.2. Peso de poda

4.2.3.1. Producción de uva por planta

Para la variable producción de uva por planta se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos ($P > F 0,0002$). Las plantas podadas por el sistema Guyot, tuvieron un 40% más de producción por planta que aquellas podadas bajo el sistema Royat.

Esta diferencia en la producción por plantas que se da entre los tratamientos podría explicarse a través de las diferencias en la fertilidad de las yemas y/o el peso individual de las bayas, que determinaría un mayor peso de los racimos.

Como ya se presentó, la fertilidad real de yemas de la poda larga es mayor. Esta diferencia en el número de racimos puede explicar las diferencias en la producción por planta.

El otro factor incidente, peso por grano, mostró con una probabilidad de error del 6%, que existen diferencias significativas a favor de la poda larga en el momento de la cosecha.

	PESO 100 BAYAS
PODA CORTA	170,0 g
PODA LARGA	181,2 g

Cuadro 6: peso de 100 granos al momento de la cosecha.

Esta variable muestra una disminución en su valor para el caso de la poda corta, con respecto al último registro previo a la cosecha.

Esta disminución posiblemente esté relacionada a la incidencia de *Botrytis sp.* que ocurrió en los días previos a la misma y que afectó principalmente a la poda corta, ya que de otra forma se debería haber mantenido un mayor peso de grano en este sistema.

Junto con esto, al momento de la cosecha también se analizaron las variables peso de la cáscara, peso de la pulpa, peso de las semillas y la relación cáscara/pulpa, sin mostrar ninguna de las variables, diferencias significativas entre los tratamientos (Anexos N°1).

4.2.3.2. Peso de poda

Se puede afirmar con una probabilidad de error del 0,01 % ($Pr > f 0.0001$) que la variable peso de poda presentó diferencias significativas entre los tratamientos, siendo mayor para el tratamiento de poda corta (Cuadro N° 5).

La explicación para este fenómeno radicaría en la distribución de los fotosintatos y la relación fuente-fosa, ya que como lo expresara Fregoni (1985), desde la aparición de los racimos en la planta se establece una competencia por los fotoasimilados entre estos y los ápices vegetativos. Luego de la floración se prioriza la distribución de los azúcares hacia los racimos debido a una mayor fuerza de atracción por parte de estos.

Las plantas podadas corto, al presentar un menor número de racimos determina una mayor relación fuente-fosa que la poda larga, destinando más asimilados al desarrollo de los ápices vegetativos lo cual resulta en un mayor crecimiento de los pámpanos y una mayor acumulación de reservas.

4.2.3.3. Índice Ravaz

Se puede afirmar con una probabilidad de error del 0,01 % ($P > f 0,0001$) que la variable Índice Ravaz presenta diferencias entre los tratamientos, siendo mayor para el tratamiento de poda larga (Cuadro N°5).

Este resultado es consecuencia de la diferencia en las variables producción por planta y peso de poda entre los dos tratamientos.

La mayor producción por planta encontrada en la poda larga determinaría una reducción en el desarrollo vegetativo y por lo tanto un menor peso de poda, según lo dicho por Branas (1974); Champagnol (1984) y Fregoni (1985).

El índice Ravaz es un parámetro a tener en cuenta para la verificación del equilibrio de la relación follaje/producción.

La dependencia que Champagnol (1984), describiera para este índice con respecto a la variedad y al ambiente, lleva a la conclusión de que este parámetro solo es comparable dentro de un mismo cepaje y en iguales condiciones de desarrollo.

A pesar de esto, la observación puntual de este único año de ensayo, es suficiente para determinar que las plantas correspondientes al tratamiento de poda corta se encuentran más equilibradas en la relación peso de poda/producción de uva con respecto a la poda larga.

Por otra parte, el número de pámpanos promedio por planta, no registró diferencias entre los tratamientos. Por lo tanto, las diferencias en el peso de poda demuestran el mayor desarrollo vegetativo que tuvieron los pámpanos del tratamiento de poda corta frente a la poda larga.

4.2.4. Parámetros enológicos

4.2.4.1. Alcohol

El contenido de alcohol fue mayor en el vino proveniente del tratamiento de poda corta con una probabilidad de error del 0,01% ($p > f 0,0001$), lo cual coincide con lo dicho por Boubals (2000).

	Alcohol (%vol)
Poda corta	10,61
Poda larga	9,92

Cuadro 7: Graduación alcohólica para poda Guyot y poda Royat

El grado de alcohol que obtiene en el vino depende de las condiciones particulares de cada año, del cultivo y de su exposición. Como estas condiciones se mantuvieron idénticas en ambos tratamientos, lo que explica este resultado es el menor rendimiento obtenido con el sistema de poda corta, ya que el grado de alcohol aumenta al disminuir los rendimientos, según lo describen diversos autores (Ribèreau-Gayon et al. ,1980 Champagnol, 1984; Peynaud, 1989; González Neves y Ferrer, 2001).

Estos resultados eran esperables, ya que el contenido de alcohol deriva del tenor de azúcar de la uva vinificada (Fregoni, 1987), el cual fue también mayor en la uva correspondiente a la poda corta.

4.2.4.2. Acidez total

La acidez total presenta diferencias significativas entre los dos tratamientos ($P > F$ 0,068).

	Acidez total (gH₂SO₄/l)
Poda corta	3,67
Poda larga	3,25

Cuadro 8: contenido de acidez total en los vinos de ambos tratamientos (gH₂SO₄/l)

Los procesos de transformación que ocurren durante la vinificación, determinan que la acidez del vino sea diferente a la de la uva, a tal punto de haber revertido la situación observada durante la maduración de la misma para este parámetro.

Si bien las técnicas de vinificación utilizadas fueron iguales para ambos tratamientos, no puede afirmarse que las diferencias observadas en ellos se expliquen únicamente por la influencia de los sistemas de poda, ya que durante la vinificación ocurren procesos que influyen en mayor medida y que se dan independientemente de que se empleen las mismas técnicas.

El parámetro acidez fija presentó diferencias significativas entre los dos tratamientos ($p > 0,0746$). Para la poda corta fue de 3,195 g H₂SO₄/l y para la poda larga de 3,062 g H₂SO₄/l. Para la acidez volátil no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos.

4.2.4.3. PH

Para este análisis tampoco se encontraron diferencias significativas, y los valores obtenidos fueron 3,91 para la poda corta y 3,87 para la poda larga.

Un aspecto a considerar son los altos valores de ambos vinos con respecto al promedio encontrado para vinos tintos comunes, el cual se ubica en 3,5 (González et al. 1994).

4.2.4.4. Contenido en azúcares

Con una probabilidad de error del 0,15 % ($Pr > F 0,0015$), puede afirmarse que el contenido de azúcares en el vino, fue mayor para el tratamiento de poda corta.

	Azúcares g/l
Poda corta	1,815
Poda larga	1,612

Cuadro 9: Contenido de azúcares en el vino para poda Guyot y poda Royat

Los valores registrados sitúan a ambos vinos dentro del rango de vinos secos.

4.2.5. Composición fenólica

	Poda corta	Poda larga	Pr>F
P.T.	1586,44	1366,36	0,0001
ANTOCIANOS	619,49	495,91	0,0001
FLAVANOS	1253,74	1084,25	0,0003
I.C.	13,01	8,30	0,0001
PROANTOCIANIDINAS	2,52	1,93	0,0001
TONALIDAD	0,71	0,72	0,3074

Cuadro 10: Composición media de los vinos según sistema de poda

El tratamiento de poda corta tuvo un mayor contenido en polifenoles totales, antocianos, flavanos, proantocianos e intensidad colorante en sus vinos con respecto al tratamiento de poda larga. La excepción se dio en el parámetro tonalidad, donde no se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas.

Estos resultados están en concordancia con los encontrados por Antonacci et al. (1993) y González Neves et al. (2001), para la variedad Tannat, y coincide con lo dicho por Champagnol (1984).

La baja producción obtenida con la poda corta de este ensayo, explica los resultados vistos con respecto a estos parámetros.

4.2.6. Intensidad colorante

El mayor contenido en polifenoles totales que se obtuvo en el sistema de poda corta en comparación con la poda larga, puede explicar la mayor intensidad colorante observada (figura N° 9), ya que esta depende en gran medida de los contenidos fenólicos del vino, lo cual coincide con lo expresado por diferentes autores (Glories, 1984; Di Stéfano y Cravero, 1989; Liao et al., 1992; citados por González y Gatto, 2001).

El valor de la intensidad colorante corresponde a la suma de las absorbancias de los colores azul, rojo y amarillo.

La proporción de dichos colores fue analizada en forma individual en los vinos pertenecientes a ambos sistemas de poda, obteniéndose los siguientes resultados.

	Poda corta	Poda larga
Amarillo	36,07	36,55
Azul	13,35	12,87
Rojo	50,58	50,58

Cuadro 11: Color de los vinos para ambas podas (%)

El componente azul del vino fue el único que presentó diferencias significativas, siendo mayor para el tratamiento de poda corta con una probabilidad de error del 0,02%.

La mayor presencia del componente azul puede explicarse por el mayor contenido de flavanos encontrados en el vino correspondiente a la poda corta, que podría determinar un mayor nivel de pigmentos formados por asociaciones entre estos y los antocianos de acuerdo a lo expresado por (Glories, 1984a).

El pH no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto no puede explicarse por medio de este el mayor porcentaje de azul en el vino correspondiente a la poda corta.

5. CONCLUSIONES

Los dos sistemas de poda evaluados tuvieron un efecto diferente sobre los principales parámetros vegeto-reproductivos y enológicos.

Se comprobó la menor fertilidad de las yemas basales al observarse una menor producción de racimos por planta en el sistema de poda corta.

Dada la diferencia en el porcentaje de desborre encontrada entre los dos sistemas de poda, puede concluirse que la fertilidad potencial es un mejor estimador para determinar la carga de yemas en el sistema de poda Guyot.

El sistema de poda influyó sobre la producción de madera y por lo tanto sobre el equilibrio entre el desarrollo vegetativo y la producción de uva. Para este primer año de evaluación, las plantas podadas bajo el sistema Royat, mostraron un mayor equilibrio determinado por el índice Ravaz.

Los tratamientos presentaron diferencias en los parámetros principales del proceso de madurez del grano. La poda corta mostró, al momento de la cosecha, superioridad en el contenido de azúcar y alcohol probable. La acidez total de la uva presentó mayores valores para el caso de la poda larga. Por lo tanto, puede concluirse que el sistema de poda a pitones tuvo una mayor calidad de uva para las condiciones de este ensayo.

Los componentes de la calidad del vino se relacionaron con el rendimiento y calidad de la uva. Los vinos correspondientes a la poda Royat tuvieron contenidos significativamente mayores en los parámetros alcohol, polifenoles totales, antocianos, flavanos y proantocianidinas, y una mayor intensidad colorante.

A la luz de estos resultados puede concluirse que la poda corta muestra un mayor potencial enológico en el cv *Tannat*. Esta diferencia cualitativa se debe principalmente al descenso en el rendimiento obtenido con este sistema como consecuencia de la menor fertilidad de yemas, por lo tanto no existiría una influencia intrínseca del sistema de poda.

Debido a la gran influencia del clima sobre la inducción floral y por lo tanto sobre la fertilidad de las yemas, el ensayo debería continuarse en años posteriores y confirmar estas conclusiones en cosechas sucesivas.

6. RESUMEN

En la temporada 2000/2001 se realizó un ensayo para la evaluación del efecto de dos sistemas de poda, Guyot y Royat, sobre los parámetros vegetativos, productivos y enológicos del cv. *Tannat*.

El ensayo se llevó a cabo en el departamento de Canelones en la zona de Cuatro Piedras sobre un viñedo comercial de doce años de edad injertado sobre SO4 y conducido en el sistema de Lira abierta. El marco de plantación era de 3.20 m entre filas por 0.9 m entre plantas, conformando una densidad de 3472 plantas por hectárea.

La evaluación se llevó a cabo considerando 30 plantas por tratamiento con igual promedio de yemas por planta.

A partir del desborre se realizó el seguimiento fenológico mediante la escala de Eichhorn & Lorenz hasta el comienzo del envero donde se registró la evolución de la maduración.

La cosecha se realizó en la madurez tecnológica, registrándose la producción de uva y posteriormente el peso de madera de cada planta. Sobre diez plantas de cada tratamiento se registró el número y peso de los racimos por yema.

La vinificación se realizó por duplicado para ambos tratamientos con 50 kg de uva en cada una. El análisis se realizó a los dos meses de finalizada la fermentación alcohólica evaluándose los componentes enológicos clásicos, la composición fenólica y el color.

Las variables estudiadas fueron sometidas a análisis de varianza y comparación de medias.

Se observó una disminución del 40 % de la producción en el caso de la poda corta. Esta reducción en el rendimiento se debe a la menor fertilidad de yemas que se seleccionan en este sistema y que ya ha sido reportada para esta variedad.

Los vinos correspondientes a la poda a pitones tuvieron una mejor evaluación cualitativa dada por la obtención de mejores niveles de alcohol, polifenoles totales, antocianos, flavanos, proantocianidinas e intensidad

colorante. Por lo tanto, este sistema de poda tiene un mejor potencial enológico en el cv. *Tannat*.

Debido a la gran influencia de las variables climáticas sobre la inducción floral en la vid, se deberían continuar las evaluaciones en cosechas posteriores y profundizar en los efectos de ambos sistemas de poda.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ RAMOS, J. 2000. La poda de la viña. Departamento de experimentación. C.R.D.O. "Ribera del Duero".
- AMRANI JOUTEI, K.; GLORIES, Y. 1994. Etude en conditions moleles de l'extractibilité des composes phenoliques des pellicules et des pepins de raisins rouges. Journal international des sciences de la vigne et du vin. N°4 303-317.
- ANDRADES, S. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura/Enología profesional N°9. Julio-Septiembre p21-39.
- ANTCLIFF, A.; WEBSTER, W. 1955. Studies on the sultana vine. II- The course of bud burst. C.S.I.R.O. Autralian Journal of Agricultural Research. Vol 6 N° 5. 713-24.
- ANTCLIFF, A.; WEBSTER, W. 1965. Studies on the sultana vine. I- Fruit buds distribution and bud burst with reference to forecasting potential crop. C.S.I.R.O. Autralian Journal of Agricultural Research. Vol 6 . 565- 588.
- ANTCLIFF, A.; WEBSTER, W.; MAY P. 1956. Studies on the sultana vine. IV- A pruning experiment with number of buds per vine varied, number of buds per cane constant.C.S.I.R.O. Autralian Journal of Agricultural Research. Vol 7 N° 5. 401-413.
- ANTCLIFF, A.; WEBSTER, W.;MAY P. 1958. Studies on the sultana vine. VI- The morphology of the cane and its fruitfulness. C.S.I.R.O. Autralian Journal of Agricultural Research. Vol 9 N° 3. 328-338.
- ANTONACCI, D.; LA NOTTE, E. 1993. Influenza esercitata dall'aumento della produzione viticola sulla composizione antocianica del vino e considerazioni tecnologiche. Riv. Vitic. Enol. N°3. p 13-21.
- ARCHER, E.; HUNTER, J., VAN SCHALKWYK, D. 2001. Grapevine compensating reactions as induced by alternative pruning methods. University of Stellenbosch. Artículo VIII. Congreso latinoamericano de viticultura y enología. Montevideo. Uruguay.
- BARREIRO MEDINA, L.; GONZÁLEZ NEVES, G.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. 2001. Estudio de la composición antocianica de vinos tintos de Uruguay.

Instituto Nacional de Vitivinicultura (I.N.A.VI.). Instituto de Fermentaciones Industriales. Artículo VIII. Congreso latinoamericano de viticultura y enología. Montevideo. Uruguay.

BAUTISTA, D.; VALOR, O. 1997. Brotación y fertilidad de yemas en tres cultivares de vid para vino. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Agronomía Trop. Vol. 47 (3). 347-358.

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

BOUBALS, D. 2000. Sur la taille Gouyt. Le progrès agricole et viticole. N°6. p 125-126.

BUTTROSE, M. 1970. fruitfulness in grape-vines: The reponse of different cultivars to light, temperature and daylength. C.S.I.R.O. Vitis. Vol. 9. 121-125.

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

CABANIS, J.C. 2000. Acidos orgánicos, sustancias minerales, vitaminas y lípidos. IN Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Flanzky, C. Francia. AMV Ediciones. p 43-65.

CARBONNEAU, A. 2000. Vendimia y calidad de la uva. IN Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Flanzky, C. Francia. AMV Ediciones. p 406-417

COSTACURTA A.; LAVEZZI A., 1970/71. Recherche su alcune caratteristiche di fruttificazione di 64 varietà di *Vitis vinifera* (L). *Annali ISPERVIT*, Conegliano. Vol. 28. N°10

CHAMPAGNOL, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Montpellier, Publ. F. Champagnol. p 351.

CHAMPAGNOL, F. 2000. Vendimia y calidad de la uva. IN Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Flanzky, C. Francia. AMV Ediciones. 406-417.

CHEYNIER, V.; FULCRAND, H.; SARNI, P.; MOUTOUNET, M. 1997. Application des techniques analytiques à l'étude des composés phenoliques et de leurs réactions au cours de la vification. *Analisis magazine*. v 25, N°3.

- CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M.; SARNI, P. 2000. Los compuestos fenólicos. IN Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Flanzky, C. Francia. AMV Ediciones. p 114-136.
- CHEYNIER, V. 2001. Grape polyphenols and their reactions in wine. INRA. Montpellier. France. Poliphénols Actualités. N°21. 3-10.
- DE ROSA, T. 1988. Tecnología del vino tinto. Madrid. Mundi-Prensa. 247p.
- FERRARO OLMOS, R. 1983. Viticultura moderna. Tomo I y II. Montevideo. Hemisferio Sur SRL. p 893.
- FERRARO OLMOS, R. 1998. El viñedo uruguayo, sus variedades. Montevideo. Impal. 106p.
- FERRER, M.; GARCIA, L. 1992. Studio sulla fertilità delle gemme di vite (*Vitis vinifera* L.) per la determinazione del sistema di potatura. In Atti 4° Simp. Int. fisiol vite. Fondazione Giovanni Dalmasso. Torino. p 129-131.
- FERER, M.; GONZÁLES NEVES, G.; BURGEÑO, J.; GABARD, Z.; CAMUSSI, G. 1997. Influencia de distintas intensidades de poda invernal y raleo de los racimos *Vitis vinifera* L cv Tannat. In Actas XXII Congrès de la vigne et du Vin. Buenos Aires.
- FERER, M.; GONZÁLES NEVES, G. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. Viticultura/Enología Profesional. N° 66. p 30-43.
- FILIPPETTI, I.; INTRIERI, C.; SILVESTONI, O.; PONI, S. 1991. Effetti della potatura corta e lunga sulla sincronizzazione fenologica e sul comportamento vegetativo e produttivo della cv. Sangiovese (V. Vinifera L.). Vignevini. N°12. 41-46
- FREGONI, M.; BOSELLI, M.; MIRAVALLE, R. 1982. Potatura della vite. Nuovi e vecchi sistemi de allevamento. Primera Edición. Roma, Reda. 147 p.
- FREGONI, M. 1985. Viticultura generale. Segunda Edición. Reda. Roma. p 728.
- GALET, P. 1998. Precis d'Ampelographie Practique. JF Impression, France. p 193-194.

- GIL SALAYA, G. 2000. El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Tercera edición. Ediciones Univ. Cat. de Chile. 341 p
- GLORIES, Y. 1984. La couleur des vines rouges. Connaissance vigne vin. N°4. p 253-271.
- GLORIES, Y. 1984. La couleur des vines rouges. Connaissance vigne vin. N°3 195-217.
- GLORIES, Y. 1999. La maturità fenolica delle uve: primo parametro da controllare per una coretta vinificazione in rosso. Vignievine N°3.
- GONZÁLEZ-NEVES, G. 2001. Anthocyanic composition of Tannat, Cabernet Sauvignon and Merlot young red wines from Uruguay. Journal of wines research, v12, N°2 125-133.
- GONZÁLEZ-NEVES, G. 2001. Índices de calidad de las uvas. Maduración y maduréz fenólica. Artículo VIII. Congreso latinoamericano de viticultura y enología. Nov. Montevideo. Uruguay.
- GONZÁLEZ-NEVES, G; FERRER, M. 2001. Estudio plurianual del efecto de aplicaciones de Etefón en cuajado y envero sobre la composición antocianica de vinos tintos de *V. vinífera* L cv. Tannat. Jornada de difusión de resultados de investigación en fruticultura y vitivinicultura. C.R.S. Facultad de Agronomía. UDELAR. Diciembre 2001.
- HIDALGO, L. 1984. La poda de la vid. Mundi-Prensa. Madrid.
- HUGLIN, P.; SCHNEIDER, CH. 1998. Biologie et écologie de la vigne. 2ª edición.
- IACONO, F.; MISCALCHIN, E.; MICHELOTTI, F. 1995. Stima del rapporto vegeto-produttivo nel vigneto. Vignenini N°6. p 49-52.
- LAVEZZI, A. 1968. Indagine sperimentale sulla fertilità delle gemme 26 varietà de vitis vinifera. Rivista di viticoltura e di enologia di Conegliano. N°6.
- LUINI, C. 1976. Influenza della variazione della fertilità reale sulle carastteristiche della produzione nell'allevamento a capo lungo disposto su tetto orizzontale (tendone) nell'ambiente meridionale ed in regime asciutto. Analli. Vol. 33. N°28.
- MARENGHI, M. 2000. Il colore nei vini rossi. Vignevini N°10.

- MAY, P.; CELLIER, K. 1973. The fruitfulness of grape buds. II- The variability in bud fruitfulness in ten cultivars over four seasons. C.S.I.R.O. Ann. Amélior. Plantes, 23(1). 13-26
- MAY, P. 1964. Reducing inflorescence formation by shading individual Sultana buds. C.S.I.R.O. Australian J. Biol. Sci. Vol 18. 463-73.
- MAY, P.; ANTCLIFF, A. 1963. The effect of shading on fruitfulness and yield in the sultana. C.S.I.R.O. The Journal of Horticultural Science. Vol. 38. Nº 2. 85-94.
- MESCALCHIN, E.; MICHELOTTI, F.; IACONO, F. 1995. Stima del rapporto vegeto-produttivo nel vigneto. Vignevini. Nº6. 49-52
- PARODI, G.; GLORIES, Y. 1999. Aspetti tecnico/scientifici della vinificazione in rosso. Vignievivine. Nº3.
- PEYNAUD, E. 1989. Enología práctica. Tercera edición. Madrid, Mundi-Prensa. 406 p.
- RAZUNGLES, A. 2000. Vinificación en tinto. IN Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Flanzky, C. Francia. AMV Ediciones. p 462-465.
- REYNIER, A. 1989. Manual de viticultura. Madrid, Mundi-Prensa. 4ª Edición.
- RIBERAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBERAU-GAYON, P. 1975. Sciences et techniques du vin. Tomo 2. Dunod. Paris. 556p.
- RIBERAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBERAU-GAYON, P. 1976. Traité d'œnologie. Sciences et Techniques du Vin. Tomo 3. Dunod. Paris.
- RIBERAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBERAU-GAYON, P. 1980. Ciencias y técnicas del vino. Tomo 1: Análisis y control de los vinos. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 617p.
- RIBERAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E. 1986. Ciencias y técnicas de la viña. Tomo II. Editorial Hemisferio sur. p 556.
- RIVES, M. 1999. Vigour, pruning, cropping in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). II Experiments on vigour, pruning and cropping. Agronomie 20 (2000) 205-213

RODRIGUEZ VILLA, J. 2000. Buenos vinos: Comencemos por la uva madura. Viticultura/Enología Profesional. Nº 65. 7-11.

SANSAVINI, S.; FANIGLIULO, G. 1998. Fertilità delle gemme e influenza della potatura sulla fruttificazione delle uve apirene "Centennial seedless" e "Sugraone". Dipartimento Colture Arboree-Università di Bologna. Rivista di frutticoltura. Vol. LX. Nº2. p 55-60

SPINOLA, L. Conducción y poda en vid. INIA. Montevideo.

URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA. DEPARTAMENTO DE REGISTRO DE VIÑEDOS. 2001. Declaración Jurada de Cosecha Efectiva. Datos a nivel nacional. Las Piedras. p 28

URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA. DEPARTAMENTO DE REGISTRO DE VIÑEDOS. 2001. Declaración Jurada de Cosecha Efectiva. Datos a nivel. Departamental. Las Piedras. p 35

URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA. 1998. Censo vitícola del Uruguay. Las Piedras.

YUSTE, J. 2000. Sistema "Yuste". Un nuevo sistema de poda mixta en cordón para variedades de fertilidad y producción limitadas. Viticultura enología profesional. Nº70 oct-dic.

ZAMBONI, M; FREGONI, M. 1991. La viticultura y la acidez del mosto. Viticultura/Enología Profesional. Nº 14. 29-37.

ZAMBONI, M; IACONO, F; FRASCHINI, P; PARENTI, A. 1991. Influenza della carica di gemme e della lunghezza di potatura sulla produttività e sull'agostamento del vitigno Croatina. VIGNEVINI. Nº 12. p 51-55.

8. ANEXOS

ANEXO 1: peso de 100 bayas, peso de cáscara, semillas y pulpa correspondientes a esas 100 bayas y la relación cáscara pulpa.

	PESO BAYA (g)	PESO SEMILLA (g)	PESO CASCARA (g)	PESO PULPA (g)	CASCARA/PULPA
PODA CORTA	170,00	20,51	11,14	138,35	0,15
PODA LARGA	181,20	24,09	10,29	146,82	0,17
Pr>f	0,0642	0,1977	0,2241	0,1129	0,4298

ANEXO N°2: Evolución de los grados Brix de las bayas durante la maduración

