

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA LA
DESCOMPACTACIÓN DEL RACIMO, COMO FORMA DE CONTROL DE
PODREDUMBRES DE RACIMO DE LA VARIEDAD TANNAT

por

Bruno IZQUIERDO PACHECO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Dr. Gerardo Echeverría

Ing. Agr. PhD. Gustavo González Neves

MSc. Raquel Alonso Ariztia

Fecha: 14 de octubre de 2019

Autor: -----
Bruno Izquierdo Pacheco

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero agradecer al Ing. Agr. Dr. Gerardo Echeverría por su constante apoyo y su incondicional compañía durante todo este proceso, convirtiéndose en un referente no solo en la materia, sino que para mi vida en general.

También quería agradecer especialmente al Ing. Agr. Leandro Arrillaga, por haber formado parte del proceso y brindarme mucha ayuda en todo momento. También al todo el grupo humano que forma parte de la cátedra de Viticultura de la Facultad de Agronomía.

Al Establecimiento Juanicó y sus trabajadores por la ayuda y la oportunidad de realizar el trabajo de campo en sus viñedos.

Por otro lado, agradecer a mi familia los cuales representan el mayor sostén para mi vida, sin su apoyo este trabajo no hubiera sido lo mismo ya que en los momentos buenos y malos estuvieron para siempre a mi lado.

Por último, a todos mis amigos que siempre formaron parte del proceso, aquellos que conocí fuera de facultad y todos los que me llevo luego de estos años en la institución.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. <u>DESCRIPCIÓN VARIETAL</u>	2
2.1.1. <u>Historia del cultivar Tannat</u>	2
2.1.2. <u>Descripción botánica</u>	3
2.1.3. <u>Ciclo vegetativo</u>	3
2.2. <u>DESARROLLO DE LA BAYA</u>	5
2.2.1. <u>Hormonas responsables de la regulación del crecimiento vegetal</u>	6
2.2.1.1. Auxinas.....	7
2.2.1.2. Citoquininas.....	7
2.2.2.3. Giberelinas.....	8
2.2.2. <u>Inhibidores y retardadores del crecimiento</u>	9
2.2.2.1. Etileno.....	9
2.2.2.2. Ethephon y sus aplicaciones.....	10
2.2.2.3. ABA.....	11
2.2.2.4. Prohexadione cálcico.....	13
2.3. <u>COMPOSICIÓN DE LA BAYA DURANTE MADURACIÓN</u>	15
2.3.1. <u>Aumento de tamaño y acumulación de sólidos solubles</u>	15
2.3.2. <u>Acidez total</u>	16
2.3.3. <u>pH</u>	17
2.3.4. <u>Compuestos fenólicos</u>	17
2.4. <u>CALIDAD DE LA UVA</u>	18
2.4.1. <u>Factores ambientales</u>	18
2.4.2. <u>Efecto de la disponibilidad hídrica</u>	19
2.4.3. <u>Efecto de la temperatura y luminosidad</u>	20
2.4.4. <u>Sanidad</u>	22
2.4.4.1. Condiciones predisponentes.....	23
2.4.4.2. Podredumbre gris.....	24
2.4.4.3. Podredumbre ácida.....	26
2.4.5. <u>Prácticas agronómicas como forma de control de <i>Botrytis cinerea</i></u>	26
2.4.5.1. Deshojado.....	27
2.4.5.2. Deshojado precoz.....	28
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
3.1. <u>CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO</u>	30
3.1.1. <u>Descripción</u>	30

3.1.2. <u>Manejo sanitario</u>	30
3.2. <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	30
3.2.1. <u>Tratamientos</u>	31
3.2.2. <u>Seguimiento de fenología</u>	32
3.2.3. <u>Determinación de tratamientos químicos</u>	33
3.3. <u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA</u>	34
3.3.1. <u>VARIABLES A NIVEL DE MESO-ESCALA</u>	34
3.3.2. <u>Microclima de la canopia</u>	34
3.3.2.1. <u>Temperatura y humedad</u>	34
3.3.2.2. <u>Intensidad de luz</u>	35
3.3.3. <u>Índices bio-climáticos</u>	35
3.3.3.1. <u>Índice de sequía (IS)</u>	35
3.3.3.2. <u>Índice heliotérmico (IH)</u>	35
3.3.3.3. <u>Índice de frescor de noches (IF)</u>	36
3.4. <u>EVALUACIONES DE INDICADORES FISIOLÓGICOS</u>	36
3.4.1. <u>Parámetros de crecimiento vegetativo</u>	36
3.4.1.1. <u>Point quadrat</u>	36
3.4.1.2. <u>Superficie foliar expuesta potencial (SFEp)</u>	36
3.4.1.3. <u>Partición de materia seca</u>	36
3.4.1.4. <u>Peso de poda</u>	36
3.4.2. <u>Estimación del rendimiento</u>	37
3.4.2.1. <u>Número y peso de racimos</u>	37
3.4.2.2. <u>Compacidad de racimo</u>	37
3.4.3. <u>Parámetros de composición</u>	37
3.4.3.1. <u>Evolución de la maduración de la uva</u>	37
3.4.3.2. <u>Análisis de polifenoles</u>	38
3.5. <u>ÍNDICES DE RESPUESTA</u>	38
3.5.1. <u>Fertilidad de yemas</u>	38
3.5.2. <u>Índice de Ravaz</u>	38
3.5.3. <u>Potencial hídrico de base</u>	38
3.5.4. <u>Superficie foliar y rendimiento</u>	39
3.6. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	39
4. <u>RESULTADOS</u>	40
4.1. <u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO</u>	40
4.1.1. <u>Principales índices bioclimáticos</u>	40
4.1.1.1. <u>Índice heliotérmico (IH)</u>	40
4.1.1.2. <u>Índice de sequía (IS)</u>	40
4.1.1.3. <u>Índice de frescor nocturno (IF)</u>	41
4.1.2. <u>Precipitaciones, humedad relativa y evolución de temperatura media</u>	41
4.2. <u>PARÁMETROS VEGETATIVOS</u>	43
4.2.1. <u>Superficie foliar expuesta potencial (SFEp)</u>	43
4.2.2. <u>Peso de poda</u>	44

4.2.3.	<u>Partición de materia seca</u>	45
4.2.4.	<u>Número de capas de hojas</u>	45
4.3.	<u>EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS</u>	46
4.3.1.	<u>Compacidad</u>	46
4.3.1.1.	Dimensiones del racimo.....	46
4.3.1.2.	Variables asociadas a la compacidad del racimo.....	47
4.3.1.3.	Evaluación visual.....	49
4.3.2.	<u>Parámetros asociados a la maduración: metabolismo primario</u>	49
4.3.2.1.	Sólidos solubles.....	50
4.3.2.2.	Acidez total.....	51
4.3.2.3.	pH.....	51
4.3.3.	<u>Parámetros asociados a la maduración: metabolismo secundario</u>	52
4.3.4.	<u>Componentes físicos de la baya</u>	54
4.4.	<u>PARÁMETROS ASOCIADOS AL RENDIMIENTO</u>	54
4.4.1.	<u>Rendimiento por planta</u>	54
4.4.2.	<u>Número y peso promedio de racimos</u>	55
4.5.	<u>EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA SANIDAD</u>	57
4.5.1.	<u>Cantidad de horas con condiciones óptimas de temperatura y humedad para el desarrollo de <i>Brotritys cinerea</i></u>	57
4.5.2.	<u>Radiación solar transmitida</u>	57
4.5.3.	<u>Incidencia de podredumbres</u>	58
4.6.	<u>ÍNDICE DE RESPUESTA</u>	59
4.6.1.	<u>Evolución del potencial hídrico foliar de base</u>	59
4.6.2.	<u>Índice de Ravaz (IR)</u>	60
4.6.3.	<u>Fertilidad de yemas</u>	61
5.	<u>DISCUSIÓN</u>	62
5.1.	<u>CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO</u>	62
5.2.	<u>PARÁMETROS VEGETATIVOS</u>	62
5.3.	<u>PARÁMETROS FISIOLÓGICOS</u>	63
5.3.1.	<u>Evolución de la maduración</u>	63
5.3.2.	<u>Compacidad</u>	64
5.4.	<u>PARÁMETROS ASOCIADOS AL RENDIMIENTO</u>	64
5.5.	<u>EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA SANIDAD</u>	65
5.6.	<u>ÍNDICES DE RESPUESTA</u>	66
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	68
7.	<u>RESUMEN</u>	70
8.	<u>SUMMARY</u>	71
9.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	72

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tratamientos.....	32
2. Aplicación de los tratamientos.....	34
3. Índice de sequía.....	40
4. Peso de poda (g).....	44
5. Peso de racimo (g).....	47
6. Índice de compacidad.....	49
7. Potencial de antocianos (ApH 1,0).....	53
8. Potencial de antocianos extraíbles (ApH 3,2).....	53
9. Componentes de la baya.....	54
10. Número promedio de racimos.....	55
11. Número promedio de racimos.....	56
Figura No.	
1. Esquema de las etapas de desarrollo y maduración de la baya...	5
2. Modo de acción de prohexadione cálcico.....	14
3. Diseño del ensayo detallando bloques y repeticiones.....	31
4. Evolución de la humedad relativa (%) durante ciclo del cultivo...	42
5. Precipitaciones acumuladas (mm) durante ciclo del cultivo.....	42
6. Evolución de la temperatura promedio (°C) durante el ciclo de cultivo.....	43
7. Superficie foliar expuesta (m ² /ha) de cada tratamiento.....	44
8. Partición de materia seca (%) de cada órgano de la planta.....	45
9. Número de capas de hojas en la canopia.....	46
10. Dimensiones del racimo (cm).....	46
11. Número de bayas promedio por racimo.....	47
12. Peso promedio de baya (g).....	48
13. Número de bayas por centímetro de raquis.....	49
14. Evolución de acumulación de sólidos solubles. “Grupo raleadores”.....	50
15. Evolución de acumulación de sólidos solubles. “Grupo madurador”.....	50
16. Evolución de acidez total (gH ₂ SO ₄ /lt). “Grupo raleadores”.....	51
17. Evolución de acidez total (gH ₂ SO ₄ /lt). “Grupo madurador”.....	51
18. Evolución del pH. “Grupo raleadores”.....	52
19. Evolución del pH. Grupo madurador.....	52
20. Índice de polifenoles totales (IPT).....	53
21. Rendimiento (g/planta).....	55
22. Peso promedio de racimo (g).....	56

23. Número de horas con condiciones favorables para el ataque de <i>Botrytis cinerea</i>	57
24. Radiación solar transmitida (nm).....	58
25. Peso enfermo (g).....	59
26. Evolución del potencial hídrico durante el ciclo del cultivo.....	60
27. Índice de Ravaz.....	60
28. Número de inflorescencias por tratamiento.....	61

1. INTRODUCCIÓN

La variedad Tannat ha sido adoptada por la industria vitivinícola uruguaya para la producción de vinos que la identifiquen a nivel mundial. Variedad introducida a final del siglo XIX, que ha tomado gran relevancia en el sector ocupando cerca del 20% del total de área de viñedos (INAVI, 2016).

El desafío actual está enfocado en desarrollar conocimientos necesarios para lograr competir en el mercado de grandes vinos tintos, además de la importancia socio-económica que representa para el sector vitivinícola. Con este fin se realizan investigaciones que evalúan diferentes prácticas, adaptables a las condiciones del territorio uruguayo, que influyen en la producción y la calidad de la uva.

En vendimias con abundantes precipitaciones, altas temperaturas acompañadas de elevados niveles de humedad durante la época de maduración de la baya se dan las condiciones propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo (Ferrer et al., 2009).

Las podredumbres de racimo inciden negativamente en el resultado económico de los viñedos, ya que impiden la producción eficiente de vinos de alta calidad, a la vez que afectan el rendimiento en kilogramos por hectárea.

La dificultad de realizar control químico cercano a cosecha con el fin de controlar las podredumbres de racimo lleva a desarrollar estrategias de control “no químico”, a través de reducir el vigor de la planta y la densidad de la canopia, lo que resulta en una mejora del microclima en el interior de esta, racimos más pequeños, bien distribuidos y poco compactos.

El principal énfasis del manejo del follaje se dirige generalmente a reducir la sombra excesiva y aumentar la circulación de aire en la zona de la fruta. Una de las alternativas más comúnmente utilizada es el deshojado, el cual promueve una mejor maduración de las bayas y además atribuye otras ventajas en cuanto a la materia prima a vinificar. El deshojado realizado en etapas tempranas del desarrollo del fruto es una práctica que permite disminuir el tamaño de baya y mejorar la calidad de la uva (Gutiérrez, 2002).

El presente trabajo tiene como objetivo la evaluar distintas prácticas de manejo, tanto químicas como culturales, para disminuir la incidencia de podredumbres de racimo mediante la reducción de la compacidad del racimo y el mejoramiento del microclima en esa zona de la planta.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIPCIÓN VARIETAL

2.1.1. Historia del cultivar Tannat

La historia de la variedad Tannat se remonta a más de 130 años cuando Don Pascual Harriague instaló el primer viñedo de esta variedad. Rápidamente el Tannat se divulgó como una uva ideal por su adaptación al clima y suelo uruguayo (Ferraro Olmos, 1998).

La variedad de uva Tannat se considera la más adaptada a las situaciones de Uruguay. Es un cepage considerado insignia del país, ya que aporta vinos con gran tipicidad y originalidad debido a su gran potencial enológico (González-Neves et al., 2004).

En el año 1992 UdelaR. Facultad de Agronomía había lanzado un proyecto de investigación para promover a la variedad Tannat como “locomotora” de la reconversión varietal (Ferrer, 1997).

A partir de 1994 el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) propone un Plan de Reconversión de viñedos, el que apunta a una reconversión varietal, sustituyendo las plantaciones antiguas y plantaciones de híbridos por variedades europeas de mayor valor enológico.

Según INAVI (2016) el cultivar Tannat ocupa 1671 hectáreas de viñedo en todo el territorio uruguayo, que representa un 19,8% del total de superficie de viñedo nacional y el 26% de la producción total de uvas.

En cuanto al análisis de productividad de la variedad, datos de INAVI (2016) muestran que esta es de 4 kg por planta, dejando a la vista que se trata de una de las variedades más productivas a nivel nacional.

Estudios realizados por Ferrer et al. (2011), Echeverría et al. (2017), en diferentes regiones del territorio nacional, muestran que la variedad Tannat presenta diferencias significativas en el comportamiento agronómico, que se refleja en la calidad del producto final que se obtiene de la misma cepa en diferentes condiciones agroclimáticas.

Estudios realizados por González-Neves (2005), permiten reflejar claramente el gran potencial fenólico que posee Tannat frente a otras variedades tintas clásicas como son Cabernet-Sauvignon y Merlot.

Entender la importancia que tiene Tannat en el sector vitivinícola y el potencial de la variedad, es clave para obtener productos de mayor calidad y posicionar a los vinos uruguayos en segmentos de mercado internacional de mayor nivel.

Por esto es que cada vez más estudios científicos apuntan a entender la respuesta del cultivar a distintas prácticas agronómicas, para la obtención de vinos con gran carácter y alta calidad.

2.1.2. Descripción botánica

La OIV (2009) en su descripción ampelográfica de la variedad destaca la alta densidad de pelos inclinados en la extremidad de ramas y hojas jóvenes, con una coloración rojiza y una cobertura bronceada. Los pámpanos jóvenes son vigorosos, la forma de crecimiento es abierto con porte semierguido a erguido. La distribución de los zarcillos es discontinua y de corto tamaño.

La hoja adulta con forma achaparrada, cuneiforme-corta, entera y medianamente lobulada, de coloración verde intenso, ampollada y opaca. Dientes rectilíneos y pequeños. Seno peciolar en forma de "V" abierta, con bordes divergentes. Pecíolo coloreado de rojo violáceo y glabro (Vega et al., 1962).

Las inflorescencias son de tipo hermafrodita y suelen ser dos por pámpano, aunque en algunas variedades el número puede ser mayor (OIV, 2009).

Según Vega et al. (1962) el racimo es de forma cónica, muy compacto, de tamaño mediano (15 cm de largo) y de maduración mediana.

En cuanto a las bayas estas son redondeadas, presentan un tamaño mediano y de fisonomía uniforme (OIV, 2009).

2.1.3. Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo de la vid presenta diferentes etapas fisiológicas y morfológicas por las cuales pasa la cepa según las diferentes épocas del año. La vida latente de la viña, en climas templados como el de Uruguay, dura aproximadamente cuatro meses (de mayo a agosto) y durante los cuales permanece en estado inactivo, leñoso. En estas circunstancias, no existen en la planta, hojas ni órganos verdes que permitan llevar a cabo la función clorofiliana y la transpiración. Este letargo invernal tendría su motivación en la disminución

de la solubilidad de las sustancias minerales del suelo como consecuencia del enfriamiento del mismo (Ferraro Olmos, 1998).

Es precisamente en este estado de reposo que el viticultor lleva a cabo una de las operaciones más importantes para el futuro desarrollo y producción de su viñedo; la poda (Ferraro Olmos, 1998).

La actividad de la raíz, que es la que comienza primero, se manifiesta sucesivamente en toda la planta; movilizando reservas de savia elaborada acumulada en la misma (Hidalgo, 2002). La brotación está controlada por un balance hormonal favorecido por los promotores de crecimiento como las citoquininas, giberelinas y auxinas, mientras que disminuyen las hormonas que inhiben este proceso tal como el ácido abscísico (Fregoni, 1999).

La temperatura del aire es el principal factor desencadenante del inicio de la actividad biológica de las yemas y actúa muy pronto durante el invierno. En efecto, el desborre es la consecuencia de los efectos acumulados de las acciones diarias de la temperatura durante el invierno y comienzo de la primavera (Reynier, 2005). Todas las yemas de una planta no brotan al mismo tiempo, sino que lo hacen las últimas de los pulgares y varas no arqueadas, denominadas delanteras, característica que se conoce como acrotonía (Hidalgo, 2002).

La inducción floral es el fenómeno fisiológico por el cual los meristemas perciben estímulos que determinan su pasaje a inflorescencia. Los factores que predisponen a este pasaje son: luz, temperatura y condiciones internas de la yema, entre otros. En el caso que las condiciones no sean favorables, en vez de desarrollarse una inflorescencia puede suceder que se forme un zarcillo o incluso que no se forme ninguna estructura (Buttrose, 1970).

Las citoquininas, reguladores del crecimiento que emigran desde el sistema radicular, favorece la iniciación de las inflorescencias y de la diferenciación de los órganos florales (Hidalgo, 2002). Luego de 2 semanas de retomado el crecimiento de la planta (desborre) las inflorescencias empiezan a ser visibles, inicialmente son compactas, pero a medida que avanza el tiempo estas comienzan a ser más laxas (Hunglin y Schneider, 1998).

En el Sur de Uruguay, la floración se da usualmente en la primera quincena de noviembre determinada por la localización y la variedad (Ferraro Olmos, 1998). Durante la segunda quincena de noviembre ocurre el cuajado, posteriormente se da un aumento en el volumen y peso de las bayas (Reynier, 2005).

2.2. DESARROLLO DE LA BAYA

El desarrollo de las bayas empieza con la polinización y continúa hasta el estado de madurez. Se traduce en un crecimiento en volumen acompañado de una evolución de las características físicas (color, firmeza) y de la composición química de las uvas (azúcares, ácidos, compuestos fenólicos, Champagnol 1984, Reynier 2005). El crecimiento del grano de uva no es continuo ni regular en el tiempo, sino que se puede representar como una curva doble sigmoide, sobre la cual se puede distinguir tres fases: 1-fase herbácea; 2-fase traslúcida y de cambio de color; y 3-fase de maduración (Champagnol, 1984).

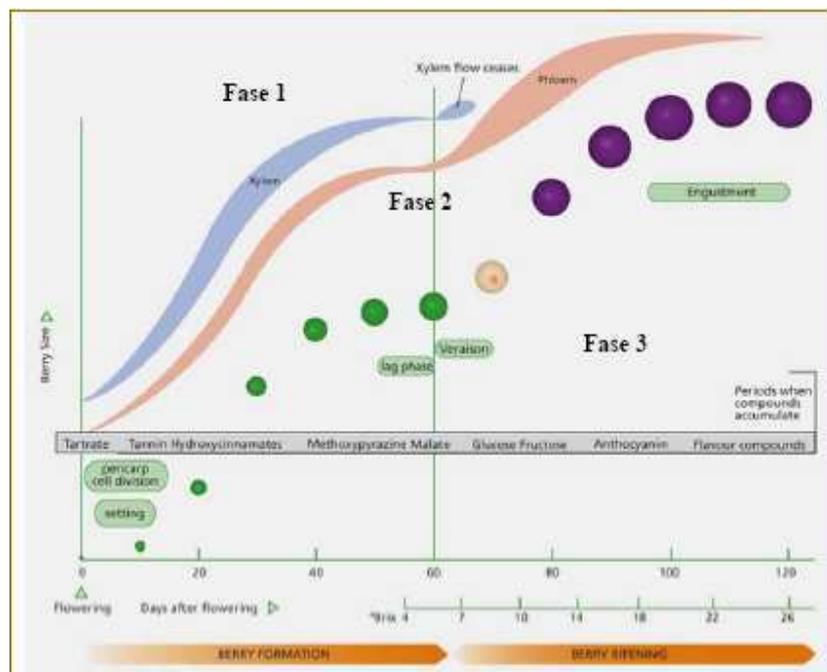


Figura No. 1. Esquema de las etapas de desarrollo y maduración de la baya
Fuente: Kennedy (2002).

Durante el proceso de floración las hormonas que toman un papel principal son aquellas promotoras del crecimiento, auxinas, citoquininas y giberelinas. Luego del cuajado este grupo de hormonas se encarga de la multiplicación y división de las células, producidas principalmente por las semillas (Fitchet et al., 2005).

Por otra parte, en el envero, se produce un descenso en los niveles de promotores de crecimiento y se genera un pico de ácido abscísico. El ácido

abscísico parece estar muy involucrado en el comienzo de la maduración (Fitchet et al. 2005, Peppi et al. 2007, Ovalle 2011, Ferrara et al. 2013).

2.2.1. Hormonas responsables de la regulación del crecimiento vegetal

En este capítulo se describen las principales hormonas que tienen un rol principal en el desarrollo y crecimiento vegetal, de manera de poder analizar las posibles consecuencias de los tratamientos realizados durante el desarrollo y maduración de las bayas.

Salisbury y Ross (1994) definen la hormona vegetal como un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de la planta y que se transloca a otra parte, en donde concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica.

Muchas de las respuestas fisiológicas de las plantas a factores tanto endógenos como ambientales, están medidas en gran proporción por la acción de las fitohormonas (Azcón- Bieto y Talón, 2008). Compuestos que también intervienen en estas respuestas fisiológicas, pero que no son sintetizadas por las plantas se las conoce como reguladores del crecimiento vegetal (Salisbury y Ross, 1994).

Por su parte Cossio (2013) define que para que una sustancia sea un fitoregulador debe cumplir con ciertas características, entre las cuales se destacan:

- ◆ Ser pleiotrópicas, es decir que actúa en varios procesos
- ◆ Se sintetiza en todas las células
- ◆ Regulan procesos de correlación
- ◆ Su acción es por interacción con los demás reguladores

Existe un grupo de hormonas encargadas de la promoción del crecimiento en la planta compuesto por las auxinas, giberelinas y citoquininas. Mientras que otro grupo formado por etileno y ácido abscísico son conocidos como inhibidores del crecimiento (Jordan y Cassareto, 2006).

Proceso como el de maduración, abscisión, crecimiento de órganos, dormancia suelen estar controlados por niveles endógenos de los distintos grupos hormonales y por la relación entre los distintos niveles de cada una de las hormonas (Salisbury y Ross 1994, Jordan y Cassareto 2006).

La aplicación exógena de hormonas es una práctica agronómica utilizada para intervenir en las concentraciones endógenas o modificar las

relaciones entre distintos grupos hormonales, mediante soluciones acuosas que suelen ser menos efectivas, pero tienen ventajas en cuanto a tiempos y costos (Cossio, 2013).

2.2.1.1. Auxinas

Las auxinas se encuentran dentro del grupo denominado como promotores del crecimiento vegetal (Cossio, 2013), estimulan la división celular, además son muy efectivas en inicial y promover la formación de raíces (Weaver 1976, Salisbury y Ross 1994, Azcón- Bieto y Talón 2008).

En la actualidad se conoce que las auxinas corresponden al ácido indolacético (AIA). Este ácido es químicamente similar al aminoácido triptófano y se sintetiza a partir de él, principalmente en meristemas apicales, hojas jóvenes y frutos en desarrollo, aunque se encuentran presentes en todos los tejidos de la planta (Salisbury y Ross 1994, Jordan y Cassareto 2006).

Las auxinas están implicadas en muchos procesos fisiológicos, entre los cuales se destacan la división celular, crecimiento y diferenciación de las células. Como efecto se observa un alargamiento de los tallos y raíces, dominancia apical y desarrollo de frutos (Weaver 1976, Salisbury y Ross 1994, Azcón- Bieto y Talón 2008).

El transporte de las auxinas se da por células no vasculares como las parenquimáticas o células del cambium. Este transporte significa un gasto de energía para la planta ya que es polar y unidireccional (Cossio, 2013).

Las auxinas tienen un efecto negativo sobre la abscisión de órganos, retrasando generalmente la caída de hojas, flores y frutos jóvenes, por efecto antagónico frente a la hormona etileno (Jordan y Cassareto, 2006).

Aplicaciones exógenas de auxinas pueden tener un efecto positivo sobre la maduración de frutos, al promover de alguna manera la síntesis de etileno (Jordan y Cassareto, 2006).

2.2.1.2. Citoquininas

El término citoquinina se empleó como nombre genérico a una serie de sustancias, tanto naturales como sintéticas, capaces de estimular la división celular en presencia de auxinas. Las citoquininas naturales conocidas son derivados de la base púrica adenina (6-aminopurina). Todas ellas poseen un sustituyente, de naturaleza isoprenoideo aromática, en el nitrógeno amínico de la posición 6 del anillo de purina (Azcón- Bieto y Talón, 2008).

Las citoquininas se generan a partir de DMAPP (vía del ácido mevalónico) y 5'-AMP, su síntesis ocurre principalmente en raíces, pero también en el ápice de plantas y en semillas inmaduras. Suelen encontrarse en la planta como base libre, aunque pueden estar conjugadas con diversos compuestos químicos que se unen a la cadena lateral (Salisbury y Ross 1994, Jordan y Cassareto 2006, Cossio 2013).

Según Weaver (1976) citoquininas y auxinas actúan sinérgicamente en la inducción de la división celular y en retrasar el envejecimiento de los tejidos vegetales. Además, las citoquininas promueven la división celular y diferenciación de los tejidos.

De acuerdo a lo señalado por Jordan y Cassareto (2006) el transporte se da tanto por xilema como por floema y su presencia se relaciona con una posible señal vinculada a un déficit de nutrientes en el suelo.

Las citoquininas son también importantes para el fenómeno de la movilización de fotoasimilados de las plantas (Weaver, 1976). Quinlan y Weaver, citados por Waever (1976) demostraron que al tratar con citoquininas una parte de una hoja de vid, los patrones de translocación de las parras se alteran, de tal modo que los productos fotosintéticos se desplazan hacia la zona tratada.

2.2.1.3. Giberelinas

Las giberelinas (GAs) son hormonas de crecimiento diterpenoides tetracíclicos involucrados en varios procesos de desarrollo en vegetales. Este grupo de hormonas fue descubierto por azar por fitopatólogos japoneses en 1926 mientras estudiaban una enfermedad causada por el hongo *Gibberella fujikuroi* sobre cultivos de arroz. El ataque del hongo produce plantas un crecimiento excesivo de tallos y brotes (Jordan y Cassareto 2006, Azcón - Bieto y Talón 2008, Cossio 2013).

La regulación interna de la planta para la producción de giberelinas está dada por un proceso de retroalimentación, el cual mide el nivel de giberelinas activas. En el caso que el nivel sea alto la retroalimentación es negativa, en caso contrario es positiva (Cossio, 2013).

Las giberelinas en la planta de la vid son producidas principalmente en las hojas muy jóvenes, bayas jóvenes y ápices de las raíces, en regiones de activa división celular (Arias, 1992).

El transporte se realiza por vía floema conjuntamente con los productos de la fotosíntesis, suele encontrarse en el xilema también por desplazamiento radial desde el floema. Generalmente se movilizan a tejidos jóvenes en crecimiento tales como puntas de tallos y raíces y hojas inmaduras (Salisbury y Ross 1994, Jordan y Cassareto 2006, Cossio 2013).

Los efectos fisiológicos que tiene las giberelinas en la planta afectan principalmente a todas las fases del desarrollo, tanto crecimiento vegetativo como reproductivo. Además, participa en el control de la inducción floral, en el crecimiento y producción de flores, en el cuajado y desarrollo de frutos (Azcón - Bieto y Talón, 2008).

Según Arias (1992) la aplicación exógena de giberelinas tiene varias acciones sobre la vid según el momento de aplicación, entre ellas se destacan el aclareo de bayas, retraso en la brotación, inducción de bayas sin semillas, aumento de volumen de la baya y disminución de la inducción floral.

Estudios realizados por Hed et al. (2009) sobre cultivos de la variedad Chardonnay y Vignoles, evaluaron la efectividad de aplicación de GAs exógenas con el fin de reducir la compacidad de los racimos y minimizar así la incidencia de podredumbres en los mismos. La reducción de bayas por racimo y la incidencia de podredumbres fueron más marcada en la variedad Vignoles y en menor medida en Chardonnay. La magnitud del efecto de la aplicación de GAs está muy determinado por el momento de aplicación y la concentración.

2.2.2. Inhibidores y retardadores del crecimiento

Este grupo lo constituyen una serie de sustancias muy distintas que inhiben o retrasan los procesos fisiológicos o bioquímicos de los vegetales (Weaver 1976, Arias 1992).

La utilización de reguladores de crecimiento no ofrece seguridad de obtener una respuesta adecuada, como con otros fitosanitarios, la respuesta depende del estado fisiológico de la planta, así como de características genéticas y factores ambientales. Existe una acción encadenada entre los distintos compuestos y no hay una fitohormona específica para cada proceso, sino que intervienen varias para cada proceso fisiológico (Arias, 1992).

2.2.2.1. Etileno

De todos los reguladores de crecimiento, el etileno es uno de los de naturaleza más simple, con actividad en forma gaseosa (Weaver 1976, Azcón - Bieto y Talón 2008, Cossio 2013). Su efecto en las plantas se produce en

concentraciones muy bajas y se manifiesta prácticamente en todas las etapas de su ciclo biológico (Azcón - Bieto y Talón, 2008).

Esta hormona cumple un rol muy importante en la maduración de los frutos provocando cambios en el metabolismo, como aumentos en la respiración, cambios de coloración, textura y aroma (Weaver, 1976).

La primera etapa de síntesis de etileno la constituye la conversión de SAM (S-adenosilmetionina) en el ácido 1-amino ciclopropano-1-carboxílico (ACC), a través de la enzima ACC sintetasa (ACS). La etapa final la constituye la oxidación de ACC a etileno por la enzima ACC oxidasa (ACO, Azcón - Bieto y Talón, 2008).

La uva es un fruto no climatérico, por lo que la producción de etileno se registra en niveles muy bajos, que juegan un rol de suma importancia en el control de la maduración (Salisbury y Ross, 1994).

Según Weaver y Singh, citados por Leborgne y Rodríguez (2003) el etileno alcanza un pico en floración que disminuye suavemente hasta cuajado. Luego se da un leve aumento en envero, disminuyendo hasta maduración.

Se ha observado que existe una relación muy directa entre la concentración de etileno en los tejidos y la abscisión de frutos en la vid, siendo esta concentración dependiente del estado de madurez en que se encuentra la planta (Hilt y Bessis, 2003).

2.2.2.2. Ethepon y sus aplicaciones

Ethepon es el nombre genérico del ácido 2-cloroetil fosfónico (2-CEPA), también citado como Ethrel®, sustancia que al ser incorporada a la planta libera etileno siendo aplicado en medios con pH superior a 3,5 ocurre la desintegración de la molécula, liberando etileno, iones fosfato y cloro (Weaver, 1976). Biddle et al. (1976) demostraron que la tasa de degradación a diferentes temperaturas es proporcional a la concentración del 2-cloroetil fosfónico e independiente de la concentración de iones hidroxilo. Tal descomposición aumenta con presiones crecientes a presión de vapor de agua a temperatura y pH constante, hasta un nivel óptimo (Klein et al., 1979).

El producto logra penetrar por la cutícula y no por los estomas, generando una aceleración de los procesos de abscisión y maduración, síntesis de polifenoles, antocianos y taninos (Szyjewicz et al., 1984).

De acuerdo a Steenkamp et al. (1988) el ethephon aumenta la frecuencia respiratoria de las bayas, pero sin un aumento correlativo en la permeabilidad de la membrana.

Los efectos sobre las vides se rigen por interacciones complejas de numerosos factores (Szyjewicz et al., 1984). A modo de ejemplo, los efectos del ethephon son mayores cuando se aplican durante las horas más cálidas del día. También existen interacciones entre el ethephon y el estado hídrico de la vid, con influencia sobre el desarrollo y composición de la baya (Quaglino et al., Hardie et al., citados por Szyjewisz et al., 1984).

Coombe et al. (1973) sugieren que la respuesta de la planta depende de los niveles endógenos de ABA. Debe existir un nivel de umbral de ABA (en la fase II) para que actúe en forma sinérgica con el etileno y promueva la maduración. De lo contrario el etileno mantiene el ABA en baja concentración y retrasa la maduración.

Como raleador de inflorescencias, racimos o parte de ellos, ha tenido resultados divergentes, generando en ocasiones pérdidas excesivas y a veces totales de la cosecha (Szyjewisz et al., 1983). Estos mismos autores notaron una reducción del volumen de cosecha del año siguiente, dependiendo del momento de la aplicación.

En algunos trabajos el ethephon promovió abscisión de la zona apical de pámpanos (Quaglino et al., 1981).

Payan, citado por Ferrer y Gonzáles-Neves (2002), comparando el raleo químico con raleos manuales, encontró resultados significativamente diferentes en el raleo químico en cuanto al grado alcohólico, potencial antociánico y polifenoles totales. El autor señala que con el raleo manual la planta compensa la pérdida de peso con racimos más compactos, lo cual no ocurre con el raleo químico.

Ferrer y Gonzáles-Neves (2002) observaron en su trabajo que la aplicación de ethephon en el cultivar Tannat a razón de 2 litros por hectárea en cuajado genera un efecto raleador de bayas o partes de racimo, mientras que la aplicación en envero logra mejorar la intensidad colorante y la composición fenólica.

2.2.2.3. ABA

El ácido abscisíco (ABA) esta reportado como un regulador importante durante una gran cantidad de eventos en el desarrollo vegetativo y reproductivo

de las plantas, propuesta por varios autores como desencadenante del proceso de maduración de la vid (Villalobos, 2010).

Participa en los procesos de abscisión de órganos tales como hojas, flores y frutos y maduración de frutos. En cuanto al desarrollo reproductivo, el ácido abscísico es responsable de mantener la latencia de semillas y promover la síntesis de proteínas de almacenamiento, además de la inducción a la tolerancia frente a situaciones de estrés (Coombe y Hale 1973, Azcón-Bieto y Talón 2008).

El ácido abscísico químicamente es un sesquiterpeno apocarotenoide, que se sintetiza en los cloroplastos y otros plastos mediante la escisión oxidativa de los epoxicarotenoides neoxantina y violaxantina (Azcón-Bieto y Talón 2008, Cossio 2013). El principal precursor para la biosíntesis del ABA es el ácido mevalónico, del cual también se forman las giberelinas. La vía de síntesis de mayor relevancia es por la formación directa a partir del farnesilpirofosfato como precursor primario (Cossio, 2013).

El ABA es un ácido débil. Las biomembranas son permeables a la forma protonada. Por lo tanto la acumulación se producirá en los compartimentos alcalinos, y dependerá de los valores relativos de pH de los compartimentos intra y extracelulares (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

El transporte de ABA puede darse de forma de éster inactivo conjugado de glucosa y es liberado activamente por las β -glucocidasas apoplástica. La acción de estas enzimas produce una liberación rápida de ABA en los distintos puntos de la planta, por lo tanto es un mecanismo de respuesta eficiente frente a cambios del ambiente (Uzquiza, 2010).

Por ejemplo, los niveles de ABA aumentan en respuesta al déficit de agua y las bajas temperaturas (Yamane et al., Deluc et al., Zarrouk et al., citados por Kuhn et al., 2014), y ambas señales ambientales afectan positivamente la maduración de las bayas.

En vid se observa que el ABA controla el cierre estomático y que aplicaciones de ABA reducen el crecimiento vegetativo e inducen la síntesis de compuestos fenólicos en las bayas (Dry et al., Jeong et al., citados por Balint et al., 2012).

Los niveles de ABA en los hollejos de las bayas se incrementan marcadamente durante el envero y posteriormente declinan hasta ser bajos en cosecha (Coombe y Hale, 1973).

Estudios realizados para la variedad Tannat en Uruguay por Salvarrey (2016), muestran un aumento notorio en las concentraciones endógenas de ABA dentro de la baya luego de envero, alcanzando su máximo 15 días post-envero. Prácticas agronómicas como pueden ser el deshojado y raleo de racimos generan una concentración diferencial de la hormona en distintos momentos del ciclo.

Diversos son los autores que han estudiado el efecto de la aplicación de ABA exógena en uvas tanto para mesa como para vino, con el fin de obtener resultados comerciales de mayor calidad, principalmente buscando la mejora de coloración en la baya (Peppi et al. 2007, Ovalle 2011, Ferrara et al. 2013).

Villalobos (2011), determinó que una aplicación de ABA 5 días previo a envero, aumenta el contenido de azúcares y antocianos, y disminuye la acidez de las bayas, para el cultivar Carménère, lo que puede estar asociado a un aumento de la concentración de compuestos fenólicos y a un adelantamiento del inicio del proceso de maduración.

Ovalle (2011), en su estudio evaluó dos diferentes dosis de ABA (50 mg/lit y 100 mg/lit) aplicados en dos momentos post- envero, 2 días y 24 horas. Se pudo concluir que el ABA impactó fuertemente en el proceso de la maduración, sin embargo, no tuvo efecto adelantando el inicio de este proceso, ya que bayas aplicadas no presentaron una mayor acumulación de sólidos solubles y tampoco una menor acidez con respecto al testigo.

Experimentos realizados por Balint et al. (2012) sobre la variedad Cabernet- Sauvignon, aplicando diferentes dosis de ABA (150 y 300 mg/lit) y en diferentes sectores de la canopia: i) toda la canopia, ii) solo racimos y iii) solo al follaje, mostraron que las aplicaciones realizadas a toda la canopia tuvieron un resultado mejor dando un mayor porcentaje de racimos bien pigmentados, mientras que cuando se aplicó solo a nivel de racimos, estos mostraron los valores más bajos de pigmentación. Ninguno de los tratamientos logro afectar el número de bayas totales, pero lo que si se logro es disminuir su peso.

2.2.2.4. Prohexadione cálcico

El prohexadione cálcico es un compuesto utilizado actualmente como regulador del crecimiento, principalmente en árboles frutales. Es una sustancia que posee características toxicológicas y medioambientales muy favorables, dado por su baja toxicidad para abejas y peces. Actualmente se encuentra comercializado por la empresa BASF, bajo el nombre de Regalis (Vaquero-Fernández et al., 2010).

El modo en que actúa el prohexadione cálcico, está basado en que su estructura es similar a 2-oxoglutarato y por lo tanto inhibe la dioxigenasa, enzima responsable de catalizar distintas etapas en la biosíntesis de las giberelinas, lo que lleva a una alteración en el normal comportamiento del crecimiento vegetativo (Vaquero-Fernández et al., 2010).

Además del efecto anteriormente mencionado, su utilización reduce la posibilidad de infección de enfermedades de racimo, por generar un endurecimiento en la piel de las bayas, aunque el compuesto no posee ningún tipo de efecto bactericida o anti fúngico (Roemmelt et al., 2003).



Figura No. 2. Modo de acción de prohexadione cálcico
Fuente: Leborgne y Rodríguez (2003).

El prohexadione cálcico se degrada con rapidez en la planta, luego de su asimilación la molécula se transforma en ácido propano 1, 2,3- tricarbóxico, el cual se introduce en el metabolismo de la planta. Por otro lado, en el suelo se descompone produciendo CO₂, mientras que en el agua por fotólisis a dióxido de carbono (Evans y Regusci, citados por Arrillaga, 2016).

Estudios realizados por Rufato et al. (2014), para la región de Santa Catalina en Brasil, mostraron que la aplicación de prohexadione calcio en la variedad Cabernet-Sauvignon en plena floración y 30 días luego de ésta, registraron los mayores rendimientos en comparación con el resto de los tratamientos. Por su parte, las aplicaciones de 125 y 250 ppm de prohexadione calcio en separación de flores y plena floración, produjeron un aborto de flores. Este efecto puede ser deseado cuando el objetivo buscado es obtener racimos más laxos.

Por su parte, Vaquero-Fernández et al. (2009) en su estudio sobre las variedades Garnacha y Tempranillo, encontraron que aplicaciones de prohexadione calcio a razón de 3kg/ha, determinó que los racimo cosechados tuvieran un menor número de bayas y de menor tamaño, por lo que el tratamiento causó un efecto retardador de crecimiento. Además, se comprobó

una reducción en la cosecha del orden del 25% con la aplicación del producto, mostrando un efecto positivo sobre el estado sanitario de los racimos. En cuanto al índice de polifenoles totales (IPT) y los antocianos extraíbles se vieron afectados positivamente. Esto se explica por la reducción del tamaño final de las bayas y en consecuencia una mayor proporción de hollejo en relación a la pulpa.

2.3. COMPOSICIÓN DE LA BAYA DURANTE MADURACIÓN

En uvas tintas los cambios físicos y químicos son notorios, ya que se observa un cambio en la coloración de las bayas, además de un ablandamiento de las mismas que refleja el estado de madurez (González-Neves et al., 2001).

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

2.3.1. Aumento de tamaño y acumulación de sólidos solubles

Dentro de los cambios más notorios que sufre la baya durante su crecimiento y desarrollo, es el aumento de su volumen. Este está muy relacionado con la disponibilidad hídrica que tenga la planta durante el tiempo en el cual las uvas maduran (Peynaud, 1989). Además del aporte hídrico que reciba la planta, el tamaño que logren desarrollar las bayas está determinado por un componente varietal, principalmente por el número de semillas que presenta cada uva, ya que cuanto mayor sea el número de semillas mayor será el estímulo inicial que reciban las bayas para crecer (Fregoni, 1999).

Los hidratos de carbono están representados en su mayoría por la glucosa y la fructosa, las cuales son derivados de la hidrólisis de la sacarosa formada en la fotosíntesis. A partir de enero, los sólidos solubles comienzan a acumularse en la baya con mayor intensidad (Andrades, 1990). Esta rápida acumulación se ve explicada por la movilización de reservas desde las hojas y órganos de reserva hacia los frutos, principalmente bajo la forma de sacarosa (Champagnol 1983, Coombe 1999).

La acumulación de azúcares durante la maduración cumple un rol fundamental dado que es un componente esencial en el mosto actuando como precursor del alcohol, sino que también son la base de formación de compuestos fenólicos (Fregoni 1999, González-Neves 2003).

Diversos son los factores que afectan la tasa con la que los sólidos solubles se acumulan en la baya, la capacidad fotosintética que presente la planta y el reparto de los mismos a los distintos órganos son uno de los principales factores (Champagnol 1983, Fregoni 1999).

Existen prácticas de cultivo que logran aumentar la capacidad de acumular sólidos solubles en las bayas, tal es el caso del trabajo realizado por Hunter et al. (1989), en el cual al realizar un deshojado en la zona de los racimos se logra aumentar la temperatura de estos lo que refleja una mayor acumulación de azúcares.

Trabajos realizados por Ferrer et al. (2001), Ferrer y González-Neves (2002), evidenciaron un aumento de sólidos solubles de las bayas como respuesta a un raleo de racimos tanto sea manual como químico, además de mejorar otros atributos enológicos.

2.3.2. Acidez total

La acidez es uno de los parámetros más relevante de la uva, ya que el mosto que se obtiene a partir de la molienda de estas debe tener una acidez equilibrada, que permita obtener vinos estables y con buen carácter (Fregoni et al., 1991).

Los ácidos que conforman la acidez total de la baya son, en gran medida el tartárico y el málico, alcanzando el 70-90% de la fracción. En menor proporción se encuentran otros ácidos como son: cítrico, oxálico, succínico, acético, entre otros (Fregoni, 1999). El ácido tartárico es el que tiene mayor influencia en el pH del mosto, además que es el más característico de la uva (Ribéreau-Gayon et al., 1989).

Durante la maduración de la baya, la acidez disminuye su concentración por un efecto de dilución en las células por el gran aporte de agua que reciben desde envero a madurez y además por la degradación principalmente del ácido málico durante este período, afectado principalmente por las altas temperaturas que favorecen la tasa respiratoria (Coombe 1973, Ribéreau-Gayon et al. 1989, Andrades 1990).

El ácido málico y tartárico explican la evolución de la acidez durante la maduración. El descenso de la acidez se ve explicado en mayor medida por el ácido málico que es consumido a más rápidamente que el tartárico, el cual se mantiene estable o desciende muy lentamente (Andrades, 1990).

La exposición de los racimos a la luz solar directa, genera una aceleración del proceso de degradación de los ácidos en la baya. Por lo que prácticas de manejo como el deshojado a nivel de los racimos, favorece a que este fenómeno se acentúe (Fregoni et al., 1991).

2.3.3. pH

Durante la maduración ocurre un aumento del pH, como efecto de una disminución de los ácidos orgánicos (Andrades, 1990).

El pH está muy relacionado con la concentración de los ácidos málico y tartárico, por lo que variaciones en los contenidos de estos en la baya se traducen a distintos valores de pH (Peynaud, 1989).

Según González-Neves (2005) el pH del mosto toma un papel importante que merece ser tenido en cuenta, ya que está directamente relacionado con la intensidad colorante que se puede lograr del vino.

Estudios realizados por González-Neves et al. (2003) para las variedades Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot, determinaron valores de pH para cosecha que se encontraban en el rango que va desde 3,33 a 3,58, durante tres años de estudio.

2.3.4. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos de las uvas son un conjunto de sustancias diversas, que presentan cierta complejidad en cuanto a su estructura química. Lo que tiene en común todas estas estructuras que conforman este grupo, es la presencia de al menos un grupo fenólico en su estructura (Ribéreau-Gayon et al., 1989).

Según González-Neves et al. (2004), el grupo de los polifenoles tiene una gran influencia sobre los atributos sensoriales de los vinos, tanto a nivel de coloración como en particularidades gustativas.

Los compuestos fenólicos están conformados por dos grandes grupos: los ácidos fenólicos y los flavonoides (flavonoles, antocianos y taninos). La gran diferencia entre ambos grupos es que, los primeros tienen un único anillo fenólico, mientras que el segundo grupo presenta dos anillos unidos por una cadena de carbonos (Ribéreau-Gayon et al., 1989).

Los hollejos y las semillas son las partes donde se encuentra la máxima concentración de compuestos fenólicos (Champagnol 1984, Andrades 1990).

González-Neves y Ferrer (2008) determinaron que durante el proceso de maduración existe una acumulación de compuestos fenólicos. Esta acumulación es variable según las condiciones en las cuales se desarrolló el cultivo, la variedad que se está estudiando y el clima dentro del viñedo.

La síntesis de compuestos fenólicos depende en gran medida de la luminosidad que recibieron los racimos, además de la temperatura y la amplitud térmica diaria. Si estas condiciones se ven alteradas puede darse un proceso de inhibición de los compuestos fenólicos (Carbonneau, citado por Andrades, 1990).

Ferrer y González-Neves (2002), observaron que algunas prácticas de manejo, tales como el raleo de racimos, logran afectar la composición fenólica de las uvas.

De acuerdo a Echeverría et al. (2017), la relación “fuente/fosa” es un factor determinante de la concentración de antocianos, que aumenta hasta determinadas relaciones de hoja/fruta para luego descender. Tal reducción en la concentración estaría asociada a un aumento del sombreado de la zona de racimos, presencia de hojas parásitas y a una consecuente reducción de la luz y de la síntesis de metabolitos primarios y secundarios (Echeverría et al., 2017).

En condiciones donde la disponibilidad de carbono es baja, la vid puede dirigir la ruta metabólica, con un mantenimiento de la acumulación de azúcar, mientras la síntesis de metabolitos secundarios se reduce (Bobeica et al., 2015).

La práctica de remoción de hojas en una misma relación hoja/fruta, causa diferentes efectos sobre la planta dependiendo del momento de aplicación y la posición de las hojas removidas. En post-envero, la eliminación de hojas localizadas sobre los racimos podría causar un retraso en la maduración (Poni et al., 2013). Cuando se realiza en pre-floración, puede promover reducción del rendimiento, de la compactación de los racimos y acelerar el proceso de maduración (Tardáguila et al., 2008).

2.4. CALIDAD DE LA UVA

2.4.1. Factores ambientales

Según Champagnol (1984), el clima de una región está determinado por la interacción de diversos factores, entre los cuales se destaca la temperatura,

precipitaciones y luminosidad. Estos factores tienen incidencia directa sobre la calidad final de la cosecha.

Trabajos realizados por Ferrer et al. (2011), para la variedad Tannat, estudiaron el comportamiento agronómico y su desempeño enológico para tres regiones del territorio uruguayo. La lluvia durante el período de crecimiento vegetativo, el balance entre oferta y demanda de agua y la acumulación de grados día durante la maduración, fueron los factores del clima que mayor incidencia tuvieron en la producción de uva.

Las condiciones climáticas de una región, inciden directamente sobre la síntesis, acumulación y degradación de los compuestos más importantes de la baya (Glories, 1984).

González-Neves et al. (2004, 2006), en sus trabajos mostraron que para la variedad Tannat, las condiciones climáticas de Uruguay se logran obtener vinos con un buen contenido de antocianos, taninos, azúcares y acidez, que logran otorgarle buen carácter y gran originalidad al producto final.

2.4.2. Efecto de la disponibilidad hídrica

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo y su disponibilidad, es un tema que recibe mucha atención en los sistemas vitícolas (Lanyon et al., citados por Montaña, 2008).

Wang et al. (2001), demostraron la relación existente entre el volumen de suelo explorado por las raíces y su capacidad de absorber agua, sobre el crecimiento de nuevos brotes y bayas pequeñas.

Estudios de Echeverría et al. (2017), determinaron la relación entre la capacidad de retención de agua del suelo (AWC) en nueve viñedos de Uruguay y la respuesta de la planta. Los resultados mostraron una correlación positiva de AWC con el desarrollo de la canopia, el rendimiento y las podredumbres de racimo. En tanto que la correlación fue negativa con la concentración de sólidos solubles, pH, antocianos y polifenoles totales en el mosto. Un análisis multivariado determinó dos grupos de suelos en función de la composición de la baya. Los grupos de resultados de asociaron con dos rangos de AWC: 57 mm a 85 mm y 96 mm a 123 mm.

Según Smart (1974) excesos de agua en la zona radicular, conducen a un desarrollo desmedido de la canopia, dando como resultado gran cantidad de hojas que compiten por luz solar. Además, este gran vigor genera un ambiente propicio para el desarrollo de patógenos que atacan el racimo, liderados por

Botrytis cinerea. Otra consecuencia negativa que trae el gran desarrollo de follaje es la poca penetración de los productos fitosanitarios aplicados en la zona de los racimos (Smart 1985, Smart y Robinson 1991).

2.4.3. Efecto de la temperatura y luminosidad

La irradiación solar ejerce un efecto dominante sobre la fisiología de la vid a través de la fotosíntesis, las respuestas térmicas y del fitocromo (Smart, 1989), lo que afecta la síntesis y la degradación de sustancias químicas.

Las condiciones térmicas y de exposición a la luz solar durante el proceso de maduración de la baya, son uno de los componentes principales que determinan la calidad final de la uva, influyendo directamente en los procesos de fotosíntesis, transpiración, régimen hídrico, acumulación de sólidos solubles y degradación de ácidos (Champagnol 1983, Cohen 2008, Ferrer et al. 2011).

Los aumentos en la irradiación están asociados a mayores contenidos en sólidos solubles en la baya y menores concentraciones de ácido málico (Dokoozlian y Kliewer, 1996).

Las temperaturas elevadas aumentan la evapotranspiración de la baya, generando pérdida de peso por deshidratación (Zhang y Keller, 2015) y reducción del rendimiento.

Temperaturas mayores a los 37° C interrumpen la maduración, afectando a la tasa de fotosíntesis de las hojas, impidiendo que esta se realice con normalidad. En cuanto a la acidez, esta disminuye luego del envero con el aumento de temperatura, alcanzando tasas muy elevadas a temperaturas cercanas a los 35° C. Principalmente la respiración del ácido málico es la que tiene mayor influencia sobre los valores de pH (Bergquist et al. 2001, Sweetman et al. 2014, Echeverría et al. 2017).

Spayd et al. (2002), informan de una correlación positiva entre la irradiación y la síntesis de antocianos. De acuerdo a este autor la luz aumenta la concentración total de antocianinas monoméricas y flavonoles en particular. Por su parte la radiación UV estimula la biosíntesis de flavonoles. Complementariamente, otros autores indican que los contenidos de antocianos en las bayas son el resultado de un efecto combinado entre la irradiación solar y la temperatura de la baya, sinérgico a temperaturas moderadas, pero potencialmente antagonistas a altas temperaturas (Tarara et al., 2008).

Debido a que existe una correlación positiva entre la radiación solar y la temperatura media del aire (Echeverría et al., 2016), autores como Spayd et al. (2002), realizaron trabajos para separar los efectos de la radiación solar y la temperatura. Cuando la irradiación solar (y posición de los racimos) se asocia a aumentos de temperatura de la baya que superan un determinado umbral, conduce a una reducción de los antocianos, por degradación, por inhibición de la síntesis o por ambos (Mori et al., 2007).

Por su parte Bergquist et al. (2001), en su estudio para las variedades Cabernet Sauvignon y Grenache en el Valle de San Joaquín de California, evaluaron los efectos de la exposición a la luz solar sobre el crecimiento de las bayas y su composición. Los resultados dejan en claro que los efectos de la luz solar en la composición de la fruta dependen en gran medida de la elevación de la temperatura de las bayas como resultado de una mayor exposición a la luz. Para casos donde se evaluó una exposición prolongada de racimos a la luz directa, no se obtuvo el color máximo de las mismas, además de que parámetros como acumulación de sólidos solubles y acidez titulable, también vieron afectado su valor negativamente.

Para entender el rol de la temperatura sobre la síntesis y acumulación de proantocianidinas en las bayas, Cohen et al. (2012), realizaron experimentos en variedad Merlot cultivadas a campo, enfriando los racimos durante el día y calentándolos durante la noche, desde cuajado hasta envero en tres temporadas. Tanto el calentamiento como el enfriamiento alteraron la tasa de crecimiento y coloración de las bayas, y la expresión de varios genes estructurales dentro de la ruta de los flavonoides.

Por su parte, Downey et al. (2004) estudiaron el efecto que tenía la luz sobre racimo de la variedad Shiraz. Se aplicaron cajas opacas sobre los racimos antes de floración, para determinar el efecto de la luz solar sobre el crecimiento de las bayas y la acumulación de flavonoides. Los resultados que se obtuvieron no reflejaron un impacto significativo del sombreado de los racimos sobre la acumulación de azúcares, ni sobre su desarrollo, tampoco se vio afectada la síntesis de taninos. Para el caso de los flavonoides, el sombreado tuvo un efecto significativo reduciendo los contenidos en la piel de las bayas, llegando a niveles menores al 10% de los contenidos para frutas expuestas a la luz solar. La expresión del gen que codifica flavonol sintetasa (FLS), explica en mayor medida la disminución de los contenidos de antocianos en racimos sombreados.

2.4.4. Sanidad

Las pérdidas de producción por la incidencia de podredumbres de racimo, es uno de los principales problemas que se afronta vendimia tras vendimia, sobre todo en territorio uruguayo donde el clima templado y húmedo es favorable para el desarrollo de los patógenos que causan dichas pérdidas. Las precipitaciones abundantes durante el período de maduración, conjuntamente con temperaturas cálidas y niveles altos de humedad, generan las condiciones favorables y propicias para el ataque y sobrevivencia de los organismos encargados de causar las podredumbres de racimo (Coniberti et al., 2009).

Las podredumbres de racimo tienen un efecto muy negativo sobre el resultado económico de los viñedos, ya que afectan la producción de vinos de alta gama y a su vez inciden a en rendimiento en kilogramos por hectárea que se obtienen (Ferrer et al., 2009).

Botrytis cinerea es el agente causal mayor relación presenta en cuanto a la magnitud de pérdidas que genera. El complejo de podredumbres de racimo está formado por varios tipos de hongos, entre los cuales las especies que se destacan son *Colletotrichum acutatum*, *Penicillium* spp y *Aspergillum* spp (Hidalgo, 2009).

Según Ferrer et al. (2009), las podredumbres de racimo generan una merma en los resultados productivos por hectárea en las vendimias, producto de la deshidratación de las bayas, acompañado de un descenso en los contenidos de azúcares, degradación de compuestos aromáticos y fenólicos e incremento de la acidez titulable del mosto.

Por su parte González-Neves (2005), en su estudio para las variedades Merlot, Cabernet-Sauvignon y Tannat, identificó las implicancias negativas que presenta la cosecha de uvas afectadas por algún agente fúngico, como es el caso de *Botrytis cinerea*. Para la variedad Tannat, se observó que los mostos obtenidos a partir de uvas afectadas, presentaban alteraciones bioquímicas que generaban pérdida de calidad, deteriorando los principales atributos enológicos, como es el caso del color. Para esta variedad genera un gran desafío, debido a que el color intenso de sus vinos es un carácter identificativo.

2.4.4.1. Condiciones predisponentes

Clima

Las condiciones climáticas son un factor determinante para el establecimiento y desarrollo de los agentes causales de podredumbres de racimos. Temperatura, frecuencia de precipitaciones y humedad relativa, son algunas de las variables de mayor importancia (Ferrer et al., 2001).

Tal como fue reportado por Ferrer et al. (2009), las precipitaciones ocurridas 10 días previo a la cosecha tienen un efecto muy notorio, favoreciendo la aparición de podredumbres ocasionadas por *Botrytis* sp. La dispersión de los conidios se ve muy favorecida por las precipitaciones, además el impacto de las gotas sobre las bayas puede generar pequeñas heridas que abren una puerta de entrada para los patógenos (Aira et al., 2009).

La temperatura es otro de los factores que se reporta con una alta relación en la ocurrencia de podredumbres de racimo (Latorre et al. 2002, Hidalgo 2009). Para Hidalgo (2009), en su estudio determinó que para el caso de *Botrytis cinerea* el rango de temperatura para el desarrollo va desde los 18° a los 23° C, mientras que por su parte Latorre et al. (2002) observaron que el rango de temperatura en el cual el hongo logra infectar los tejidos va desde 5° a 30°C, encontrándose el óptimo desarrollo a los 20°C.

La humedad relativa del aire, por su parte es un factor ambiental que está estrechamente vinculado a la incidencia de las podredumbres. Latorre et al. (2002), estudiaron que para valores de 90% de humedad relativa, el desarrollo es óptimo para patógenos como *Botrytis cinerea*, pero demostraron que este factor por sí solo no determina la germinación del hongo, sino que debe interactuar con otros, como puede ser el caso del agua libre sobre la superficie del tejido y la temperatura óptima para su desarrollo.

Molitor et al., citados por Arrillaga (2017), concluyeron en su estudio reciente que para el momento de floración-cuajado las condiciones ambientales tienen una fuerte relación con la evolución de la enfermedad. Durante la floración temperaturas bajas, así como bajos niveles de humedad, proporcionan un ambiente propicio para la infección de los tejidos. Por otra parte, durante la maduración las altas temperaturas asociadas a precipitaciones copiosas, son favorables para la aparición de síntomas tardíos de podredumbres.

Para las condiciones climáticas de Uruguay, las condiciones aptas para la aparición y desarrollo de podredumbres de dan desde la floración hasta la

cosecha, lo que le permite a la enfermedad tener un amplio período donde es capaz de afectar al cultivo.

Componentes de la baya

Conforme avanza la maduración de las bayas, el riesgo de infección por el hongo *Botrytis* sp. aumenta considerablemente, dado principalmente por un ablandamiento de los tejidos y el afinamiento de la cutícula que vuelve más susceptibles la penetración del patógeno. Esto en gran medida explica la aparición de podredumbres durante la maduración, si bien pueden existir infecciones tempranas en el ciclo de desarrollo. Por otra parte, el balance entre azúcar y acidez sería otro de los parámetros que puede explicar la infección del patógeno, tal como muestra en su estudio Latorre (1997), contenidos de azúcar en las bayas correspondientes a un rango de 8-10% en volumen de alcohol, muestran síntomas de ataque del hongo.

Compacidad

La compacidad se refiere a la proximidad de las bayas contiguas en el racimo, cuando los granos se encuentran apretados existiendo un íntimo contacto, pudiendo incluso llegar a perder su forma ovalada, la compacidad es alta. En cambio, cuando están visiblemente separadas y conservan su forma, la misma es baja, este es el caso de la variedad Moscatel de Hamburgo (Ferraro Olmos, 1998).

Existe un componente varietal en cuanto a la compacidad que presentan los racimos, aquellas que presentan una mayor compacidad y menor grosor de la cutícula suelen tener mayor susceptibilidad al ataque de patógenos. La alta presión que reciben las bayas durante el crecimiento de las mismas al estar muy juntas, genera que se produzcan pequeñas grietas que facilitan la entrada del hongo (Arias 1992, Bitón 2003).

Por su parte Ferrer et al. (2003), estudiando la sensibilidad de distintas variedades frente a la incidencia de *Botrytis cinerea*, observaron que variedades como Tannat, con una alta compacidad de sus racimos presenta mayor sensibilidad frente al ataque del hongo que las variedades Cabernet Sauvignon y Merlot, las cuales presentan menor compacidad en sus racimos.

2.4.4.2. Podredumbre gris

En zonas climáticas templadas-húmedas, la producción vitivinícola enfrenta serios desafíos para su producción dando principalmente por la incidencia de podredumbres de racimo. *Botrytis cinerea* es el agente causal de

la conocida podredumbre gris en la vid, considerada como uno de los principales problemas (Latorre 1986, Ferrer et al. 2009).

Los daños ocasionados por el ataque del hongo, pueden llegar a mermar el rendimiento en el orden del 30%, también la uva afectada disminuye su calidad dado por la acción de enzimas polifenol oxidasas (Laccasa), que afecta notoriamente el resultado de los mostos obtenidos (La Torre 1986, Bitón 2003, Hidalgo 2009).

El ataque del patógeno puede observarse en partes florales, brotes y bayas, siendo en estas últimas la de mayor relevancia por su impacto sobre la materia prima. La infección puede darse durante floración, infectando los restos florales senescentes y en maduración (Bitón, 2003).

El ciclo del hongo comienza durante la primavera, momento en el cual ocurre la floración. La infección temprana estas, se traduce en una necrosis con una posterior caída de las floreares, mientras que, si la infección es tardía en el ciclo de la floración, el hongo permanece en forma latente y retoma su crecimiento durante la maduración (Latorre 1986, Aira et al. 2009).

Durante el período invernal, el hongo permanece bajo forma de esclerotos (estructura de resistencia) sobre la superficie del suelo. Estas estructuras pueden ser transportadas a otras partes del terreno por movimiento de tierra, transporte de maquinaria o en restos vegetales. Su germinación depende principalmente de la temperatura, encontrándose el óptimo en un rango entre 18 y 23° C (Arias 1992, Agrios 1995, Hidalgo 2009).

Entre los factores climáticos que inciden sobre el desarrollo de *Botrytis cinerea*, se encuentran la temperatura con su óptimo de 20° C, humedad relativa cercana al 90% y presencia de agua libre para facilitar la penetración u la diseminación (Agrios, 1995).

Ferrer et al. (2001), en su trabajo observaron que lluvias previas al momento de cosecha, generan una aparición de podredumbres de una magnitud y con una tasa de aparición muy elevada.

Según Bitón (2003), la exposición de los racimos a la luz solar, genera una disminución significativa del ataque de *Botrytis cinerea*, este efecto se explica por el aumento de la temperatura a nivel de las bayas que disminuye la humedad y la presencia de agua libre.

2.4.4.3. Podredumbre ácida

La podredumbre ácida en la vid es una enfermedad que está asociada a un complejo de microorganismos el cual incluye levaduras, bacterias y hongos filamentosos (Rodríguez-Romera et al., 2010).

Existen diversas opiniones sobre cuál es el rol que juegan cada uno de los agentes que están involucrados en este tipo de podredumbre. Los hongos filamentosos para autores como Latorre et al. (2002), tienen un papel principal en las causantes de podredumbre, mientras que las levaduras quedan relegadas a un segundo plano.

En las variedades tintas las bayas afectadas toman una coloración marrón violácea, perdiendo su contenido de forma gradual pudiendo encontrarse partes de racimos momificadas fechas cercanas a la cosecha. Los daños más notorios se producen en verano, sobre todo en la época comprendida entre envero y cosecha (Reynier, 2005).

Condiciones de alta temperatura y humedad persistentes generan una explosión en el desarrollo de la epidemia, mientras que períodos sin lluvias y con baja humedad detienen el crecimiento de la población notoriamente (Reynier, 2005).

Los daños pueden ser directos sobre los racimos en el campo, produciendo una disminución importante en la producción, o sobre el mosto y el vino. En este último caso perjuicios se deben a una disminución en la calidad del producto obtenido a partir de uva infectada, detectándose una elevación por encima de los rangos esperables de la acidez volátil, además de producirse aromas desagradables (Rodríguez-Romera et al., 2010).

Como primera medida cultural para evitar el ataque de la podredumbre ácida, es la reducción del follaje como forma de control del vigor, además de favorecer la aireación en la zona de los racimos de forma tal que el microclima no sea favorable para el desarrollo de la enfermedad. Por otra parte, evitar las heridas en los racimos es fundamental para no generar posibles puertas de entrada para los diferentes organismos (Reynier, 2005).

2.4.5. Prácticas agronómicas como forma de control de *Botrytis cinerea*

El control cultural sobre las podredumbres de racimo ha sido sujeto de estudio de diversos autores (Smart et al. 1982, Smart y Robinson 1991, Reynier 2005, Echeverría 2017).

Dada la situación actual, donde cada vez son menos los fungicidas permitidos en razón de la inocuidad alimentaria y el impacto ambiental, y además el hecho de que *Botrytis cinerea* ha generado resistencia a algunos de los principios activos más utilizados, es necesario el desarrollo de prácticas no químicas para lograr el control de esta enfermedad.

El objetivo está enfocado en la obtención de racimos más pequeños, poco compactos y en la reducción del vigor de las plantas, de forma tal que el microclima de la canopia sea el menos favorable posible para el desarrollo de enfermedades de racimo (Emmett et al., 1994).

Las condiciones productivas y climáticas de la principal zona vitícola de Uruguay, hacen difícil alcanzar este objetivo agronómico. Con un régimen pluviométrico isohídrico, precipitaciones que superan los 1100 mm anuales, suelos con gran desarrollo y muy fértiles (Brunosoles y Vertisoles) capaces de almacenar un gran volumen de agua, hacen que el control de desarrollo vegetativo no sea una tarea fácil.

2.4.5.1. Deshojado

El objetivo de la gestión del follaje ha ido cambiando conforma los años pasaron. En un comienzo el objetivo era controlar el crecimiento vegetativo además de aumentar la exposición de los racimos a la luz solar, para generar cosechas de mejor calidad (Champagnol, 1984).

Más tarde se observó que esta práctica generaba condiciones menos favorables para el desarrollo de hongos, más específicamente *Botrytis cinerea* (Hunter et al. 2002, Carrosio et al. 2005).

La práctica consiste en la eliminación de las hojas basales de los pámpanos, dejando libre de ellas la zona fructífera. Esto genera un ajuste en la relación fuente/fosa, modificando el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo (Tardaguila y Bertamini, 1993).

El deshojado mejora notoriamente la ventilación y la exposición de los racimos dificultando el desarrollo de hongos fitopatógenos. Además, se observa una mayor eficiencia en la aplicación de productos fitosanitarios, dado que no existen capas de hojas que dificultan la llegada al racimo (Bgicevic et al., citados por Arrillaga, 2017).

English et al. (1989) en su trabajo demostraron el cambio que generaba la remoción de las hojas sobre el microclima de la canopia cercano a la zona de

los racimos. La velocidad del viento aumenta notoriamente en los tratamientos deshojados.

Algunos de los efectos más notables descritos por Balsari y Scienza (2004), refieren al mejoramiento de la calidad de la uva, como puede ser el aumento de la velocidad de maduración, dado por un aumento en la temperatura a nivel de la zona de los racimos. Por otra parte, la exposición de las bayas a la radiación solar, facilita la síntesis de compuestos polifenólicos, lo que determina una mayor coloración de las bayas sobre todo en variedades tintas.

Estudios realizados por Kliewer et al. (1988), muestran el efecto del deshojado en diferentes momentos del ciclo de la planta. Los tratamientos con deshojado más severo modifican la composición de las bayas, con una clara reducción de la acidez titulable, explicado principalmente por la degradación del ácido málico. También se observa un descenso del pH y una menor concentración de potasio, derivado de la mayor exposición de los racimos a la luz solar.

En casos donde se eliminan las hojas basales con el fin de mejorar el microclima de la canopia, puede darse que la acumulación de sólidos solubles se vea afectada negativamente. Pero en casos de viñedos con baja superficie foliar expuesta, donde existe gran cantidad de hojas sombreadas por follajes muy densos, la acumulación de estos compuestos también es menor (Muñoz, 1999).

Gutiérrez (2002), en deshojes realizados en cuajado halló niveles significativamente mayores de sólidos solubles, antocianos y fenoles, respecto al testigo sin deshojar y al deshojado en enero. La explicación a estos diferentes niveles de concentración de los compuestos, puede deberse a diferencias en el peso de las bayas, que generan un cambio en la relación de pulpa/hollejo.

El deshojado permite una mejora en los componentes del rendimiento. Deshojados tardíos (enero) muestran mayores rendimientos por un efecto compensatorio en el peso del racimo, en comparación con el deshojado temprano (cuajado) y el testigo (Percival et al., 1994).

2.4.5.2. Deshojado precoz

Esta técnica a diferencia de otros tipos de deshojados, involucra la remoción de hojas en la zona de los racimos en el momento fenológico previo a la floración. Diversos son los autores que estudiaron su efecto sobre la uva y el

vino, comenzaron en España, pero al poco tiempo se expandió al resto de las zonas vitivinícolas del mundo (Poni et al. 2005, 2006, Tardáguila et al. 2006, Sabbatini y Howell 2010, Diago 2010).

El objetivo principal de esta técnica es la regulación de la producción de uva, mediante el estrés generado por la eliminación de hojas en una etapa muy temprana del cultivo. El parámetro que más se afecta es la disponibilidad de asimilados, lo cual es muy crucial en la etapa previa a la floración (Diago, 2009).

La remoción de hojas basales de cada pámpano determina un cambio en la dinámica de la distribución de asimilados en la planta. Petrie et al. (2003), en su estudio demostraron que la parte basal del follaje es la que contribuye en mayor medida a la producción de fotoasimilados, lo que explica la disminución del rendimiento considerable en casos donde se realiza deshojes intensos.

Poni et al. (2006), en su trabajo sobre las variedades Barbera, Trebbiano y Sangiovese, lograron encontrar evidencia del efecto del deshojado precoz sobre el número y tamaño final de las bayas del racimo. Una menor disponibilidad de asimilados determinó racimos más pequeños y menos compactos, lo que se traduce en una reducción del rendimiento del orden de 20% y menor incidencia de *Botrytis cinerea*, para todos los tratamientos deshojados. Por otra parte, se observó una mayor respuesta a la acumulación de sólidos solubles, antocianos y polifenoles.

Distintos trabajos han demostrado el efecto positivo que tiene el deshojado precoz sobre los parámetros de composición de la baya, aumentando la acumulación de azúcares, acidez titulable y pH. En cuanto a la acumulación de los compuestos sensoriales que se vinculan tanto a los aromas como al color, también se vieron favorecidos en los tratamientos deshojados con respecto a los tratamientos testigo (Poni et al. 2006, Diago 2009).

En cuanto a la sanidad, Diago (2010) en su estudio encontró que, en años lluviosos, los tratamientos deshojados mejoraron su sanidad entre un 54% y un 58%, debido a la obtención de racimos más laxos que permiten una mayor circulación de aire a través de ellos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL VIÑEDO

3.1.1. Descripción

El ensayo fue instalado en un viñedo comercial del cultivar Tannat, perteneciente al Establecimiento Junico, ubicado en el departamento de Canelones sobre la ruta nacional No. 5 km 38, durante la temporada 2016-2017.

La parcela del ensayo está constituida por plantas del cultivar Tannat (*Vitis vinífera* L.) injertadas sobre SO4 (*Vitis Berlandieri* P. x *Vitis Riparia* M.), que fueron implantadas en el año 1999. El sistema de conducción del viñedo es en espaldera, constituido por cuatro hileras de alambres, el primero de ellos ubicado a 70 cm del suelo, al cual le siguen el segundo, tercer y cuarto alambre separados 35 cm entre ellos. El tipo de poda realizada es Guyot bilateral o poda larga, con un número promedio de 7 yemas por cargador.

El marco de plantación es de 2,5 metros de distancia entre filas y 1,25 metros entre plantas, lo que determina una densidad de plantación de 3200 plantas/ha. El cuadro presenta una pendiente promedio de 2% y la orientación de las filas es Noroeste-Sureste, el manejo de la entrefina es con cobertura vegetal permanente, se realizan cortes con rotativa cuando alcanza una altura moderada. En tanto que la fila se deja libre de vegetación, mediante aplicación de herbicidas.

3.1.2. Manejo sanitario

El control químico fue definido por la empresa según la variedad y destino productivo con un total de 16 aplicaciones durante el ciclo 2016-2017. Las aplicaciones para el control de *Botrytis* sp. se realizaron en dos momentos considerados clave como es el caso de caída de caliptra (principio activo: metiltiofanato) y pre-cierre de racimo (principio activo: pyrimetanil).

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue DBCA (Diseño en Bloques Completos al Azar), para el cual se definieron tres repeticiones por tratamiento. Cada uno de los bloques está formado por catorce plantas, lo que se traduce en un total de cuarenta y dos plantas por tratamiento.



Figura No. 3. Diseño del ensayo detallando bloques y repeticiones

3.2.1. Tratamientos

- ◆ Testigo Comercial (TC): tratamiento de referencia, el cual recibe el manejo que realiza la empresa habitualmente. Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.
- ◆ Ethephon 1 (ET1): aplicación de ácido-2-cloretilfosfónico a una dosis de 360 ml/ha, en cuajado-cierre de racimo (estado 32 Eichhorn y Lorenz). Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.
- ◆ Ethephon 2 (ET2): aplicación de ácido-2-cloretilfosfónico a una dosis de 360 ml/ha, en envero (estado 35 Eichhorn y Lorenz). Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.
- ◆ Prohexadione cálcico (Reg): aplicación de prohexadione cálcico a una dosis de 1500 ml/ha, en floración (estado 23 Eichhorn y Lorenz) y 30 días después. Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.
- ◆ Deshojado pre-floración (DPF): deshojado temprano, previo a floración (estado 17 Eichhorn y Lorenz). Se remueven las primeras 7 hojas de cada brote, incluyendo feminelas.

- ◆ Ácido abscísico 200 ml/ha (ABA2): aplicación de ácido abscísico (PROTONE®) a una dosis de 200 mg/ha en envero (estado 35 Eichhorn y Lorenz). Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.
- ◆ Ácido abscísico 400 ml/ha cuajado (ABA4c): aplicación de ácido abscísico (PROTONE®) a una dosis de 400 mg/ha en cuajado (estado 32 Eichhorn y Lorenz). Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.
- ◆ Ácido abscísico 400 ml/ha (ABA4): aplicación de ácido abscísico (PROTONE®) a una dosis de 400 mg/ha en envero (estado 35 Eichhorn y Lorenz). Deshojado en zona de racimos a partir de cuajado.

Cuadro No. 1. Tratamientos

Tratamiento	Sigla	Objetivo
Testigo comercial	TC	Referencia
Ethephon 1	ET1	Raleado de bayas y/o partes de racimos
Cuajado-cierre racimos		
Ethephon 2	ET2	Adelanto de maduración
Envero		
Prohexadione cálcico	Reg	Reducción de tamaño de baya
Deshojado pre-floración	DPF	Raleo de pequeños frutos
Ácido abscísico 200 ml/ha envero	ABA2	Adelanto de maduración
Ácido abscísico 400 ml/ha envero	ABA4	Adelanto de maduración
Ácido abscísico 400 ml/ha cuajado	ABA4C	Raleo de pequeños frutos y Adelanto de maduración

3.2.2. Seguimiento de fenología

Con el objetivo de determinar los distintos momentos fenológicos y así aplicar los tratamientos en el momento adecuado, se utilizó el fenograma propuesto por Eichhorn y Lorenz (Coombe, 1995). El seguimiento de la evolución fenológica comenzó a partir del de desborre y continuó semanalmente, hasta la cosecha.

3.2.3. Determinación de tratamientos químicos

Las distintas aplicaciones de los productos, se realizaron con una atomizadora de mochila marca Sr200 (Sthil ®), cuya capacidad máxima en el tanque es de 14 litros. Para el cálculo de las dosis fue necesario tomar en cuenta la superficie de hojas sobre la que debería ser aplicado cada tratamiento.

Para el cálculo de la superficie foliar donde los productos deberán ser aplicados, se consideró la zona de 50 centímetro comenzando desde el primer alambre de poda y para ambas caras del follaje. Esto determinó una superficie total de 52,2 m² por tratamiento.

- Distancia entre plantas: 1,25 m
- Número de planta/ bloque: 14
- Número de repeticiones: 3
- Altura del follaje: 0,5m

$$\text{Superficie foliar} = 1,25 * 14 * 0,5 * 2 * 3 = 52,5 \text{m}^2$$

Para realizar una correcta aplicación se ajustaron las recomendaciones de concentración de principio activo y gasto de agua, indicadas por el fabricante para una superficie foliar máxima de 8000 m² /ha, con la superficie realmente aplicada para cada tratamiento (52,2 m²).

Por otra parte, la calibración de la velocidad de avance (Vav) se realizó previamente, calculando cual era el gasto de agua al recorrer una distancia conocida a paso de hombre.

Con el fin de lograr una correcta aplicación se procedió a preparar el doble del volumen calculado a aplicar para cada tratamiento en el tanque de la atomizadora, para así cubrir pequeños déficits de aplicaciones que pudieran surgir principalmente por la velocidad de avance. Se corrigió el pH del agua con ácido fosfórico, para disminuir riesgos de problemas dados por la interacción entre los productos y el agua con alto contenido salino.

En cuajado y previo a aplicar los tratamientos químicos, se realizó un deshojado de intensidad moderada en la zona donde se encuentran los racimos.

Cuadro No. 2. Aplicación de los tratamientos

Tratamiento químico	ET1	ET2	ABA2	ABA4	ABA4c	REG	
Estadio fenológico de aplicación	32	35	35	35	27	25	33
Dosis/ha	360ml	360ml	200ml	400ml	400ml	1500 ml	1500 ml
Sup foliar máx. (m ²)	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Sup foliar a tratar (m ²)	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5
Concentración ensayo (ml o mg)	2,15	2,15	1,31	2,62	3,9	23,6	23,6
Concentración en tanque (ml o mg)	4,3	4,3	2,62	5,24	7,8	47,2	47,2
No. de difusor	2	2	4	4	4	6	6
Gasto de agua (ml)	1600	1600	6300	6300	6300	8750	8750
Vav (km/h)	2,86	2,86	2,1	2,1	2,1	1,98	1,98

3.3 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

3.3.1 Variables a nivel de meso-escala

Para cuantificar variables de clima a nivel de meso-escala, se recabaron datos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) “Las Brujas” que cumple con las normas propuestas por la Organización Mundial de Meteorología (OMM). La estación se encuentra a 11,7 km de distancia del ensayo, por lo que sus datos se ajustan a lo ocurrido durante el periodo de experimentación. Se tomaron registros de precipitaciones, temperaturas medias, máximas y mínimas y humedad relativa.

3.3.2 Microclima de la canopia

3.3.2.1 Temperatura y humedad

Para los tratamientos DPF, TC, Reg y ET1, se instalaron sensores automáticos de temperatura y humedad, HOBO Pro v2 U23-001 ONSET

Computer Corp.MA, USA, sobre el alambre de poda el día 12/12/2016 (cierre de racimos). Los registros de humedad relativa y temperatura se tomaron a intervalos de 1 hora.

3.3.2.2 Intensidad de luz

Para el caso de tratamientos como DPF y Tc se tomaron medidas de intensidad de luz, con un ceptómetro marca SunScan Canopy Analysis System type SS1.

Con este instrumento se cuantificó la llegada de luz a la zona de los racimos, las medidas se tomaron al mediodía del 22/12/2016 (estado fenológico aproximado), encontrándose el cielo totalmente despejado.

3.3.3 Índices bio-climáticos

Se aplicaron los tres índices del Sistema de clasificación climática multicriterio determinado por Tonietto y Carbonneau (2004).

3.3.3.1 Índice de sequía (IS)

Este índice fue propuesto por Riou (1994), el cual se basa en la estimación de la disponibilidad hídrica que tiene el cultivo durante los meses en los que se da el desarrollo vegetativo y reproductivo. Tiene en cuenta la capacidad de reserva de agua del suelo y el coeficiente del cultivo. La determinación de este índice radica en que la alimentación hídrica del cultivo en etapas cruciales, determinan la calidad enológica de la uva en gran medida. En el estudio se utilizó el IS adaptado por Ferrer (2007) que propone utilizar el potencial de agua disponible del suelo estimado para el sitio estudiado como W_o , en lugar de usar un valor estándar de 200 mm

3.3.3.2 Índice heliotérmico (IH)

Huglin (1998) propone este índice con el propósito de cuantificar la cantidad de calor recibido por la planta durante el período vegetativo, momento en el cual la fotosíntesis se encuentra en plena actividad. Para el caso de la vid la temperatura biológicamente aceptable es a partir de los 10°. Para las condiciones de Uruguay, el ciclo del cultivo se comprende entre el 1 de setiembre y el 28 de febrero.

3.3.3.3. Índice de frescor de noches (IF)

Índice propuesto por Tonietto y Carbonneau (1998), evalúa la temperatura mínima promedio para el mes previo a la cosecha. Teniendo en cuenta que es un indicador clave para la síntesis de metabolitos secundarios, como son los polifenoles y aromas. Para las condiciones de Uruguay se considera el mes comprendido entre el 15 de febrero y el 15 de marzo.

3.4. EVALUACIONES DE INDICADORES FISIOLÓGICOS

3.4.1. Parámetros de crecimiento vegetativo

3.4.1.1. Point quadrat

Mediante este método se realiza una descripción de la distribución de los racimos expuestos e internos, así como del número de capas de hojas. También se cuantifica el número de pámpanos y los espacios vacíos. El método utilizado fue el propuesto por Smart y Robinson (1991).

3.4.1.2. Superficie foliar expuesta potencial (SFEp)

Se utilizó el método propuesto por Carbonneau (1995). Mediante la utilización de una pantalla blanca puesta por detrás de las plantas y un posterior registro fotográfico, se calculó el porcentaje de la canopia.

3.4.1.3. Partición de materia seca

Para la determinación de este parámetro se tomaron pámpanos (tres por cada repetición) y se tomaron medidas del peso fresco de cada uno de sus componentes (racimo, hoja y pámpano). Posteriormente se colocaron en estufa a 60° C hasta que su peso fuera constante y se registró el peso seco de cada componente, obteniendo posteriormente el porcentaje de materia seca sobre el peso fresco.

3.4.1.4. Peso de poda

Para las plantas pares de los tratamientos TC, DPF, ET1 Y Reg, se registró el peso de poda de madera del año. La poda fue realizada durante el mes de julio posterior a la cosecha.

3.4.2. Estimación del rendimiento

3.4.2.1. Número y peso de racimos

Al momento de cosecha se cuantificó el número de racimos de cada planta y el peso de los mismos. Además, se clasificaron en dos categorías: enfermos y sanos; posteriormente se tomó el peso de cada categoría. Para esta estimación se evaluaron un total de 7 plantas de número par de cada repetición, sobre las cuales no se sacaron bayas o racimos para otras evaluaciones en el transcurso del experimento.

3.4.2.2. Compacidad de racimo

Esta medida se realizó en dos momentos: envero y cosecha, para los tratamientos TC, DPF, ET1 Y Reg. El valor de compacidad se estimó de forma visual según los valores propuestos por Ipach et al., citados por Molitor et al. (2011), sobre racimos tomados de plantas impares. En envero se tomaron 3 racimos por repetición se registró: ancho (cm), largo (cm) y peso de raquis (g), peso de racimo (g) y número de bayas. En cosecha se evaluaron 10 racimos por repetición y se determinó ancho (cm), y largo (cm) de raquis y peso de racimo (g).

3.4.3. Parámetros de composición

3.4.3.1. Evolución de la maduración de la uva

A partir de envero se comenzó con el seguimiento de la maduración de las bayas. Semanalmente se recolectaron 250 bayas al azar de cada repetición, tomadas de distintas partes del racimo y de todas las plantas, según el método propuesto por Carbonneau (1995). Posteriormente, en el laboratorio de Facultad de Agronomía se realizaron análisis de acidez titulable, sólidos solubles y pH, para determinar la madurez tecnológica.

- ◆ Sólidos solubles: su determinación se realizó por refractometría con refractómetro marca ATAGO® No. 1, Brasil, expresando el resultado en °Brix.
- ◆ Acidez total: se determinó mediante titulación de NaOH 0,1 N, el reactivo utilizado fue azul de bromotimol. El resultado se expresa en gr. de H₂SO₄/lt de mosto

- ◆ pH: la medida fue registrada por potenciometría con un peachímetro marca Hanna

3.4.3.2. Análisis de polifenoles

La composición fenólica, fue analizada en cosecha mediante la utilización de un espectrofotómetro modelo Shimadzu UV-1240 Mini (Shimadzu Crop., Japón). Se procedió a medir la absorbancia de 420nm con una celda de 1mm, para cuantificar el potencial de antocianos (ApH1) y los antocianos fácilmente extraíbles (ApH3,2), según método propuesto por Glories (1984), con modificaciones según González-Neves (2006).

El índice de polifenoles totales (IPT) se estimó mediante medida de absorbancia a 280 nm.

3.5. ÍNDICES DE RESPUESTA

3.5.1. Fertilidad de yemas

Para los tratamientos TC, DPF y Reg, se midió la fertilidad de yemas durante la floración posterior a la cosecha (mes de noviembre del 2017). Se cuantificó el número de yemas brotadas y el número de racimos por yema.

3.5.2. Índice de Ravaz

Este índice es un indicador del equilibrio de las plantas, ya que relaciona la producción de fruta y madera por planta (Ravaz, citado por Champagnol, 1984). Permite conocer el equilibrio vegetativo/reproductivo de las plantas.

3.5.3. Potencial hídrico de base

Esta técnica fue propuesta por Scholander et al. (1965), la cual permite conocer cuál es el estatus hídrico de la planta en distintos momentos fenológicos. En el ensayo se tomaron medidas desde floración en adelante con una periodicidad de 15 días. Se utilizó la cámara de presión propuesta por los autores, durante las primeras horas del día y antes del amanecer. Los tratamientos evaluados fueron TC y DPF.

3.5.4. Superficie foliar y rendimiento

Este índice permite estimar la relación fuente-fosa La relación entre la superficie foliar expuesta (m^2/planta) y el rendimiento (kg/planta), permite obtener información sobre el potencial de la planta de producción de fotoasimilados y su disponibilidad para la fruta. El índice fue propuesto por Carbonneau (1995).

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el software estadístico InfoStat 2014. Para estimar medias de tratamientos y sus respectivas comparaciones se realizaron análisis de varianza (ANAVA) para las variables de interés. Para la comparación entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha= 0.05$).

4. RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

4.1.1 Principales índices bioclimáticos

4.1.1.1 Índice heliotérmico (IH)

Considerando el ciclo comprendido entre el 1/09/2016 y el 28/02/2017, se calcula la acumulación de grados día por encima de 10 °C (G10) ya que es la temperatura mínima para que se den los procesos metabólicos principales en el cultivo de vid. En este caso la acumulación de grados día fue de 2296,6 °G10 correspondiente a la categoría “Templado cálido” según la definición de Tonietto (1999). Este valor se sitúa por encima del valor histórico registrado para la región de estudio, según lo definido por Ferrer et al. (2007) que la clasifican como “Templado”. Lo que determina que la temperatura durante el ciclo anual fue favorable para el desarrollo de los procesos metabólicos con normalidad, es decir sin restricciones heliotérmicas para la maduración de Tannat.

4.1.1.2 Índice de sequía (IS)

A modo de evaluar la evolución del índice de sequía durante el ciclo anual de la vid, se consideró la capacidad de almacenar agua del suelo correspondiente al tipo Brunosol subéutrico en 110 mm (Wo). La evolución de esta índice muestra un buen abastecimiento hídrico durante toda la temporada del cultivo, llegando a ser excesivo en etapas donde los requerimientos son menores a los aportados por las precipitaciones, tal como reportan Fourment et al. (2013) para la región donde se realiza el ensayo, denominándola como sub-húmeda. Los autores también nombran que para temporadas con abastecimientos hídricos excesivos los resultados de los vinos obtenidos son de peor calidad por un efecto de dilución de los componentes de las bayas, además de un crecimiento vegetativo desmedido.

Cuadro No. 3. Índice de sequía

Mes	(mm)	ETP (mm)	Kc	TV	JPm	ES	IS
setiembre	67.1	62.6	0.1	6.26	13.42	33.35	137.9
octubre	88.8	90.8	0.1	9.08	17.76	50.72	139.00
noviembre	96.2	122.5	0.3	36.75	19.24	74.26	95.19

diciembre	129.9	150.2	0.5	75.1	25.98	72.05	77.94
enero	148.7	141.6	0.5	70.8	29.74	45.81	110.03
febrero	100.3	111	0.5	55.5	20.06	39.76	115.04

El valor de índice de sequía correspondiente a 115.04, se ubica dentro de los valores asignados para la definición de región sub-húmeda.

4.1.1.3 Índice de frescor nocturno (IF)

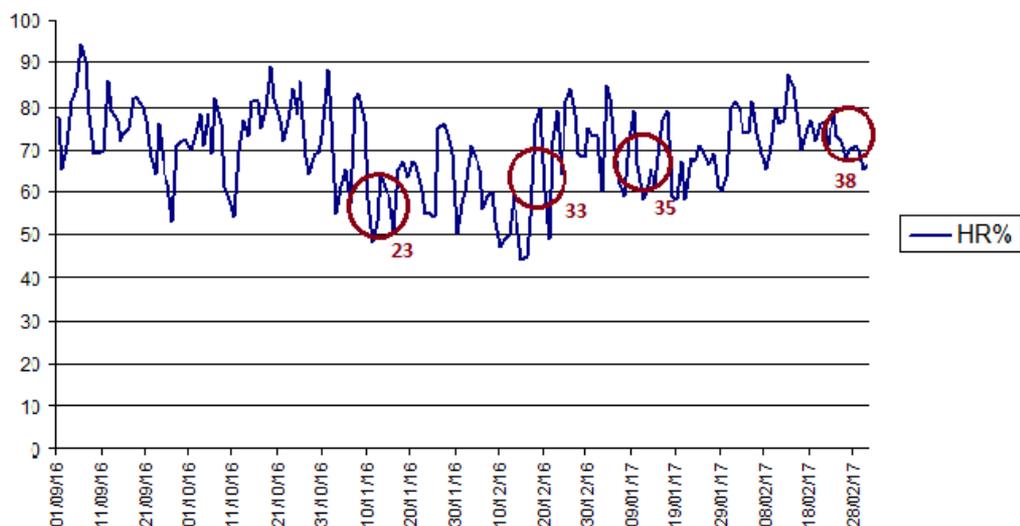
Para evaluar este índice se toman en cuenta los 30 días previos a la cosecha, donde se sintetizan la mayor cantidad de metabolitos secundarios. Para el caso de Uruguay está comprendido entre el 15/2 y el 15/3.

Los resultados arrojan un valor de 19,2 °C para el índice de frescor nocturno, lo cual indica que las noches fueron cálidas, según las clases propuestas por Tonietto (1999) cuando las temperaturas son superiores a 18 °C.

4.1.2 Precipitaciones, humedad relativa y evolución de temperatura media

Los valores de estos parámetros toman relevancia en estados donde el ataque de patógenos es más frecuente, ellos son: floración (25 Eichhorn y Lorentz), cierre de racimo (33 Eichhorn y Lorentz), envero (35 Eichhorn y Lorentz) y pre-cosecha (38 Eichhorn y Lorentz).

Para el caso de la humedad relativa, como se observa en la figura No. 4 esta toma valores entre 50-60% durante la floración y luego entre cierre de racimo y envero se mantiene entre 60-70% si bien existen valores superiores. Para la semana previa a cosecha existe un leve aumento en el valor llegando a registros de 80%.

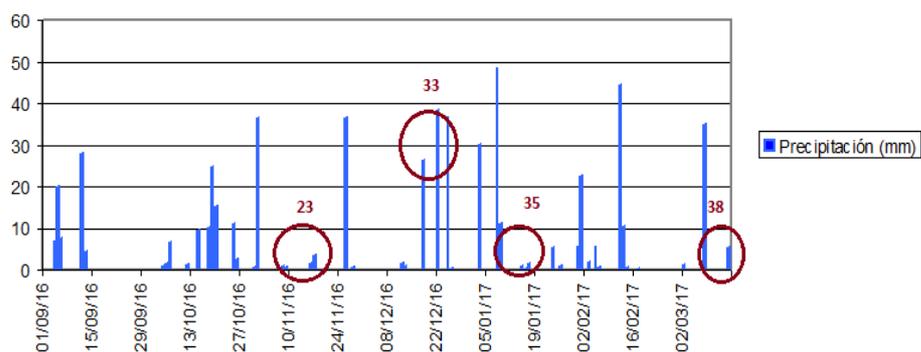


Principales estadios fenológicos (23, 33, 35 y 38) según fenograma de Eichhorn y Lorentz modificado por Coombe (1995).

Figura No. 4. Evolución de la humedad relativa (%) durante ciclo del cultivo
Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS (2016)

En cuanto a las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo comprendido entre el 01/09/2016 al 15/03/2017, se puede observar que esta fue de 635,4 mm, lo cual se sitúa por encima de la media histórica (550 mm), para el período correspondiente.

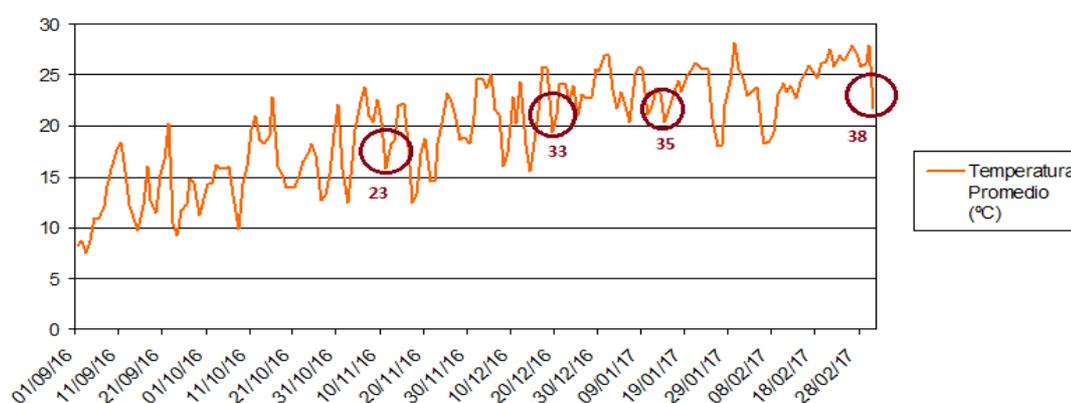
Durante los meses entre diciembre 2016 y febrero 2017, se acumularon el 60% de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo, lo que corresponde a 383,3 mm.



Principales estadios fenológicos (23, 33, 35 y 38) según fenograma de Eichhorn y Lorentz modificado por Coombe (1995).

Figura No. 5. Precipitaciones acumuladas (mm) durante ciclo del cultivo
Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS (2016)

En cuanto a la evolución de la temperatura, en la figura No. 6 se muestra la evolución de la misma cada 10 días. Se observa claramente que la temperatura promedio no supera los 30° C. Para el mes de febrero (maduración) la temperatura máxima registrada fue de 33° C, mientras que la mínima de 12,6° C y la media de 24° C.



Principales estadios fenológicos (23, 33, 35 y 38) según fenograma de Eichhorn y Lorentz modificado por Coombe (1995).

Figura No. 6. Evolución de la temperatura promedio (°C) durante el ciclo de cultivo

Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS (2016).

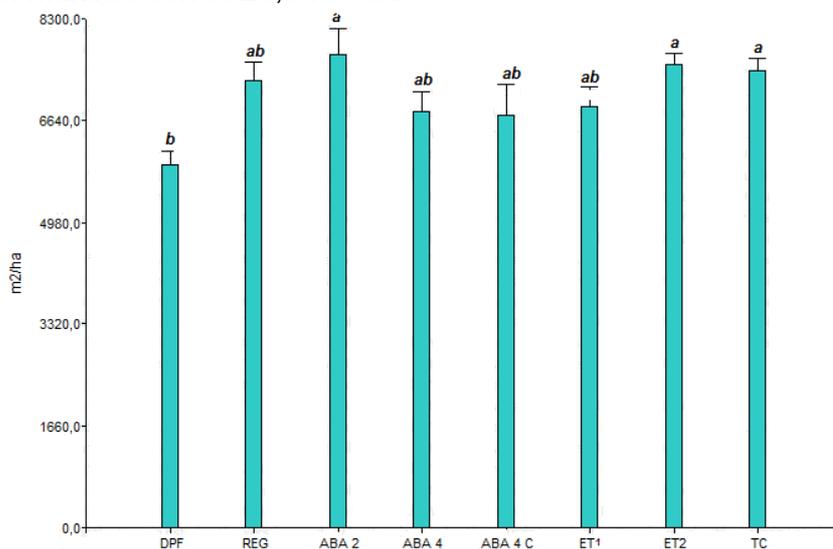
Para la semana previa a floración (23 E y L), se registraron precipitaciones de 37,2 mm, humedad relativa promedio de 65% y temperatura media de 12,6° C. Mientras que para fechas cercanas a cosecha (10 días previos), la humedad relativa tomó valores de 70%, las precipitaciones fueron de 35,9 mm y la temperatura media registrada de 25° C. Los eventos climáticos en esos estadios fenológicos son determinantes para infección de racimos por *Botrytis* sp.

4.2 PARÁMETROS VEGETATIVOS

4.2.1 Superficie foliar expuesta potencial (SFEP)

La superficie foliar expuesta potencial (SFEP) medida en enero (35 E y L) para todos los tratamientos, muestra diferencias significativas. El tratamiento DPF es el que logró el menor valor siendo este de 5914 m²/ha y el único

tratamiento que mantuvo diferencia significativa con el TC. El tratamiento ABA2 alcanzó el máximo con 7723,3 m²/ha.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 7. Superficie foliar expuesta (m²/ha) de cada tratamiento

4.2.2. Peso de poda

En cuanto al peso de poda medido en g/planta para cada tratamiento, no presenta diferencias significativas. El peso de poda es una variable relacionada al vigor vegetativo de las plantas, los tratamientos ABA2 y DPF son los que obtuvieron menor peso de poda con 786 g/planta y 813 g/planta respectivamente. Por su parte, ABA4C y TC los mayores valores con 1016 g/planta y 979g/planta.

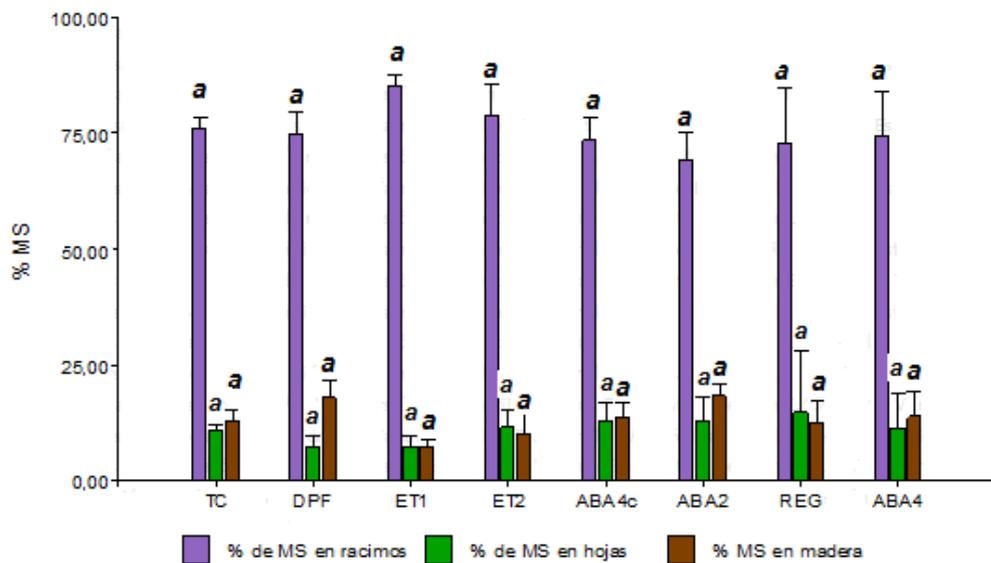
Cuadro No. 4. Peso de poda (g)

Tratamiento	Peso de poda (g)	Ranking
ABA4c	1016,05	a
TC	979,38	a
ET1	953,32	a
ABA4	933,86	a
REG	916,76	a
DPF	813,14	a
ABA2	786,05	a

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

4.2.3 Partición de materia seca

La cantidad de materia seca en madera, hojas y racimos no presenta diferencias significativas entre tratamientos. Para el caso de los racimos, el valor de materia seca se encuentra entre el 70-80%, mientras que para el caso de hojas y madera no superan el 25% cada uno.

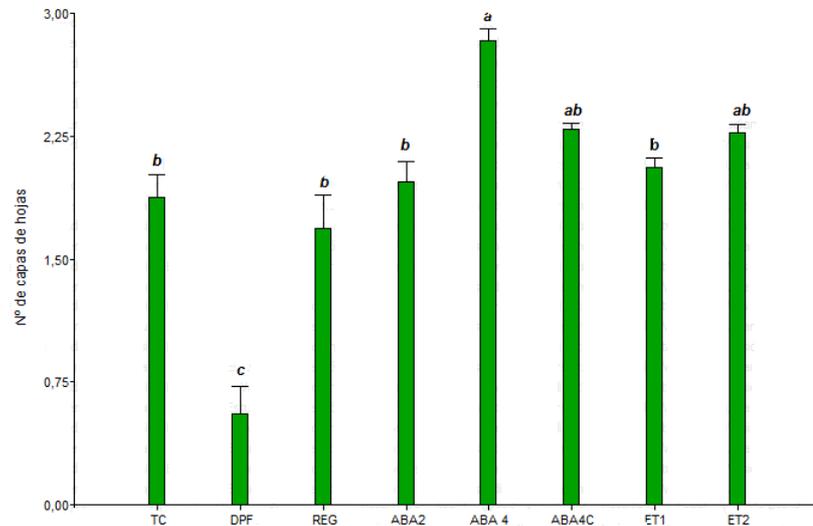


Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 8. Partición de materia seca (%) de cada órgano de la planta

4.2.4 Número de capas de hojas

El tratamiento con deshojado pre-floración fue el que obtuvo menor número de capas de hojas en la zona fructífera. Por su parte los tratamientos REG y ET1 permitieron obtener menor número de hojas, diferenciándose significativamente con respecto al testigo.



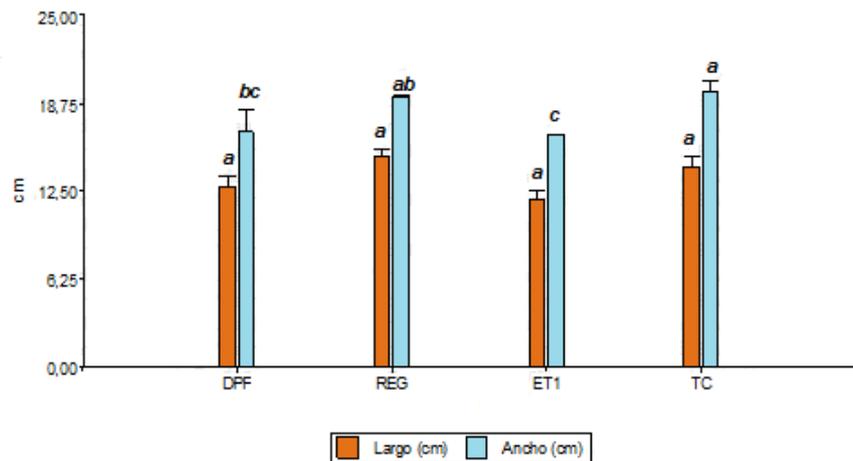
Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).
 Figura No. 9. Número de capas de hojas en la canopia

4.3 EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS FISOLÓGICOS

4.3.1 Compacidad

4.3.1.1 Dimensiones del racimo

En cuanto a los parámetros que conforman las dimensiones del racimo (largo y ancho), no se observan diferencias significativas entre los tratamientos.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).
 Figura No. 10. Dimensiones del racimo (cm)

4.3.1.2 Variables asociadas a la compacidad del racimo

La compacidad de racimo medida en cosecha tomó en cuenta tres variables que explican en gran medida la compactación de los racimos, para los tratamientos TC, REG, ET1 y DPF.

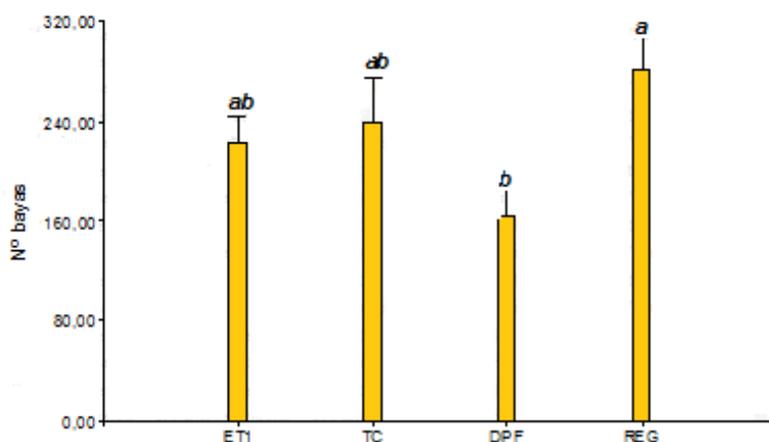
Por un lado, se registró el peso del racimo que no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Aun así, puede observarse que el tratamiento DPF fue el que obtuvo menor peso de racimo promedio.

Cuadro No. 5. Peso de racimo (g)

Tratamiento	Peso de racimo (g)	Significación estadística
TC	390,88	a
REG	371,19	a
ET1	347,3	a
DPF	275,96	a

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Por su parte, el número de bayas promedio por racimo si presentó diferencias significativas. El tratamiento REG fue el que obtuvo mayor cantidad de bayas, mientras que el tratamiento DPF el de menor, con un total de 281 y 162,67 respectivamente.

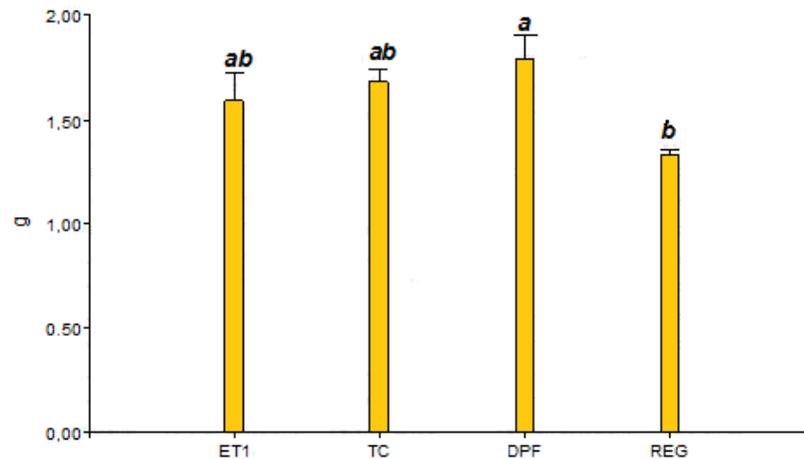


Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 11. Número de bayas promedio por racimo

Por último, cuando se analizó el peso promedio de cada baya también se observan diferencias significativas. El tratamiento DPF obtuvo un peso

promedio de baya de 1,79 g, mientras que el tratamiento REG el menor peso de baya siendo este de 1,33 g.

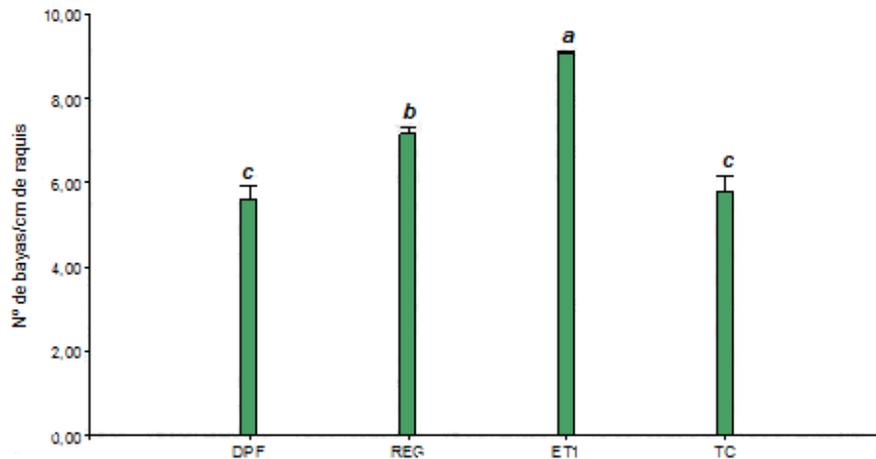


Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 12. Peso promedio de baya (g)

En síntesis, el tratamiento REG generó racimos con mayor cantidad de bayas y de menor tamaño. Por el contrario, DPF resultó en racimos, con menor número de bayas pero de mayor tamaño relativo. Promedialmente los racimos de DPF fueron los más livianos.

Otro parámetro evaluado que logra demostrar claramente la compacidad de los distintos racimos es la cantidad de bayas por centímetro de raquis. Para los mismos tratamientos esta variable presentó diferencias significativas.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 13. Número de bayas por centímetro de raquis

4.3.1.3 Evaluación visual

Por otro lado, la compacidad también se relevó evaluando el Índice de Compacidad (IC 1-5) (Ipach et al., citados por Molitor et al., 2011), siendo 1 los racimos más laxos y 5 los racimos más compactos. Para los tratamientos DPF, ET1, REG y TC no se observan diferencias significativas.

Cuadro No. 6. Índice de compacidad

Tratamiento	IC	Significación estadística
REG	4,33	a
TC	4,00	a
ET1	3,83	a
DPF	3,78	a

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

4.3.2 Parámetros asociados a la maduración: metabolismo primario

Para el estudio de los parámetros asociados a la maduración de las bayas y su evolución, se propone dividir en dos grupos los tratamientos del ensayo. Por un lado, los tratamientos con posible efecto raleador (“grupo raleadores”), compuestos por DPF, REG y ET1 por el otro lado los tratamientos con posible efecto madurador (“grupo maduradore”), entre los cuales se encuentran ABA2, ABA4, ABA4c y ET2. Ambos grupos fueron contrastados con el tratamiento testigo.

4.3.2.1 Sólidos solubles

En cuanto a la evolución en la acumulación de sólidos solubles en la baya para el grupo de tratamientos con efecto raleador, se observa que para la fecha de cosecha los tratamientos DPF y ET1 fueron los que obtuvieron mayor registro de grados Brix, siendo estos 23,47 y 23,4 respectivamente. En el primer muestreo posterior al envero, los tratamientos mostraron una tendencia similar.

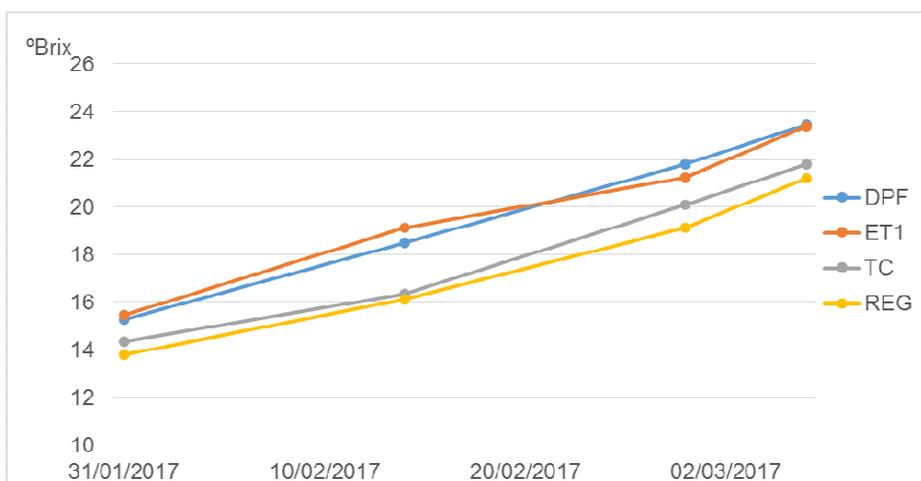


Figura No. 14. Evolución de acumulación de sólidos solubles “grupo raleadores”

Por su parte, para el grupo de tratamientos con efecto madurador se observa que en cosecha la acumulación de sólidos solubles es similar para todos los tratamientos.

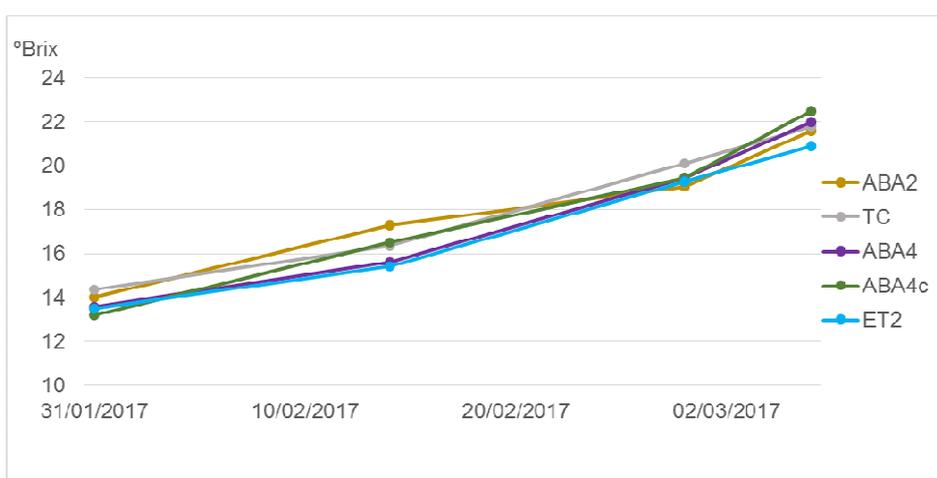


Figura No. 15. Evolución de acumulación de sólidos solubles “grupo madurador”

4.3.2.2 Acidez total

Evaluando el descenso de la acidez total, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de ambos grupos. El rango de valores que se obtiene para el momento de cosecha va desde 4,0 a 4,18 gH₂SO₄/lt.

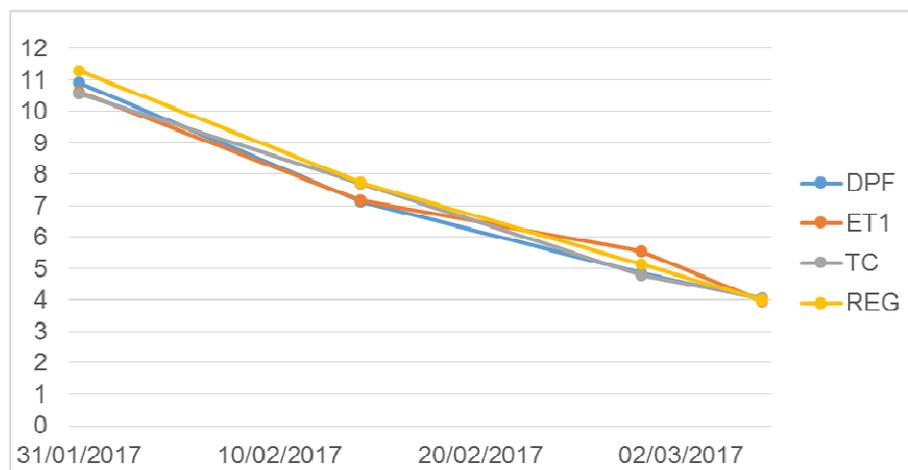


Figura No. 16. Evolución de acidez total (gH₂SO₄/lt) "grupo raleadores"

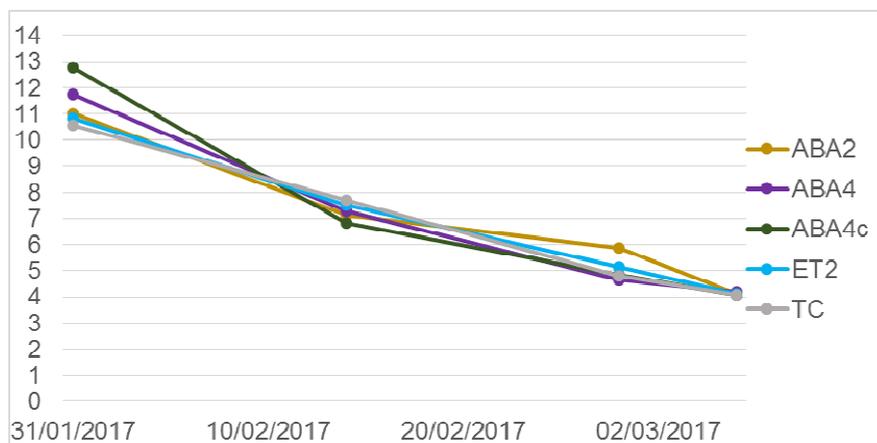


Figura No. 17. Evolución de acidez total (gH₂SO₄/lt) "grupo madurador"

4.3.2.3 pH

En cuanto a la cinética de evolución del pH, tampoco se observan diferencias significativas para los tratamientos en ambos grupos, alcanzando valores similares en cosecha.

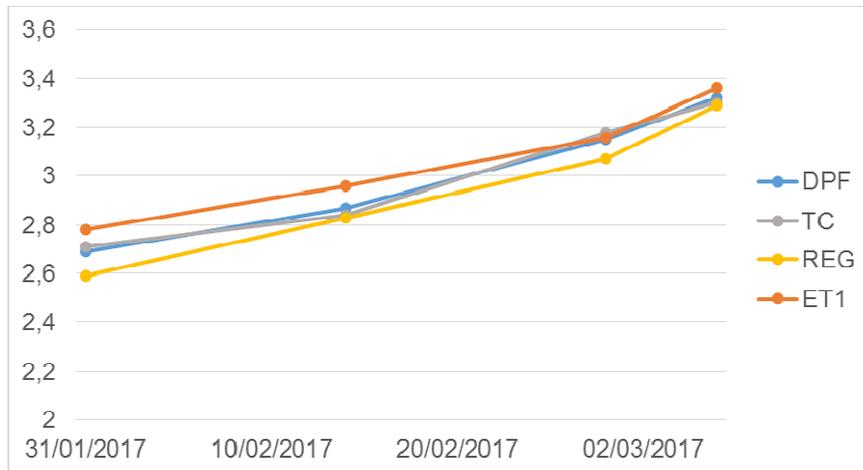


Figura No. 18. Evolución del pH "grupo raleadores"

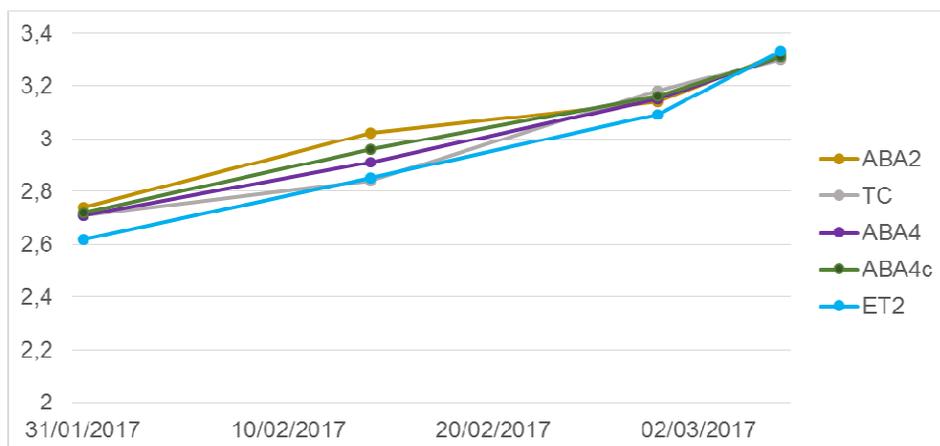
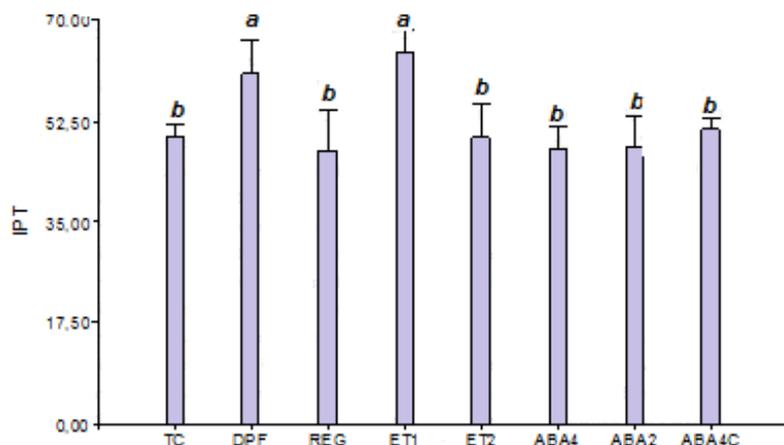


Figura No. 19. Evolución del pH "grupo madurador"

4.3.3 Parámetros asociados a la maduración: metabolismo secundario

El índice de polifenoles totales (IPT) presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey $\alpha=0,05$). Los mayores valores fueron obtenidos por los tratamientos ET1 y DPF, logrando ser del orden de 64,25 y 60,65 respectivamente.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).
 Figura No. 20. Índice de polifenoles totales (IPT)

En cuanto al potencial de antocianos (ApH1,0) el tratamiento ET1 fue el que obtuvo un mayor potencial, siendo este de 2318,86 mg/lt, seguido por el tratamiento DPF, destacándose sobre el resto (Tukey $\alpha=0,05$).

Cuadro No. 7. Potencial de antocianos (ApH 1,0)

Tratamiento	ApH 1,0 (mg/lt)	Significación estadística
ET1	2381,96	a
DPF	1869,28	b
TC	1786,09	bc
ET2	1781,54	bc
ABA4c	1706,77	bc
ABA2	1597,76	bc
REG	1580,65	bc
ABA4	1533,02	c

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Por su parte, el potencial de antocianos extraíbles (ApH 3,2) tuvo un comportamiento similar al mostrado en el caso del pH 1,0, por lo que se mantiene la tendencia y los tratamientos ET1 y DPF fueron los que obtuvieron valores más altos (Tukey $\alpha=0,05$).

Cuadro No. 8. Potencial de antocianos extraíbles (ApH 3,2)

Tratamiento	ApH 3,2 (mg/lt)	Significación estadística
ET1	1027,05	a
DPF	929,94	ab
ET2	822,27	bc

TC	819,76	bc
ABA4c	780,85	c
REG	771,79	c
ABA2	770,62	c
ABA4	733,89	c

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Independientemente de la significación estadística, los tratamientos del grupo “madurador” muestran en general una mayor concentración de polifenoles totales y antocianos (totales y extraíbles). El tratamiento REG, aún con bayas de menor tamaño, logró una menor concentración de compuestos fenólicos.

4.3.4 Componentes físicos de la baya

En cuanto al análisis de los componentes de la baya, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos (Tukey $\alpha=0,05$). Cabe destacar que el tratamiento REG en todos los parámetros evaluados (peso de hollejo, peso de pulpa y peso de semilla), obtuvo valores menores.

Cuadro No. 9. Componentes de la baya

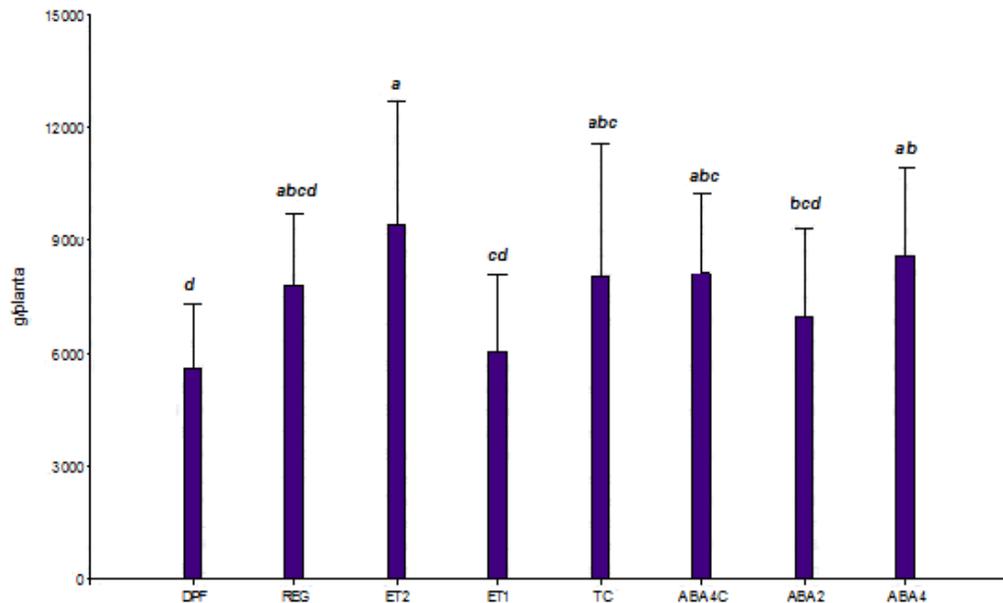
Tratamiento	Peso baya (g)	Peso hollejo (g)	Peso pulpa (g)	Peso semilla (g)
ET1	1,97 a	7,07 a	48,37 a	3,57 a
DPF	1,86 ab	9,53 a	43,13 a	3,13 a
ABA2	1,81 ab	6,77 a	44,43 a	3,07 a
TC	1,76 ab	9,20 a	40,8 a	2,70 a
ABA4c	1,73 ab	6,0 a	43,13 a	2,67 a
ABA4	1,71 ab	10,4 a	38,10 a	2,9 a
ET2	1,61 ab	8,97 a	36,57 a	2,7 a
REG	1,43 b	5,73 a	34,9 a	2,4 a

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

4.4 PARÁMETROS ASOCIADOS AL RENDIMIENTO

4.4.1 Rendimiento por planta

Para la variable rendimiento (g/pl), se observan diferencias significativas entre tratamientos (Tukey $\alpha= 0,05$). El mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento ET2 logrando un aumento del 17% con respecto al testigo, mientras que el DPF fue el que menor rendimiento mostró, obteniendo una disminución del orden del 30% con respecto al testigo.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 21. Rendimiento (g/planta)

4.4.2 Número y peso promedio de racimos

El número de racimos promedio por tratamiento, presentó diferencias significativas, dejando ver que REG fue el tratamiento con mayor número de racimos promedio con un total de 29. Mientras que ABA4c tuvo en promedio 21,33 racimos.

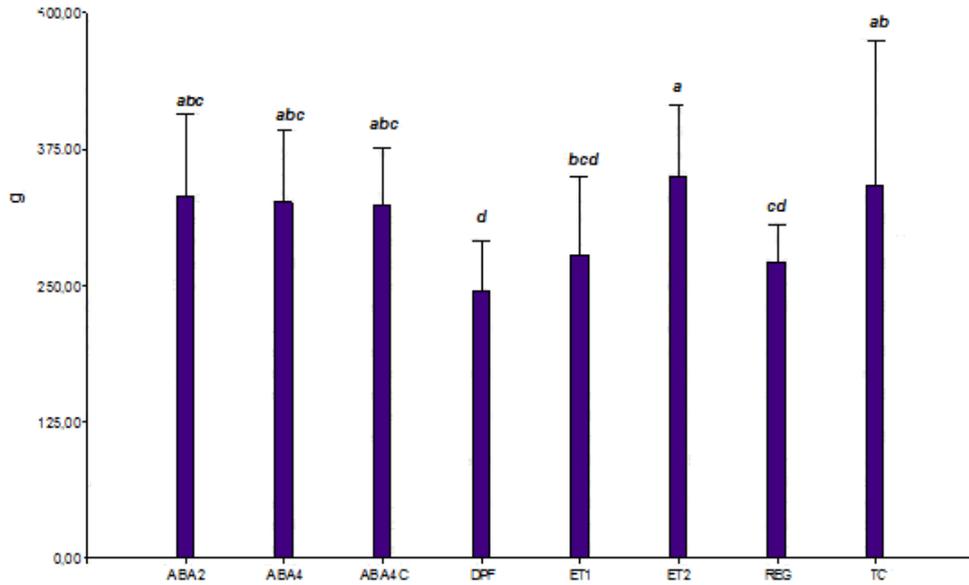
Cuadro No. 10. Número promedio de racimos

Tratamiento	Número de racimos	Ranking
REG	29	a
ET2	27,14	ab
ABA4	26,95	ab
ABA4c	25,81	ab
TC	24,33	ab
DPF	23,19	ab
ET1	22,84	ab
ABA2	21,33	b

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

En cuanto al peso promedio de racimo, se registraron diferencias significativas entre los tratamientos. Tal como se observa en los resultados de

rendimiento total, en este caso el tratamiento ET2 también obtuvo el mayor peso promedio en sus racimos en tanto que el mínimo correspondió a DPF.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 22. Peso promedio de racimo (g)

Por último, al medir el peso promedio de baya al momento de cosecha se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, mostrando a ET1 como el tratamiento que mayor peso promedio tuvo en sus bayas, en contraste con REG.

Cuadro No. 11. Peso promedio de baya

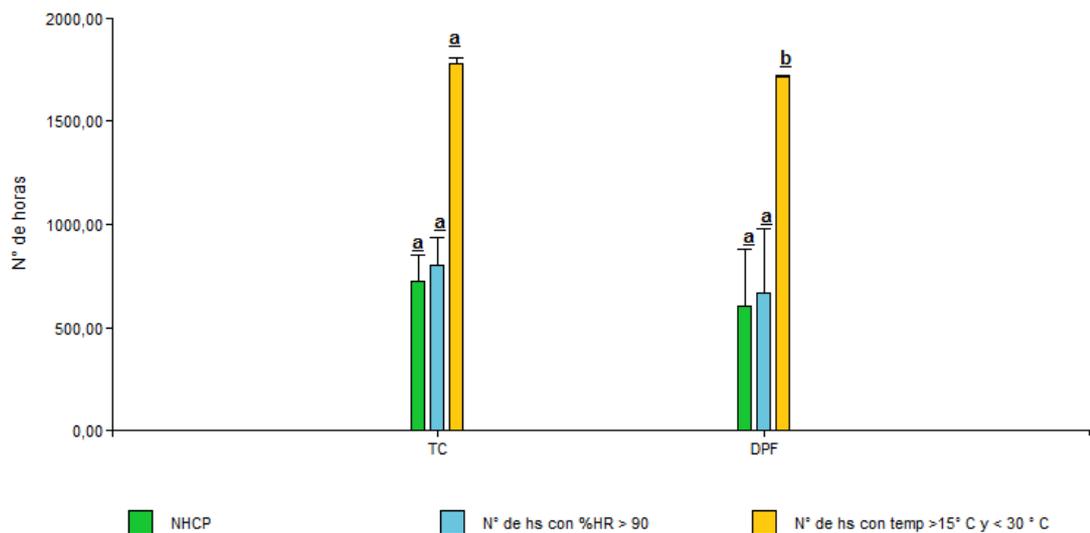
Tratamiento	Peso promedio de baya	Significación estadística
ET1	1,97	a
DPF	1,86	ab
ABA2	1,81	ab
TC	1,76	ab
ABA4c	1,73	ab
ABA4	1,71	ab
ET2	1,61	ab
REG	1,43	b

Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA SANIDAD

4.5.1 Cantidad de horas con condiciones óptimas de temperatura y humedad para el desarrollo de *Botrytis cinerea*

La figura 19 muestra el gráfico que contabiliza las horas donde las condiciones fueron propicias para el desarrollo del hongo, para todo el ciclo del cultivo. NHCP corresponde a la cantidad de horas donde se cumplieron ambas condiciones de temperaturas en el rango de 15-30°C y humedad relativa mayor a 90%. Estas mediciones fueron tomadas para los tratamientos DPF y TC. El tratamiento DPF mostró diferencias significativas (Tukey $\alpha=0,05$) con respecto al testigo, logrando reducir el número de horas con temperaturas entre 15 y 30°C.

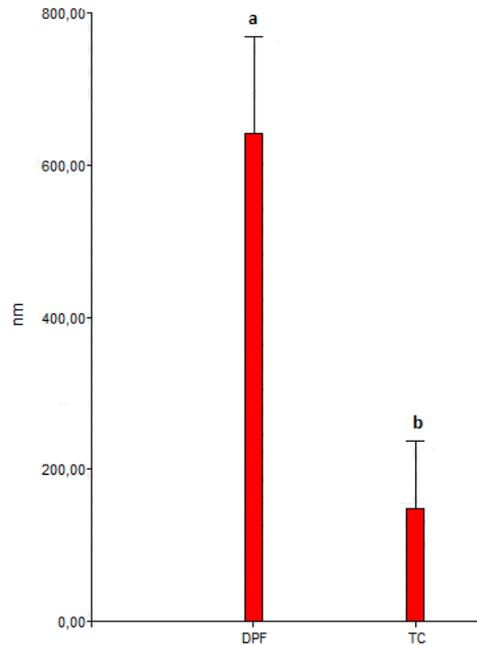


Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 23. Número de horas con condiciones favorables para el ataque de *Botrytis cinerea*

4.5.2 Radiación solar transmitida

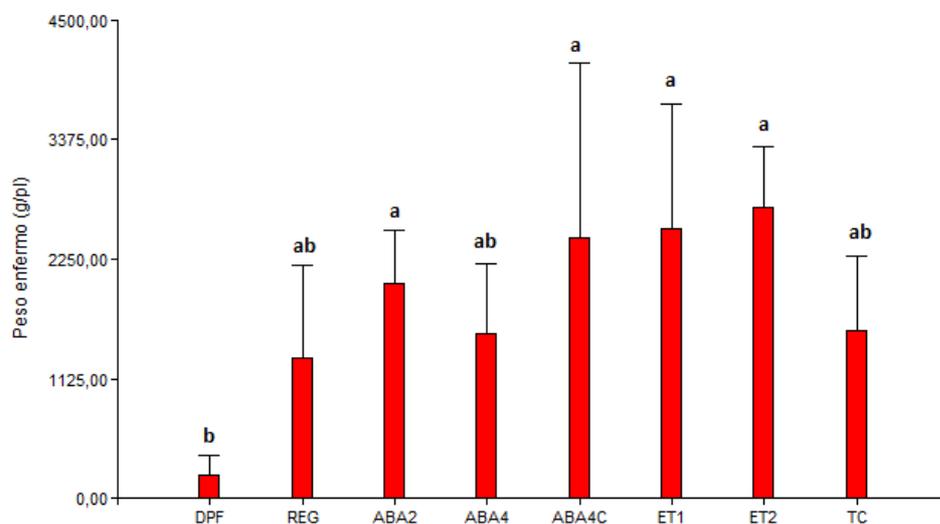
Para los tratamientos DPF y TC se observan diferencias significativas (Tukey $\alpha=0,05$).



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).
 Figura No. 24. Radiación solar transmitida (nm)

4.5.3 Incidencia de podredumbres

La incidencia de podredumbres sobre los diferentes tratamientos mostró diferencias significativas. El tratamiento DPF logró disminuir la incidencia de podredumbres de racimo en un 29% con respecto al testigo, por el contrario, ABA4c aumentó la incidencia de podredumbres en un 64% con respecto al testigo.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$)

Figura No. 25. Peso enfermo (g)

4.6 ÍNDICE DE RESPUESTA

4.6.1 Evolución del potencial hídrico foliar de base

Durante el ciclo del cultivo el Potencial Hídrico foliar de base, evaluado para los tratamientos DPF, REG y TC, mostró que, durante los primeros estadios de crecimiento de la baya, los tratamientos TC y REG se encontraban en situación de estrés leve a moderado, en tanto que la nota de estrés para DPF correspondió a un estado de restricción media a fuerte. En los tres casos el potencial hídrico indica que las plantas estuvieron sometidas a un nivel de estrés no deseable para el período floración, cuajado y cierre de racimos. Por el contrario, promediando la maduración y hasta cosecha los tres tratamientos registraron potenciales hídricos correspondientes a notas estrés ausente o leve.

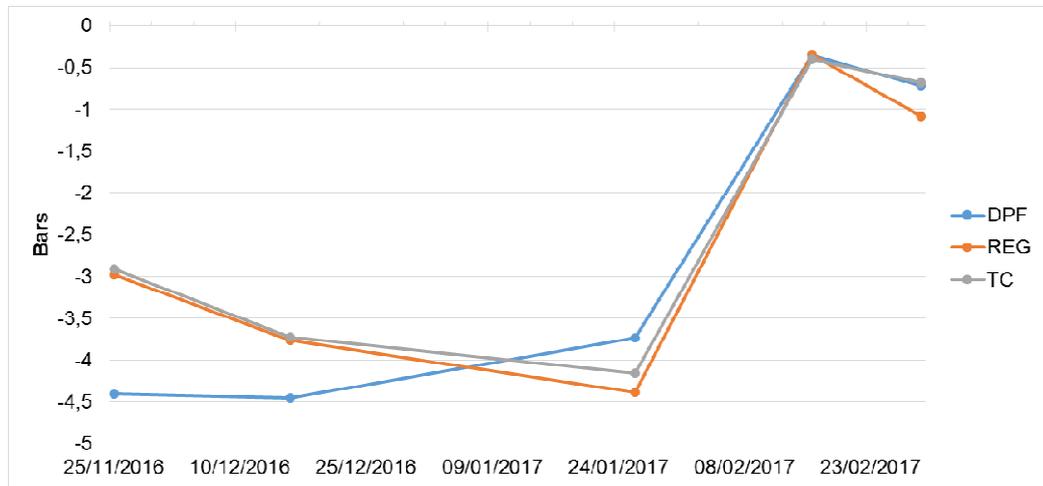
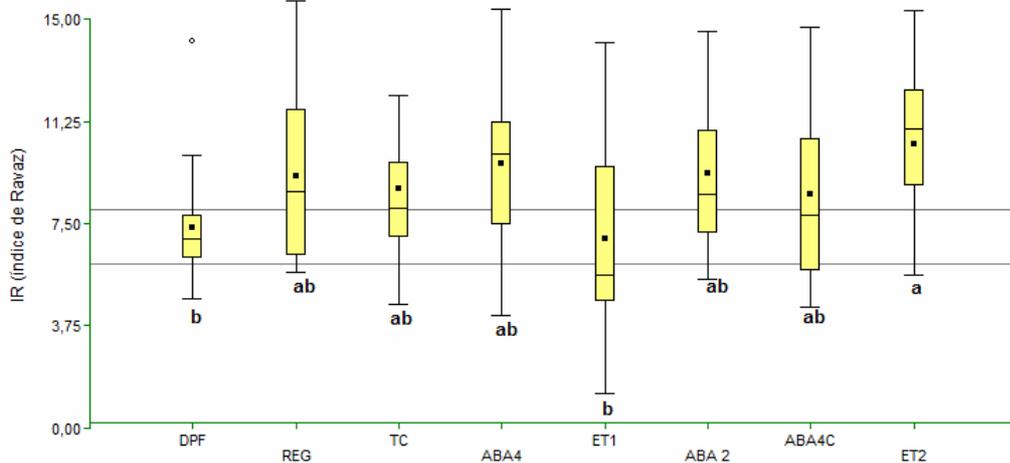


Figura No. 26. Evolución del potencial hídrico durante el ciclo del cultivo

4.6.2 Índice de Ravaz (IR)

Por su parte, el Índice de Ravaz para todos los tratamientos muestra en general una tendencia hacia la parte productiva, excepto para el tratamiento DPF que se ubica dentro del rango correspondiente a plantas en equilibrio y con menor variabilidad en sus datos.

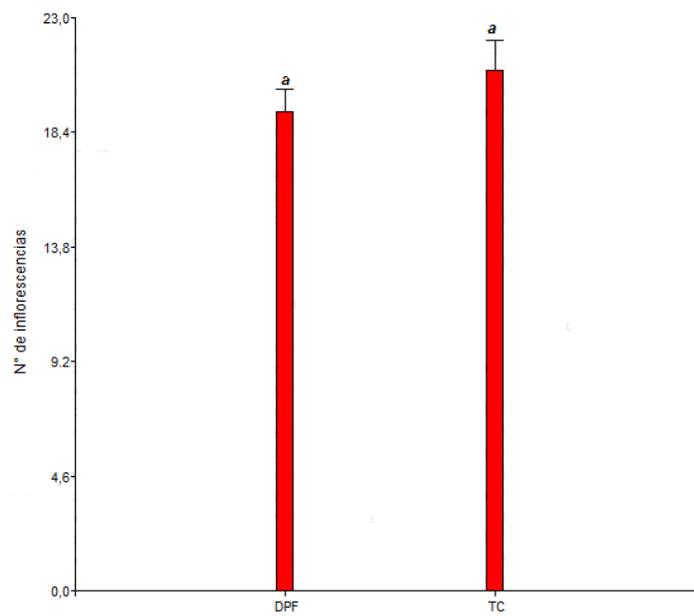


Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).

Figura No. 27. Índice de Ravaz

4.6.3 Fertilidad de yemas

La fertilidad de yemas fue medida en la brotación siguiente luego de la cosecha, los resultados muestran que para los tratamientos TC y DPF no existen diferencias significativas para el número de inflorescencias por plantas.



Letras iguales no muestran diferencia significativa (Tukey $\alpha=0,05$).
Figura No. 28. Número de inflorescencias por tratamiento

5. DISCUSIÓN

5.1 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

Las condiciones climáticas del año fueron propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo, debido a que en los momentos fenológicos de mayor susceptibilidad (floración y maduración) las precipitaciones se encontraron por encima de la media histórica para los meses de enero y febrero (Ferrer et al., 2007), esta acumulación de precipitaciones conjuntamente con valores de humedad relativa cercano al 90% en el mes previo a la cosecha aumentó notoriamente la incidencia de podredumbres debido a la alta correlación que existe entre estas dos variables, tal cual lo proponen Ferrer et al. (2011). Para el momento de floración las condiciones ambientales también fueron propicias para el ataque de hongos sobre todo *Botrytis cinerea*, el cual puede generar una infección temprana y quedar en estado latente hasta encontrar condiciones que favorezcan su crecimiento más adelante en el ciclo (Latorre et al. 1993, Hidalgo 2009).

En cuanto a los principales índices bioclimáticos, se observa que la acumulación térmica (IH) fue favorable para alcanzar la madurez tecnológica de las uvas (Tonietto, 1999), mientras que el índice de sequía (IS) no mostró restricciones hídricas en ninguna etapa del ciclo del cultivo, llegando a ser excesiva en algunas de ellas (Fourment et al., 2013).

5.2 PARÁMETROS VEGETATIVOS

En lo que respecta al desarrollo vegetativo de las plantas y la producción de área foliar, la superficie foliar expuesta (SFEp) presentó diferencias significativas entre los tratamientos. DPF fue el que obtuvo menor valor debido al fuerte deshoje que recibió tempranamente en su ciclo y no pudiendo recuperar dicha área foliar. Este resultado no coincide con lo hallado por Poni et al. (2006), Diago (2010). Estos autores reportan que luego del deshoje, se genera un crecimiento secundario por parte de las feminelas, capaz de compensar la pérdida de área foliar.

La partición de materia seca, medida para los tres principales órganos de la planta (madera, hojas y racimos), no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, coincidiendo con lo propuesto por Ferrer et al. (2014) quienes obtuvieron rangos de valores similares a los resultados del presente trabajo.

En cuanto al número de capas de hojas, se observa que DPF presentó menor número en la zona de los racimos, generando mayor exposición de sus racimos.

5.3 PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

5.3.1 Evolución de la maduración

La aplicación de ethephon tuvo resultados diferentes sobre la maduración de las bayas según la fecha de aplicación. Por un lado, cuando se aplicó previo al cierre de racimo se obtuvo un efecto positivo sobre la madurez tecnológica de las bayas, lo cual coincide con lo propuesto por Ferrer y González-Neves (2002). Además, este tratamiento fue el que logró los mejores resultados cuando se evaluó la acumulación de metabolitos secundarios que se vinculan a las características aromáticas y de color de los vinos. Mientras que cuando la aplicación se realizó en envero, la aplicación de ethephon no tuvo un efecto positivo sobre el adelantamiento de la maduración, ni sobre los atributos enológicos lo que difiere con lo reportado por Ferrer y González Neves (2002). Autores como Hale (1968) reportan un efecto retardador de la maduración del ethephon cuando se aplica en fechas muy tempranas del ciclo.

En cuanto a las aplicaciones de ABA (PROTONE®) tanto en cuajado como en envero, no generaron un efecto positivo sobre la maduración de las bayas ni sobre la síntesis de metabolitos secundarios, lo cual difiere con los reportado por Khun et al. (2014).

El deshojado pre floración mostró un efecto positivo sobre la acumulación de sólidos solubles, tal como lo reportan Poni et al. (2006), Diago (2010). La explicación de estos autores es que la eliminación de hojas genera una mejor distribución de los asimilados, siendo los racimos la mayor fosa que presenta la planta en ese momento generando una mayor acumulación de sólidos solubles. En cuanto a la síntesis de metabolitos secundarios, se observa que el tratamiento DPF registró los valores más altos. Este resultado es explicado por autores como Ferrer y González Neves (2002), Poni et al. (2006), Diago (2010), Echeverría et al. (2017) por una correlación negativa con el rendimiento de la planta. El menor rendimiento obtenido con DPF, sumado a una mayor exposición de los racimos a la radiación solar, favorece la acumulación de metabolitos secundarios en la baya, sobre todo con el índice de polifenoles totales (IPT), y compuestos vinculados con la pigmentación de las bayas.

5.3.2 Compacidad

La compacidad de los racimos medida en cosecha evidenció diferencias significativas entre los tratamientos. Evaluando el número promedio de bayas por racimo, DPF logró obtener la menor cantidad. En cuanto a la evaluación visual propuesta por Ipach et al., citados por Molitor et al. (2011), medida como índice de compacidad DPF fue el que menor valor de este índice, lo que se traduce en racimo más laxos, tal como lo reportado por diversos trabajos (Poni et al. 2006, Diago 2010, Molitor 2011). El tamaño final de las bayas medidas al momento de la cosecha muestra que DPF es el tratamiento que produjo bayas de mayor peso. Estudios realizados por Echeverría et al. (1991), Ferrer y Gonzales-Neves (2002), reportan que raleos manuales de racimos en cuajado determinan un efecto compensatorio de la planta sobre el peso final de las bayas. Este efecto podría verse reflejado en el tratamiento DPF, luego del estrés inicial generado por la remoción severa de sus hojas basales en un estadio de desarrollo muy prematuro. Luego del aborto de flores y de frutos recién cuajados, la disponibilidad de asimilados para el crecimiento de un menor número de bayas por planta, sería superior, por la recuperación parcial del área foliar.

Las aplicaciones de prohexadione cálcico (REG) tuvieron un efecto claro sobre el tamaño final de las bayas, logrando disminuirlo de forma significativa tal cual lo reporta en su trabajo Leborgne y Rodríguez (2003), Vaquero-Fernández et al. (2009). En cuanto al índice de compacidad de sus racimos, estos se ubicaron entre los valores más altos, explicado principalmente por ser uno de los tratamientos con mayor número de bayas por centímetro de raquis, lo que se contradice con lo propuesto por Molitor et al. (2011).

Por su parte, la aplicación de ethephon en cuajado (ET1) no redujo la compacidad de los racimos, contrariamente con lo propuesto por Szyjewisz et al. (1983), Ferrer y Gonzales-Neves (2002). ET1 estuvo vinculado a valores altos del Índice de compacidad, siendo el tratamiento con mayor número de bayas por centímetro de raquis. Existen varias razones que puedan explicar la ausencia del efecto buscado con este tratamiento, entre ellas se encuentra el momento de aplicación que puede condicionar en gran medida la respuesta la planta tal como lo indica Payan (1993).

5.4 PARÁMETROS ASOCIADOS AL RENDIMIENTO

Con respecto al rendimiento obtenido en cosecha para los distintos tratamientos, es propicio decir que se observaron diferencias significativas entre ellos. DPF disminuyó el valor del rendimiento en el orden del 30% con respecto al testigo, este efecto fue reportado por Poni et al. (2006), Diago (2010). Uno de

los parámetros que mayor correlación muestra con el rendimiento, es el peso promedio de racimo. Para esta variable DPF también fue el tratamiento que generó menor peso de racimos, lo que coincide con lo propuesto por Sabbatini y Howell (2010) quienes reportan la eficiencia del deshojado pre-floración para la obtención de racimos de menor peso y más pequeños.

En este ensayo el menor peso de racimo se explica por la pérdida de flores luego del tratamiento y el consecuente menor número de bayas y no por un menor peso promedio de baya, tal como se comentó en el punto 5.3.2. Esto no coincide con lo observado por Poni et al. (2006), Diago (2010), quienes si reportan una disminución en el peso de las bayas.

Para el caso de la aplicación de ethephon en envero (ET2), se registró un aumento en el rendimiento del orden del 17% en comparación con el testigo. Esto se explica fundamentalmente por un mayor peso promedio de racimo y más cantidad de estos por plantas, pero no por tener un peso promedio de baya elevado. Por otro lado, ET1 logró un nivel de rendimiento por debajo del que obtuvo el testigo, lo que concuerda con lo propuesto por Blumetto et al. (2000), quienes con aplicaciones de ethephon en cuajado lograron una merma del rendimiento. En el presente estudio la disminución del rendimiento se ve asociada a la caída de racimos o parte de ellos y no por el peso promedio de baya que fue el más alto entre todos los tratamientos.

Por último, REG no presentó diferencias significativas en el rendimiento obtenido, pero si en el peso promedio de racimo explicado principalmente por generar una reducción significativa del peso de baya. El menor peso de bayas fue compensado por una mayor tasa de cuajado que derivó en un aumento de bayas por racimo. Autores como Roemmelt et al. (2003) citan que más allá del efecto que presenta el prohexadione calcio sobre inhibición en la síntesis de giberelina que promueve la detención del crecimiento de las bayas, también puede darse una disminución en la síntesis de etileno, lo que evita una caída prematura de pequeñas bayas.

5.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA SANIDAD

Al evaluar la incidencia de podredumbres de racimo, los resultados muestran un claro efecto del tratamiento DPF sobre la disminución del ataque de enfermedades de racimo, ya que logró disminuir un 29% la incidencia con respecto al tratamiento testigo, lo cual coincide con lo propuesto por Poni et al. (2005, 2006). Este efecto tan marcado puede verse explicado por una mejora en el microclima de la canopia, sobre todo a nivel de la zona de los racimos (Diago, 2010). Esta mejora se vio evidenciada al disminuir la cantidad de horas con temperatura y humedad propicias para la proliferación de *Botrytis cinerea*

(Latorre et al., 2002). Una mayor exposición de los racimos, determinó un secado más rápido de los racimos luego de la ocurrencia de precipitaciones. Esta situación también favorecería la llegada de los fungicidas al racimo.

Este tratamiento no evidenció daños en sus racimos por quemado de sol, lo que supone un efecto de adaptación de las bayas a la radiación solar directa desde un momento tan temprano de su ciclo.

5.6 ÍNDICES DE RESPUESTA

La evolución de los valores de potencial hídrico foliar de base, desde floración hasta cosecha, muestran que el tratamiento DPF registró valores más negativos (mayor estrés hídrico) que el resto de los tratamientos, debido principalmente al estrés generado por la defoliación a principios del ciclo. Dicho estrés puede tener varias implicancias sobre el funcionamiento de la planta. Poni et al. (2006) destacan que existe un cambio en la dinámica de la fotosíntesis en las hojas remanentes, lo cual aumentaría la conductancia estomática dando como resultado un aumento en la tasa transpiratoria (Hunter y Vissier, 1989).

Por otra parte, el estrés generado en una etapa temprana del ciclo deriva a la acumulación de fitohormonas que favorecerían la síntesis de metabolitos secundarios (Ferrer et al., 2014).

La mayor tasa de crecimiento de los pámpanos se registra en la etapa inicial del ciclo, en la cual se realiza el deshojado pre-floración, por lo que el estrés generado reduciría el crecimiento de la planta actuando como desvigorizante. Como contrapartida, el efecto negativo podría radicar en comprometer la inducción floral que ocurre en simultáneo (Ferreyra et al., 2003) y afectar el rendimiento de la siguiente vendimia.

En cuanto al Índice de Ravaz, con el que se evalúa el efecto de los tratamientos sobre el equilibrio vegetativo/reproductivo de las plantas, se observó que en la mayoría de los casos el equilibrio se volcó hacia la parte reproductiva, obteniendo valores altos de producción. El caso de DPF fue el único que logró generar un efecto positivo sobre las plantas, promoviendo valores de equilibrio recomendados por Ferrer et al. (1997) y otros autores.

Por último, el análisis de la fertilidad de yemas en la primavera del año siguiente al ensayo, no evidenció diferencias significativas en la cantidad de inflorescencias por brote para los tratamientos DPF y TC es decir el deshojado temprano y la supuesta competencia por una reducción en la disponibilidad de carbono no afectó el proceso de inducción, resultado que coincide con lo

reportado por Poni et al. (2006), Diago (2010). Este efecto puede verse explicado por diversos factores, entre los que se destaca una mayor incidencia de la radiación solar sobre las yemas en DPF producto de la remoción de las hojas basales, aumentando la temperatura de estas generando un efecto positivo sobre las condiciones para la inducción floral (Vasconcelos et al., 2009). Esto deja en evidencia que la eliminación de las hojas basales en un momento temprano del ciclo de la planta no modificaría la disponibilidad de asimilados que requiere la inducción y diferenciación floral.

Estudios muestran que el efecto acumulativo de esta práctica podría afectar el rendimiento de las plantas, sobre todo disminuyendo el peso de los racimos (Pallioti et al., 2011).

Es posible que DPF, aún con aumento de la tasa fotosintética, provoque una reducción de la disponibilidad relativa de C luego de aplicado el tratamiento, que sería compensado, con un aumento translocación de reservas desde troncos y raíces. Si esto fuese así el tratamiento podría generar un proceso acumulativo de desvigorización de la planta. En casos de viñedos donde el exceso de vigor es un problema, podría dirigirse el tratamiento a ese fin. En caso contrario, la aplicación de una práctica de este tipo debería incluir un control estricto de la producción de materia seca y un manejo más ajustado de la fertilización y la nutrición hídrica.

6. CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas del año fueron propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo, acumulando precipitaciones por encima de la media histórica y temperaturas elevadas. Esto permitió obtener un fiel reflejo del efecto de los tratamientos sobre la sanidad de las plantas, en años donde las condiciones fueron favorables para la ocurrencia de podredumbres.

En cuanto a los parámetros vegetativos se observaron diferencias significativas principalmente en la SFEp mostrando a DPF como el tratamiento que registró un menor valor. Consecuentemente con este resultado, DPF disminuyó el número de capas de hojas de la espaldera.

Los tratamientos se mostraron efectivos en disminuir la compacidad de los racimos. En tal sentido DPF logró, no solo modificar las dimensiones de sus racimos, sino también la compacidad debido a un menor número de bayas por centímetro de raquis.

Por su parte las aplicaciones de prohexadione cálcico dieron como resultado bayas de menor tamaño en comparación con el resto de tratamientos, aunque el número de bayas no disminuyó por lo que la compacidad no se vio disminuida.

La evolución en la maduración de las uvas no se vio afectada en mayor medida, los tratamientos ET1 y DPF fueron los que lograron mayor acumulación de sólidos solubles, pero tanto en la acumulación de acidez total como en el pH no se vieron diferencias significativas.

La acumulación de metabolitos secundarios fue mayor para los tratamientos DPF y ET1 mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Esto muestra un mayor potencial enológico de las uvas cosechadas de estos dos tratamientos.

El rendimiento arrojó resultados diversos, ET2 logró un aumento de su producción del orden del 17% en comparación con el testigo, mientras que DPF disminuyó en un 30% el rendimiento también comparado con el tratamiento testigo. Sin embargo, al evaluar la incidencia de podredumbres de racimo, DPF fue el que presentó menor incidencia de las mismas, mejorando su sanidad en un 29% por debajo del resultado que obtuvo el testigo. Esto determina que, si bien existe una disminución marcada del rendimiento, está acompañada de una clara mejoría de la calidad de los racimos cosechados.

El microclima de la canopia fue modificado por la práctica del deshoje pre-floración, disminuyendo el número de horas con condiciones propicias para el desarrollo y ataque de las podredumbres, con respecto al testigo. La radiación solar incidente y transmitida es una de las variables con impacto que explica la modificación del microclima. Además, esto se asocia a la que la maduración se vea favorecida cuanto mayor es la incidencia de la luz solar, sin registrarse efectos del quemado de sol.

El tratamiento DPF logró mejorar el equilibrio vegetativo/reproductivo de las plantas, las cuales se encontraban volcadas hacia el lado reproductivo. Esta práctica puede ser utilizada como alternativa de manejo si el objetivo del viticultor es bajar el vigor de las plantas de un viñedo.

La fertilidad de yemas en el año siguiente al ensayo no se vio afectada por el tratamiento DPF.

7. RESUMEN

El ensayo se desarrolló en un predio comercial perteneciente a al Establecimiento Juanicó, en el departamento de Canelones en el Sur de Uruguay, durante la temporada 2016-2017. El objetivo del trabajo se enfoca en la valuación de distintas prácticas de manejo del cultivo que logren disminuir la compacidad del racimo y el adelanto de la maduración, evaluando su efecto sobre la sanidad, rendimiento y la composición de las bayas. El viñedo utilizado para el ensayo fue de la variedad Tannat, conducido en espaldera alta con poda guyot con dos brazos cargadores. Los tratamientos evaluados pueden dividirse en dos grupos. El primer grupo está compuesto por deshojado pre-floración (17 E y L) (DPF), aplicaciones de REGALIS (prohexadione calcio) tanto en floración (23 E y L) y en pre-cierre de racimo (33 E y L) en una dosis de 1500 ml/ha y aplicación de ethephon previo a inicio de cierre de racimo (32 E y L). En cuanto al segundo grupo este está compuesto por aplicaciones de PROTONE® (ácido absícico) en dosis de 200 ml/ha y 400 ml/ha en envero (35 E y L) (ABA2 y ABA4), además en cuajado (27 E y L) también se aplicó una dosis de 400 ml/ha (ABA4c) y una aplicación de ethephon de 360ml/ha (ET2) en envero (35 E y L). El tratamiento testigo fue aquel que recibió el manejo que usualmente el productor realiza todos los años. El manejo sanitario fue igual para todos los tratamientos. En cuanto a los parámetros asociados a la compacidad de racimo, los tratamientos tuvieron un efecto sobre estos, modificando el número de bayas por racimo y el peso promedio de racimo, además se registró una modificación de las dimensiones del racimo. El tratamiento DPF fue el que logró modificar en mayor medida estos parámetros. Evaluando la evolución de la maduración, las aplicaciones de ABA no tuvieron un efecto de adelantamiento, lo mismo ocurre en el caso de ET2. En cuanto a la producción de metabolitos secundarios, ET1 y DPF fueron los tratamientos que lograron mejorar en mayor medida estos parámetros. Las condiciones ambientales de la zafra fueron propicias para el desarrollo de enfermedades de racimo, los tratamientos que mostraron mayor susceptibilidad frente al ataque de *Botrytis cinerea* fueron ET1, ET2, ABA4c y ABA2. Mientras que DPF logró disminuir la incidencia de podredumbres en un 29% con respecto a TC. EL rendimiento mostró resultados diversos, ET2 aumento un 17%, mientras que DPF disminuyo un 30%, ambos en comparación con el testigo. El tratamiento DPF modificó la arquitectura de la canopia de forma tal que obtuvo menor número de capas de hojas, dejando a los racimos más expuestos a la luz solar. Esto generó un impacto positivo sobre el microclima en la zona de los racimos, derivando en condiciones menos favorables para el desarrollo de podredumbres. Por otra parte, DPF mejoró la relación de producción vegetativa/reproductiva, obteniendo plantas más equilibradas sin afectar la fertilidad de sus yemas.

Palabras clave: Podredumbre de racimo; Microclima; Compacidad.

8. SUMMARY

The trial has been developed in a commercial establishment that belongs to Juanicó a farm in the south of Uruguay, from 2016 to 2017. The aim of the work focuses on the assessment of different practices in handling the crop so as to diminish the compactness of the bunch and the advance of ripening, assessing its effect about the sanity, efficiency and beans composition. The vineyard chosen for the trial was the variety of Tannat conducted in high trellis with bilateral guyot pruning. The assessed treatments can be divided into two groups: one with scratching effect and the other with ripening effect. The first group consists in removing the leaves pre-flowering (17 E y L) (DPF), applications of Regalis (prohexadione calcium) as well as flowering (23 E y L) and pre-closing of bunch (33 E y L) in a dose of 1500 ml/ha and applications of ethephon before the beginning of the bunch closing (32 E y L). The second group consists in applications of PROTONE® (abscisic acid) in doses of 200 ml/ha and 400 ml/ha in envero (35 E y L) (ABA2 y ABA4), besides curdled (27 E y L) a dose of 400 ml/ha (ABA4c) was also applied and an application of ethephon of 360 ml/ha in envero (35 E y L) (ET2). The witness treatment was that which received the usual handling the farmer uses every year. The sanitary was the same for all the treatments. Concerning the parameters associated with the bunch compactness, the treatments had an effect on that, modifying the number of berries in each bunch and also the average weight of the bunch, also modifying the bunch measures. The treatments DPF could modify these parameters mostly. Assessing the evolution of ripening the application of ABA did not have an effect of advancing. The same thing occurs in the case of ET2. Referring to the production of secondary metabolites, ET1 and DPF could improve these parameters mostly. The environmental conditions of the harvest were favorable for the development of cluster diseases, the treatments that shows a bigger susceptibility to fight against *Botrytis cinerea* were ET1, ET2, ABA4c and ABA2. While DPF could diminish the effect of rot in plants 29% compared to TC. The efficiency showed different results, ET2 increased 17% while DPF diminished it 30%, both compared to the witness. The treatments DPF modify the architecture of the canopy in obtained as fewer number of leaf layers, leaving the bunches more exposed to the sunlight. This generated a positive impact on the microclimate in the area of the bunches, deriving in conditions less favorable for the developing of rot of plants. On the other hand DPF improved the relationship between vegetative/reproductive production which allowed to obtain more balanced plants without affecting the fertility of their buds.

Key words: Bunch rot; Microclimate; Compactness.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. N. 1995. Fitopatología. 2ª. ed. México, D. F., Noriega/Limusa. 838 p.
2. Aira, M.; Fernández-González, M.; Rodríguez-Rajo, F.; Jato, V. 2009. Modelo de predicción para *Botrytis cinerea* en un viñedo de Galicia (España). Boletín Micológico. (24): 27-35.
3. Álvarez, T. 1909. Viticultura general. Montevideo, Dormaniche y Reyes. 322 p.
4. Andrades, M. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura y Enología Profesional. no. 9:21-30.
5. Arias, A. 1992. Los parásitos de la vid: estrategias de protección razonada. 3ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 282-283.
6. Arrillaga, L. 2015. Aplicación de técnicas para reducir la compacidad del racimo de la variedad Tannat y análisis de sus efectos sobre el rendimiento, la sanidad y la composición de la baya. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 135 p.
7. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2008. Fundamentos de fisiología vegetal. 2ª. ed. Barcelona, Universitat de Barcelona. 649 p.
8. Balint, G.; Reynolds, A. G. 2012. Impact of exogenous abscisic acid on vine physiology and grape composition of Cabernet Sauvignon. American Journal of Enology and Viticulture. 64(1):74-87.
9. Balsari, P.; Scienza, A. 2004. Formas de cultivo de la vid y modalidades de distribución de los productos fitosanitarios. Madrid, Mundi-Prensa. 339 p.
10. Bergquist, J.; Dokoozlian, N.; Ebisuda N. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. American Journal of Enology and Viticulture. 52:1-6.

11. Biddle, E.; Kerfoot, D.; Kho, Y.; Russell, K. 1976. Kinetic studies of the thermal decomposition of 2-chloroethylphosphonic acid in aqueous solution. *Plant Physiology*. 58:700-702.
12. Bitón Porsmoguer, S. 2003. El deshoje y su impacto contra la Botrytis. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 86:55-62.
13. Blouin, J.; Guimberteau, G. 2000. Maturation et maturité des raisins. Bourdeaux, Feret Merignac Cedec. 151 p.
14. Blumetto, G.; Espino, M.; Iurtia, M. 2000. Efecto de diferentes técnicas de culturales de regulación de la producción por planta y el sistema de conducción, sobre los parámetros productivos y enológicos del Cv. Tannat (*Vitis vinifera L.*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 139 p.
15. Bobeica, N.; Poni, S.; Hilbert, G.; Renaud, C.; Gones, E.; Delrot, S.; Dai, Z. 2015. Differential responses of sugar, organic acid and anthocyanins to source sink modulation in cabernet sauvignon and sangiovese grapes. *Frontiers in Plant Science*. 6:1-14.
16. Buttrose, M. 1970. Fruitfulness in grape-vines: the response of different cultivars to light, temperature and daylength. *Vitis*. no. 9:121-125.
17. Carbonneau, A. 1995. La surface foliaire exposée – guide pour sa mesure. *Le Progres Agricole et Viticole*. no. 9: 204-212.
18. Champagnol, F. 1984. Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Montpellier, Déhan. 351 p.
19. Cohen, S.; Tarara, J.; Kennedy, J. 2008. Assessing the impact of temperature on grape phenolic metabolism. *Analytica Chimical Acta*.624(1):57-67.
20. Coniberti, A.; Disegna, E.; Casco, N.; Fariña, L.; Carrau, F.; Dellacasa, E.; Medina K.; Boido, E 2009. Deshojados en combinación con aplicaciones de caolinita (soundround®) una herramienta de manejo del viñedo, para la obtención de vinos Sauvignon Blanc de alta tipicidad e inocuidad en clima subtropical-húmedo. *Revista Enología*. no. 1: 2-6.

21. Coombe, B.; Hale, C. 1973. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiology*. 51: 629-634.
22. _____. 1995. Growth stages of the grapevine: adoption for a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1 (2): 104-110.
23. Cossio, L. 2013. Guía de estudio: reguladores de crecimiento. (en línea). Buenos Aires, Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. 29 p. Consultado 14 ago. 2018. Disponible en <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20de%20Crecimiento%20en%20las%20plantas.pdf>
24. Diago, M.; Martínez, F.; Tardáguila, J. 2009. Disminución de la producción, de la compacidad del racimo y mejora de la calidad de la uva mediante el deshojado precoz en vid (*Vitis vinífera L.*) de las variedades Mazuelo y Graciano. (en línea). In: Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas (20º, 2009, La Rioja, España). Actas. Logroño, España, s.e. pp. 899-905. Consultado 25 jul. 2018. Disponible en [http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20Ib%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XI%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/Disminuci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n,%20de%20la%20compacidad%20del%20racimo%20y%20mejora%20de%20la%20calidad%20de%20la%20uva%20mediante%20el%20deshojado%20precoz%20en%20vid%20\(Vitis%20vinifera%20L.\)%20de%20las%20variedades%20Mazuelo%20y%20Graciano.pdf](http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2054.%20VI%20Congreso%20Ib%C3%A9rico%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas.%20XI%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Comunicaciones/Disminuci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n,%20de%20la%20compacidad%20del%20racimo%20y%20mejora%20de%20la%20calidad%20de%20la%20uva%20mediante%20el%20deshojado%20precoz%20en%20vid%20(Vitis%20vinifera%20L.)%20de%20las%20variedades%20Mazuelo%20y%20Graciano.pdf)
25. _____. 2010. Estudio y desarrollo del deshojado precoz como técnica para el control del rendimiento productivo de la vid. (*Vitis vinífera.L*). Efectos sobre el desarrollo vegetativo, los componentes de la producción así como la calidad de la uva y el vino. Tesis PhD. La Rioja, España. Universidad de la Rioja. 328 p.
26. Díaz-Plaza, M.; Lorente, E.; Reyero, G.; Pardo, F.; Salinas, M. 2000. Aportación al estudio de la maduración de varias viníferas tintas. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 68:37-44.

27. Dokoozlian, N.; Kliewer, W. 1996. Influence of Light on grape Berry growth and composition varies during fruit development. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 121:869-874.
28. Downey, M.; Harvey J.; Robinson, S. 2004. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 10: 55-73.
29. Echeverría, G.; Carzoglio, E.; Roselló, D. 1991 Evaluación de técnicas culturales para la obtención de racimos con calidad exportable, identificación de causas de descarte en packing y simulación de condiciones de transporte de uva de mesa. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 2v.
30. _____; Ferrer, M.; Mirás-Ávalos, J. 2017. Quantifying the relative impact of physical and human factors on the viticultural expression of terroir. *International Journal of Environmental and Agriculture Research*. 3:12-25.
31. Emmett, R.; Clingeleffer, P.; Wicks, T.; Hall, B.; Hort, K.; Clarck, K. 1994. Canopy management and disease control. *The Australian Grape Grower and Wine Market*. 369: 22-24.
32. English, J.; Marois, J.; Guble, W. 1989. Microclimate of grapevine canopies associated with leaf removal and control of Botrytis bunch rot. *Phytopathology*. 79: 395-401.
33. Ferrara, G.; Mazzeo, A., Matarrese, A.; Pacussi, C.; Pacifico, A.; Gambacorta, G.; Mastroilli, P. 2013. Application of abscisic acid (S-ABA) to 'Crimson Seedless' grape berries in a Mediterranean climate: effects on color, chemical characteristics, metabolic profile, and S-ABA concentration. *American Journal of Enology and Viticulture*. 32 (3): 491-505.
34. Ferraro Olmos, R. 1998. El viñedo uruguayo, sus variedades. Montevideo, Impal. 106 p.
35. Ferrer, M.; González-Neves, G.; Bagueño, J.; Gabard, Z.; Camussi, G. 1997. Influencia de la intensidad de la poda y el raleo de racimos sobre la relación fuente-fosa en *Vitis vinifera* L. cv. Tannat. In: *Congreso Mundial de la Vigna et du Vin (22ème., 1997, Buenos Aires, Argentina)*. Actas. Buenos Aires, Argentina, Corradi. s.p.

36. _____.; _____.; Camussi, G. 2001. Influencia del sistema de conducción, el raleo de racimos y el sistema de poda sobre el daño de podredumbre de racimos. *In*: Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología (8º., 2001, Montevideo, Uruguay). Actas. Montevideo, Uruguay, s.e. s.p.
37. _____.; _____. 2002. Resultados enológicos y productivos de la aplicación de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en *Vitis vinifera* L. cv. Tannat. *Agrociencia* (Uruguay). 6(1): 53-62.
38. _____.; _____.; Gamussi, C.; Sibielle, I.; Abella, J. 2003. Optimización del manejo del viñedo para disminuir la incidencia de *Botrytis* sp. *In*: Taller – Seminario Zonificación del Cultivo de la Vid, Terroir – Terruno y Potencial de Cosecha (2003, Montevideo). Actas. Montevideo, s.e. pp. 89- 97.
39. _____. 2007. Etude du climat des régions viticoles de l'Uruguay des variations climatiques et de l'interaction apportée par le microclimat et l'écophysologie des systèmes de conduite Espalier et Lyre sur Merlot. Thèse Doctorat. Montpellier, France. Université de Montpellier II. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 357 p.
40. _____.; Montaña, A.; Gonzalez-Neves, G.; Camussi, G.; Carbonneau, A. 2008. Influencia de la arquitectura de la planta sobre la regulación del agua y su efecto sobre el rendimiento, la expresión vegetativa y los indicadores fisiológicos de *Vitis vinifera* L. cv. Merlot. (en línea). *Enología*. 5 (3): s.p. Consultado 23 oct. 2018. Disponible en <http://www.revistaenologia.com/articulo.php?id=282>
41. _____.; Camussi, G.; González-Neves, G.; Echeverría, G.; Montaña, A. 2009. Condiciones predisponentes para las podredumbres de racimo, Clima, variedad y técnicas de cultivo. *Enología*. 6(4): 46-61.
42. _____.; González-Neves, G.; Echeverría, G.; Camussi, G.; Avondet, R.; Salvarrey, J.; Favre, G.; Fourment, M. 2011. Comportamiento agronómico y potencial enológico de la uva Tannat en tres regiones climáticas diferentes. *Agrociencia* (Uruguay). 15 (1): 37-49.

43. _____.; Echeverría, G.; Carbonneau, A. 2014. Effect of the berry weight and its components on the content of sugar and anthocyanins of three varieties of *Vitis vinifera* L. under different water supply conditions. South Africa Journal of Enology and Viticulture. 35 (1): 27-36.
44. Ferreyra, E.; Selles, V.; Ruiz, S.; Sellés, M. 2003. Efecto del estrés hídrico aplicado en distintos períodos de desarrollo de la vid cv. Chardonnay en la producción y calidad del vino. Agricultura Técnica (Chile). 63 (3): 277-286.
45. Fitchet, T. 2005. Las relaciones fitohormonales durante el crecimiento y desarrollo de la baya en uva de vinífera. Aconex. no. 87:18-25.
46. Fourment, M.; Ferrer, M.; Quenol, H. 2013. Variabilidad espacial de la temperatura y la fenología de Tannat en una región vitícola de Uruguay. (en línea). Montevideo, Uruguay, Researchgate. 5 p. Consultado 3 abr. 2016. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Mercedes_Fourment/publication/273003010_Variabilidad_espacial_de_la_temperatura_y_la_fenologia_de_Tannat_en_una_region_viticola_de_Uruguay/links/54fd90c80cf2c3f524251774/Variabilidad-espacial-de-la-temperatura-y-la-fenologia-de-Tannat-enuna-region-viticola-de-Uruguay.pdf.
47. Fregoni, M.; Zamboni, M. 1991. La viticultura y la acidez del mosto. Viticultura y Enología Profesional. no. 14:48-50.
48. _____. 1999. Viticoltura di qualità. Piacenza, Grafiche Lama. 707 p.
49. González-Neves, G.; Balado, G. J.; Barreiro, L.; Bochicchio, R.; Gatto, G., Gil, G., Ferrer, M. 2003. Efecto de algunas prácticas de manejo del viñedo y de la vinificación en la composición fenólica y el color de los vinos tintos. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia (10º., 2003, Bento Gonçalves, Brasil). Actas. Bento Gonçalves, Brasil, s.e. pp. 3-5.
50. _____.; Barreiro, L.; Gil, G.; Franco, J.; Ferrer, M.; Moutonet, M.; Carbonneau, A. 2004. Anthocyanic composition of Tannat grapes from the south region of Uruguay. Analytica Chimica Acta. 513 :197–202.

51. _____. 2005. Etude de la composition polyphénolique des raisins et des vins des cépages Merlot, Cabernet-Sauvignon et Tannat provenant de vignes conduites en Lyre et en Espalier dans le sud de l'Uruguay. Thèse doctorat. Montpellier, France. Université de Montpellier II. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 279 p.
52. _____.; Ferrer, M. 2008. Efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos en la composición de uvas Merlot. *Agrociencia (Uruguay)*. 12(2): 10-18.
53. Glories, Y. 1984. Le couleur des Vins Rouges. Les Equilibres des Anthocyanes et des Tanins. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 18(3):195-217.
54. Gutiérrez, A. 2002 El deshoje en la variedad Listan negro. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 81:17-22.
55. Hale, C. R. 1968. Growth and senescence of the grape berry. *Journal Agriculture Research*. 19 (6): 939-945
56. Hardie, J.; Jhonson, J.; Weaver, R. 1981. The influence of vine water regime on ethephon-enhanced ripening of Zinfandel. *American Journal of Enology and Viticulture*. 32:115-121.
57. Hed, B.; Ngugi, H. K.; Travis, J. W. 2009. Relationship between cluster compactness and bunch rot in Vignoles grapes. *Plant Disease*. 93(11): 1195- 1201.
58. Hidalgo, L. 2002. *Tratado de viticultura general*. Madrid, Mundi-Prensa. 1235 p.
59. _____. 2009. La podredumbre gris de las uvas. (en línea). Ministerio de Agricultura (España). Hojas divulgadoras no. 1- 78. 15 p. Consultado 20 may. 2018. Disponible en http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_01.p df.
60. Hilt, C.; Bessis, R. 2003. Abscission of grapevine fruitlets in relation to ethylene biosynthesis. *Vitis*. 42: 1-3.
61. Huglin, P.; Schneider, C. 1998. *Biologie et écologie de la vigne*. 2ème. ed. Paris, Lavoisier. 357 p.

62. Hunter, J. E.; Visser, J. H. 1989. The effect of partial defoliation, leaf position and development stage of the vine on leaf chlorophyll concentration in relation to the photosynthetic activity and light intensity in the canopy of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 10: 67-73.
63. _____; Archer, E. 2002. Status of grape vine canopy management and future prospects. (en línea). Stellenbosch, South Africa. University of Stellenbosch. ACE Institute for Fruit, Vine and Wine. 14 p. Consultado 28 abr. 2018. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/262946840_Status_of_grapevine_canopy_management_and_future_prospects Papel actual y perspectivas futuras de la gestión del follaje
64. Jordán, M.; Casaretto, J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. In: Squeo, F. A.; Cardemil, L. eds. *Fisiología vegetal*. La Serena, Chile, Universidad de la Serena. pp. 1-28.
65. Kennedy, J.; Troup, G.; Dilbro, J.; Hutton, D.; Hewitt, D.; Hunter, C.; Ristic, R.; Iland, P.; Jones, G. 2000. Development of seed polyphenols in berries from *Vitis vinifera* L. cv. Shivaz. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 6:244 - 254.
66. Klein, I.; Lavee, S.; Ben-Tal, Y. 1979. Effects of vapor pressure on the thermal decomposition of 2-chloroethylphosphonic acid. *Plant Physiology*. 63:474-477.
67. Kliewer, Marois, J.; Bledsoe, A.; Smith, S.; Benz, M.; Silvestroni, O. 1988. Relative effectiveness of leaf removal, shoot positioning, and trellising for improving winegrape composition. In: *International Symposium on Cool Climate Viticulture and Oenology (2nd., 1988, Auckland, New Zealand)*. Proceedings. Auckland, s.e. pp. 123-126.
68. _____; W.; Dokoozlian N. 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*. 56 (2):170-181.
69. Kuhn, N.; Guan, L.; Dai, W.; Wu, H.; Lauvergeat, V.; Gomés, E.; Delrot, S. 2014. Berry ripening: recently heard through the grapevine. *Journal of Experimental Botany*. 65(16):4543-4559.

70. Latorre, B. A. 1986. Manejo de *Botrytis cinerea* en uva de mesa. Revista Frutícola (Chile). 7: 75-88.
71. _____.; Rioja, M. E.; Lillo, C. 2002. Efecto de la temperatura en el desarrollo de la infección producida por *Botrytis cinerea* en flores y bayas de uva de mesa. Ciencia e Investigación Agraria. 29(3):145-151.
72. Lavee, S. 1987. Usefulness of growth regulators for controlling vine growth and improving grape quality in intensive vineyard. Acta Horticulturae. no. 206:88-108.
73. Leborgne, C.; Rodríguez, M. 2003. Efectos del retardador del crecimiento prohexadione cálcico y del deshojado en la producción y calidad del cv Tannat (*Vitis vinifera* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 90 p.
74. Molitor, D.; Behr, M.; Fischer, S.; Hoffman, L.; Evers, D. 2011. Timing of clusterzone leaf removal and its impact on canopy morphology, cluster structure and bunch rot susceptibility of grapes. Oenological One. 45 (3):149-159.
75. _____.; Baus, O.; Hoffmann, L.; Beyer, M. 2016. Meteorological conditions determine the thermal-temporal position of the annual *Botrytis* bunch rot epidemic on *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapes. (en línea). Oenological One: 50(4):s.p. Consultado 22 nov. 2018. Disponible en <http://oeno-one.eu/article/view/36>.
76. Montaña, A. 2008. Respuesta de la vid al régimen hídrico sobre el rendimiento, la expresión vegetativa y composición de la uva en el cv. Tannat. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 90 p.
77. Mori, K.; Goto-Yamamoto, N.; Kitayama, M.; Hushizume, K. 2007. Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. Journal of Experimental Botany. 58 (8):1935-1945.
78. Muñoz, G.; Hinrichsen, P.; Álvarez, M. 1999. Variabilidad genética de cepas de *Botrytis cinerea* provenientes de vid y tomates con resistencia a dicarboximidas. Agricultura Técnica. (Chile). 59 (1): 1-12.

79. OIV (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, FR). 2009. Description des cepages du monde. 2ème. ed. Paris. 560 p.
80. Ovalle, J. 2011. Efecto de la aplicación de ácido abscísico sobre las características físicas y la composición química de bayas de vid vinífera var. Pinot noir. (en línea). Tesis Ing. Agr. Santiago de Chile, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 37 p. Consultado 20 may. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91920205>. Consultado: 04/9/2018.
81. Palliotti, A.; Gatti, M.; Poni, S. 2011. Early leaf removal to improve vineyard efficiency: gas exchange, source-to-sink balance, and reserve storage responses. *American Journal of Enology and Viticulture*. 62 (2):219-228.
82. Payan, J. 1993. Raisonement de la charge des ceps par ébourgeonnage et interventions sur les grapes. In: Congress GESCO (6ème., 1993, Reims, France). Actes. Reims, France, s.e. pp. 86-88.
83. Peppi, M.; Fidelibus, M.; Dokoozlian, N. 2007. Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of Red globe grapes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 82(2):304-310.
84. Percival, C.; Fisher, H.; Sullivan, A. 1994. Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera* L. cv. Riesling grapevines. II. Effect on fruit composition, yield, and occurrence of bunch rot (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.). *American Journal of Enology and Viticulture*. 45 (2):133-140.
85. Petrie, P.; Trought, T; Howell, S. Bunchan, D. 2003. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gasexchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon blanc. *Plant Biology*. 30:711-717.
86. Peynaud, E. 1989. *Enología práctica*. 3ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. 406 p.
87. Poni, S., F.; Bernizonni, G. Briola, A. Cenni. 2005. Effects of early leaf removal on cluster morphology, shoot efficiency and grape quality in two *Vitis vinifera* cultivars. *Acta Horticulturae*. no. 689:217-225.

88. _____.; Casalini, L.; Bernizzoni, F.; Civardi, S., Intieril, C. 2006. Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(4):397-407.
89. _____.; Gatti, M.; Bernizzoni, F.; Civardi, S.; Bobeica, N.; Magmanini, L.; Palliotti, A. 2013. Late leaf removal aimed at delaying ripening in cv. sangiovese: physiological assessment and vine performance. (en línea). *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 19(3): 378-387. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en doi: 10-1111/ajgw. 12040
90. Quaglino, A.; Gay, G.; Eynard, I.; Ocelli, P. 1981. Effetti di trattamenti estivi con ethephon sulla vite (Effects of summer ethephon trataments on grapevines). *Atti Accademia Italiana della Vite e del Vino (Siena)*. 30(1):87-107.
91. Reynier, A. 2005. Manual de viticultura. 6ª. ed. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 441-451.
92. Ribereau- Gayon, J.; Peynaud, E.; Sudraud, P. 1980. Tratado de enología: ciencias y técnicas del vino. Buenos Aires, Hemisferio Sur. t. 1, 671 p.
93. _____.; Peynaud, E. 1982. Ciencias y técnicas de la viña. Buenos Aires, Hemisferio Sur. t. 1, 671 p.
94. _____.; _____. 1986. Ciencias y técnicas de la viña. Buenos Aires, Hemisferio Sur. t. 2, 659 p.
95. _____.; _____.; Sudraud, P.; Ribereau-Gayon, P. 1989. Tratado de enología, ciencias y técnicas del vino. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 537 p.
96. Riou, C.; Pieri, P.; Le Clech, B. 1994. Consommation d'eau de la vigne en conditions hydriques non limitantes. Formulation simplifiée de la transpiration. *Vitis*. 33(3): 109-115.
97. Rodríguez Romera, C.; Oriolani, A.; Combina, M. 2010. La podredumbre ácida de los racimos de la vid. (en línea). *In: Jornada Vitícola del Centro Regional Mendoza-San Juan (10º., 2010, Mendoza)*. Trabajos presentados. Mendoza, INTA. pp. 10-35. Consultado 13 ago. 2019. Disponible en

http://www.inv.gob.ar/inv_contenidos/pdf/foro/2010/12-INTAPodredumbreAcidaDeRacimosDeVid19-08-10.pdf

98. Roemmelt, S.; Zimmermann, N.; Rademacher, W.; Treutter, D. 2003. Formation of novel flavonoids in apple (*Malus domestica*) treated with the 2-oxoglutarate-dependent dioxygenase inhibitor prohexadione-Ca. *Phytochemistry*. 64(3):709-716.
99. Rufato, L.; Broghenti, A.; Macedo, T.; Bem, B.; Allebrandt, R.; Souza, D.; Filho, M. 2014. Effects of Prohexadione-Calcium on yield components and fruit composition of Cabernet- sauvignon of Brazil. (en línea). In: OIV Congress (37th., 2014, Santa Catalina). Proceedings. Santa Catalina, Brazil, s.e. s.p. Consultado 28 ene. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Broghenti/publication/281006095_EFFECTS_OF_PROHEXADIONE-CALCIUM_ON_YIELD_COMPONENTS_AND_FRUIT_COMPOSITION_OF_CABERNET_SAUVIGNON_IN_SOUTHERN_BRAZIL/links/55d107ad08ae6a881385e81c.pdf.
100. Sabbatini, P.; Howell, G. S. 2010. Effects of early defoliation on yield, fruit composition, and harvest season cluster rot complex of grapevines. *American Society for Horticultural Science*. 45(12):1804-1808.
101. Salisbury, F.; Ross, C. W. 1994. *Fisiología vegetal*. México, Grupo Editorial Iberoamericana. pp. 395-441.
102. Scholander, P.; Hammel, H.; Bransbree, P.; Hammingsen, E. 1965. Sap pressure in vascular plant. *International Journal of Experimental Plant Biology*. 148: 339-346.
103. Seenkamp, J.; Blonnaert, K.; Jooste, J. 1988. Invloed van ethephon op die rypwording van druif (*Vitis vinifera* L. cv. Barlinka). *Agroplanta*. no. 9:51-54.
104. Smart, R.; Robinson, J.; Due, G.; Brien, C. 1985a. Canopy microclimate modification for the cultivar Shyrah II. Effects in must and wine composition. *Vitis*. no. 24:119-128.
105. _____. 1985b. Principles of grapevines canopy management microclimate manipulation whit implications for yield and quality. *American Journal of Viticulture and Enology*. 36:230–242

106. _____. 1989. Solar radiation interception as a guide to the design of horticultural plantings. II twenty years experience with grapevines. *Acta Horticulturae*. no. 240: 87-94.
107. _____.; Robinson, M. 1991. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. Adelaide, Winetitles. 88 p.
108. Sweetman, C.; Sadras, O.; Hancock, D.; Sode, L.; Ford, M. 2014. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. *Journal of Experimental Botany*. 65:5975-5988.
109. Szyjewicz, E.; Kliwer, W. 1983. Influence of timing of ethephon application on yield and fruit composition of Chenia blanc grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 34:53-56.
110. _____.; Rosner, N.; Kliener, W. 1984. Etaphon (2-chloroethylphosphonic acid, Ethrel, CEPA) in Viticulture. *American Journal of Enology and Viticulture*. 35:117-123.
111. Tarara, J.; Lee, J.; Spayd, E.; Scagel, F. 2008. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportions and concentration of anthocyanin in Merlot grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 59(3):235-247.
112. Tardáguila, J.; Bertamini, E. 1993. Gestión del follaje: una potente técnica para mejorar la producción y la calidad de la uva. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 28:31-46.
113. _____.; Blanco, J. A.; Vilanova, M.; Martínez da Toda, F. 2006. Influencia de la época del deshojado en las características organolépticas de los vinos de Garnacha. In: *Foro Mundial del Vino (5 º, 2006, La Rioja, España)*. Trabajos presentados. La Rioja, s.e. pp. 5-11.
114. _____.; Diago, M.; Martínez de Toda, F.; Poni, S.; Vilanova, M. 2008. Effects of timing of leaf removal on yield, berry maturity, wine composition and sensory properties of cv. Grenache grown under non irrigated conditions. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 42(4):221-229.

115. Tello, J.; Aguirrezabal, R.; Hernáiz, S.; Larreina, B.; Montemayor, M. I.; Vaquero, E.; Ibáñez, J. 2014. Estudio intervarietal y multi-factorial de la diversidad natural para la compacidad del racimo de vid (*Vitis vinífera* L.). In: Jornadas del Grupo de Viticultura y Enología de la SECH (1º, 2014, La Rioja, España). Retos actuales de I+D en viticultura. Logroño, España, s.e. pp. 60-66.
116. Tonnieto, J.; Carbonneau, A. 1998. Facteurs mésoclimatiques de la typicité du raisin de table de l'AOC Muscat du Ventoux dans le Département de Vaucluse. Le Progres Agricole et Viticole (France). 115(12):12-22.
117. _____.; _____. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. Agricultural and Forest Meteorology. 124 (1):81-97.
118. Uzquiza, L. 2010. Utilización de agentes de abscisión de la uva. Tesis doctoral. Valladolid, España. Universidad de Valladolid. 114 p.
119. Vail, M.; Marois, J. 1991. Grape cluster architecture and susceptibility of berries to *Botrytis cinerea*. Phytopathology. 81:188-191.
120. Vaquero-Fernandez, L.; Fernandez-Zurbano, P.; Sanz-Asensio, J.; López-Alonso, M.; Martínez-Soriano, T. 2009. Treatment of grapevines with prohexadione calcium as a growth regulator. The influence on production, winemaking and sensory characteristics of wines. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 43(3):149-157.
121. _____.; Martínez-Soria, M. T.; Fernández-Zurbano, P.; Sanz-Asensio, J.; López-Alonso, M.; Mateo-García, C. 2010. Aplicación en vid de Prohexadiona de calcio como regulador del crecimiento. Influencia en la calidad del vino. s.n.t. 60 p.
122. Vasconcelos, C.; Geven, M.; Winefield, S.; Trought, C.; Raw, V. 2009. The flowering process of *Vitis vinífera*: a review. American Journal of Enology and Viticulture. 60 (4):411-434.
123. Vega, J.; Alcalde, J.; Cinta, W. 1962. Variedades de vid que se cultivan en la región de Cuyo. Buenos Aires, CONI. 267 p.
124. Villalobos, L. 2010. Ácido abscísico; importante modulador de la ruta fenilpropanoide en bayas de vid cv. Carménere. Tesis Bioquímico.

Valparaíso, Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Ciencias. 407 p.

125. Wang, S.; Okamoto, G.; Hirando, K.; Lu, J.; Zhang, C. 2001. Effects of restricted rooting volume on vine growth and berry development of Kyoho grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 52:248-253.
126. Weaver, R.; Pool, R. 1971. Chemical thinning of grape cluster (*Vitis vinifera L.*). *Vitis* 10:201-209.
127. _____. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México, Trillas. 622 p.
128. Zhang, Y.; Keller, M. 2015. Grape Berry transpiration is determined by vapor pressure deficit, cuticular conductance and berry size. *American Journal of Enology and Viticulture*. 66:454-462.