

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

por

Leandro ARRILLAGA LÓPEZ

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Dr. Gerardo Echeverría

\_\_\_\_\_ . Ing. Agr. Dra. Milka Ferrer

\_\_\_\_\_ Dra. Sandra Lupo

Fecha: 5 de diciembre del 2017

Autor: \_\_\_\_\_  
Leandro Arrillaga López

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Dr. Gerardo Echeverría por su constante ayuda durante la elaboración de este trabajo y sus consejos.

A la Ing. Agr. Dra. Milka Ferrer por su aporte constante para enriquecer este trabajo.

A la Dra. Sandra Lupo, por sus correcciones y aportes en la revisión bibliográfica.

A los Ing. Agr. Vanessa Cuozzo, Gustavo Pereyra y Agustina Maresca por su ayuda, sus enseñanzas, sus consejos y los momentos compartidos.

A la Ing. Agr. MSc. Julia Salvarrey por sus consejos y los momentos compartidos.

Una mención especial a mi compañero Juan José Rey y su padre Sergio Rey, quienes fueron partícipes directos, y contribuyeron para que este trabajo fuese posible.

A Alejandra Pallante y Agustín Perez por su ayuda en tareas de campo, laboratorio, y bodega.

A los Ing. Agr. MSc. Diego Piccardo y Guzmán Favre por su ayuda en la interpretación de resultados enológicos.

A Darío Porcal y a los trabajadores del Establecimiento Juanico, quienes brindaron su ayuda en los momentos más oportunos.

A mis amigos por estar en los momentos en que se los necesitaba.

Finalmente a mi familia por estar siempre, apoyarme durante el transcurso de la carrera y transmitirme los valores necesarios para poder afrontar la vida de la mejor manera.

TABLA DE CONTENIDO	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. IMPORTANCIA DE LA VARIEDAD TANNAT A NIVEL NACIONAL.....	3
2.1.2. <u>Características varietales de Tannat</u> .....	5
2.2. PRINCIPALES REGULADORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL: APLICACIONES EN VITICULTURA.....	6
2.2.1. <u>Auxinas</u> .....	9
2.2.2. <u>Giberelinas</u> .....	10
2.2.3. <u>Citoquininas</u> .....	13
2.2.4. <u>Rol del etileno y aplicaciones de ethephon</u> .....	14
2.2.5. <u>Rol del ácido abscísico y las aplicaciones exógenas</u> .....	19
2.2.6. <u>Pro-hexadione cálcico</u> .....	22
2.3. PODREDUMBRES DE RACIMOS.....	25
2.3.1. <u>Condiciones pre-disponentes para el desarrollo de las podredumbres de racimo</u> .....	27
2.3.1.1. Condiciones atmosféricas del año.....	27
2.3.1.2. Compacidad del racimo.....	29
2.3.1.3. Prácticas agronómicas.....	32
2.3.2. <u>Podredumbres gris (<i>Botrytis cinerea</i>)</u> .....	33
2.3.2.1. Enzima lacasa y su detección.....	35
2.3.3. <u>Podredumbre ácida</u> .....	37
2.4. CONTROL DE LAS PODREDUMBRES DE RACIMO.....	38
2.4.1. <u>Control cultural</u> .....	39
2.4.2. <u>El deshojado en la vid: distintos momentos, distintos objetivos</u> .....	40
2.4.2.1. Deshojado en cuajado y en enero.....	41
2.4.2.2. Deshojado precoz.....	42

2.5. COMPOSICIÓN DE LA BAYA.....	45
2.5.1. <u>Sólidos solubles</u> .....	45
2.5.2. <u>Acidez</u> .....	46
2.5.3. <u>pH</u> .....	46
2.5.4. <u>Compuestos fenólicos</u> .....	47
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	49
3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	49
3.1.1. <u>Tratamientos</u> .....	50
3.1.2. <u>Aplicación de los tratamientos</u> .....	52
3.2. EVALUACIONES.....	55
3.2.1. <u>Superficie foliar expuesta potencial</u> .....	56
3.2.2. <u>Point quadrat</u> .....	56
3.2.3. <u>Partición de materia seca</u> .....	56
3.2.4. <u>Cosecha</u> .....	56
3.2.5. <u>Compacidad del racimo</u> .....	57
3.2.6. <u>Seguimiento de la maduración</u> .....	57
3.2.7. <u>Detección indirecta de la actividad lacasa</u> .....	57
3.2.8. <u>Peso de poda</u> .....	58
3.3. ÍNDICES DE RESPUESTA.....	58
3.3.1. <u>Potencial hídrico foliar de base</u> .....	58
3.3.2. <u>Fertilidad de yemas</u> .....	58
3.3.3. <u>Índice de Ravaz</u> .....	58
3.3.4. <u>Relación hoja/fruta</u> .....	59
3.4. REGISTROS CLIMÁTICOS.....	59
3.4.1. <u>Cuantificación de las variables del clima a meso-escala</u> .....	59
3.4.2. <u>Cuantificación del microclima de la canopia</u> .....	59
3.4.3. <u>Índices bioclimáticos</u> .....	59
3.4.3.1. Índice heliotérmico.....	59
3.4.3.2. Índice de sequía.....	60
3.4.3.3. Índice de frescor nocturno.....	60
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	61
4. <u>RESULTADOS</u> .....	62
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO.....	62
4.1.1. <u>Índices bioclimáticos</u> .....	62
4.1.1.1. Índice de sequía.....	62
4.1.1.2. Índice de frescor nocturno.....	62
4.1.1.3. Índice heliotérmico.....	63
4.1.2. <u>Temperatura y desarrollo del ciclo</u> .....	63
4.1.3. <u>Humedad relativa y precipitaciones</u> .....	64

4.1.4. <u>Condiciones ambientales durante: floración, cierre de racimo y pre-cosecha</u> .....	66
4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN VARIABLES DE RESPUESTA AGRONÓMICA.....	68
4.2.1. <u>Compacidad del racimo</u> .....	68
4.2.1.1. Variables que explican la compacidad del racimo.....	68
4.2.1.2. Evaluación de la compacidad del racimo en cosecha...	69
4.2.1.3. Fisonomía del racimo.....	70
4.2.2. <u>Evolución de la maduración</u> .....	71
4.2.2.1. Evolución y peso final de la baya.....	71
4.2.2.2. Evolución de los sólidos solubles.....	73
4.2.2.3. Evolución de la acidez total.....	74
4.2.2.4. Evolución del pH.....	76
4.2.2.5. Composición fenólica.....	78
4.2.3. <u>Componentes de la baya</u> .....	79
4.2.4. <u>Parámetros del rendimiento</u> .....	79
4.2.4.1. Rendimiento promedio.....	79
4.2.4.2. Número de racimos promedio.....	80
4.2.4.3. Peso del racimo.....	80
4.2.4.4. Peso de la baya al momento de cosecha.....	81
4.2.5. <u>Sanidad</u> .....	81
4.2.5.1. Incidencia de podredumbres.....	81
4.2.5.2. Microclima de la canopia: humedad relativa y temperatura óptima para la infección por <i>B.cinerea</i> ...	82
4.2.5.3. Actividad lacasa.....	83
4.2.6. <u>Parámetros vegetativos</u> .....	84
4.2.6.1. Superficie foliar expuesta potencial.....	84
4.2.6.2. Peso de poda y de sarmiento.....	85
4.2.6.3. Partición de materia seca.....	86
4.2.7. <u>Estructura de la canopia</u> .....	87
4.2.7.1. Número de capas de hoja.....	87
4.2.7.2. Porcentaje de racimos expuestos.....	88
4.2.8. <u>Índices de respuesta</u> .....	89
4.2.8.1. Evolución del potencial hídrico foliar de base.....	89
4.2.8.2. Índice de Ravaz.....	90
4.2.8.3. Relación hoja/fruta.....	91
4.2.8.4. Fertilidad de yemas.....	92
4.3. SÍNTESIS DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS.....	93
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	94
5.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO.....	94

5.2. LA COMPACIDAD DEL RACIMO.....	94
5.3. SANIDAD Y MICROCLIMA DE LA CANOPIA.....	96
5.4. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, COMPONENTES DE LA BAYA Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA.....	97
5.5. DESARROLLO VEGETATIVO.....	98
5.6. EVOLUCIÓN DE LA MADURACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA BAYA.....	98
5.6. ÍNDICES DE RESPUESTA.....	100
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	103
7. <u>RESUMEN</u> .....	104
8. <u>SUMMARY</u> .....	105
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	106

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Diferentes momentos de deshojado.....	40
2. Características generales del viñedo.....	49
3. Tratamientos.....	50
4. Detalle de las aplicaciones.....	54
5. Evaluaciones.....	55
6. Variables.....	61
7. Índice de sequía.....	62
8. IF.....	63
9. IF serie histórica.....	63
10. Grados días acumulados.....	63
11. Mediana y media del IC evaluado en cosecha según tratamientos.....	70
12. Estado de madurez de la uva (36 E y L) 16/2/2016.....	78
13. Composición fenólica del uva en cosecha.....	78
14. Componentes de la baya.....	79
15. Peso promedio del racimo.....	80
16. Peso de la baya en cosecha.....	81

Figura No.

1. Composición fenólica de las uvas Tannat, Merlot y Cabernet Sauvignon.....	4
2. Evolución del contenido hormonal durante las fases del crecimiento de la baya.....	9
3. Últimos pasos en la síntesis de giberelinas.....	11
4. Momento de aplicación de ethephon (Sierra) y resultados esperados....	18
5. Modo de acción del pro-hexadione cálcico.....	23
6. Principales etapas del ciclo de <i>Botrytis cinerea</i> en vid.....	35
7. Croquis del ensayo y diseño estadístico.....	50
8. Curva de titulación del ácido fosfórico.....	53
9. Representación esquemática de la zona de aplicación.....	53
10. Evolución decádica de las temperaturas medias, máximas, mínimas y principales eventos fenológicos.....	64
11. Evolución decádica de la humedad relativa media y máxima.....	65
12. Precipitación acumulada.....	66
13. Condiciones ambientales durante la floración.....	67
14. Condiciones ambientales durante cierre de racimo.....	67
15. Condiciones ambientales 30 días previos a cosecha.....	68
16. Análisis de componentes principales. Variables que explican la compactidad de los racimos.....	69
17. IC evaluado en cosecha.....	69
18. Largo de raquis evaluado en cosecha.....	70
19. Ancho de raquis evaluado en cosecha.....	71
20. Evolución del peso de la baya. ....	72
21. Evolución del peso de la baya.....	72
22. Evolución del peso de la baya.....	73
23. Evolución de los sólidos solubles. Grupo 1.....	74
24. Evolución de los sólidos solubles. Grupo 2.....	74
25. Evolución de los sólidos solubles. Grupo 3.....	74
26. Evolución de la acidez total. Grupo 1.....	75
27. Evolución de la acidez total. Grupo 2.....	75
28. Evolución de la acidez total. Grupo 3.....	76
29. Evolución del pH. Grupo 1.....	76

30. Evolución del pH. Grupo 2.....	77
31. Evolución del pH. Grupo 3.....	77
32. Rendimiento (g uva/ planta).....	80
33. Incidencia de podredumbre expresada en peso enfermo por planta.....	82
34. Porcentaje de las horas con condiciones óptimas de humedad y temperatura para la infección por <i>Botrytis sp.</i> .....	83
35. Determinación indirecta de la actividad lacasa (35 E y L).....	83
36. Determinación indirecta de la actividad lacasa (38 E y L).....	84
37. SFEp (m <sup>2</sup> /ha).....	85
38. Peso de poda .....	85
39. Peso del sarmiento.....	86
40. Contenido de materia seca en racimos.....	86
41. Contenido de materia seca en hoja.....	87
42. Número de capas de hojas de la canopia.....	88
43. Exposición de los racimos de la canopia según tratamiento.....	89
44. Evolución del potencial hídrico foliar de base.....	90
45. Índice de Ravaz.....	91
46. Relación hoja fruta.....	91
47. Número de inflorescencias por planta.....	92
48. Análisis de componentes principales.....	93

## **1. INTRODUCCIÓN**

La viticultura nacional se desarrolla en un total de 6605 hectáreas, de las cuales el 63,8% de la producción se lleva a cabo en departamento de Canelones mientras que el restante 37% se distribuye en los demás departamentos. El total de viñedos registrados por el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) al año 2017 fue de 1408 con 67 % del total distribuidos en Canelones, 15 % en Montevideo, 7 % en Colonia y el resto en los demás departamentos (INAVI, 2017).

El desempeño actual de la actividad de las empresas vitivinícolas se desarrolla dentro de un paradigma socio-económico caracterizado por el dinamismo, donde los cambios tecnológicos introducidos en el sector y la capacidad de las empresas de adaptarse a dichos cambios marcan fuertemente la sustentabilidad en el largo plazo.

El rubro vitivinícola en Uruguay presenta diferentes tipos de productores. Echeverría (2003) clasificó a los mismos en cuatro grupos según las variables: superficie, fuerza de trabajo, productividad por hectárea, reconversión, nivel tecnológico y nivel de vinculación con el medio. Los productores pertenecientes al grupo IV se presentaban como el eslabón más débil de la cadena productiva, con una baja superficie, poco peso en la producción total, bajo nivel tecnológico general y sustentado en el trabajo familiar. Los productores que pertenecen al grupo I “empresarial” presentaban: mayor cosecha absoluta, mayor peso de mano de obra contratada, con proyectos de expansión, nivel alto de tecnificación y se mostraban abiertos a la innovación tecnológica.

La gestión del viñedo se vuelve una herramienta fundamental para alcanzar los estándares de calidad enológicos apropiados. Sin embargo las interacciones climáticas que se dan año a año, se presentan como un desafío a sortear.

La aparición de podredumbres de racimo constituye uno de los principales perjuicios que condicionan la calidad de la uva, y por ende del vino a obtener en la etapa de vinificación (Ferrer et al., 2001).

Esto último repercute de manera directa en la rentabilidad de las empresas, tanto de aquellas perteneciente al grupo I como a las empresas del grupo IV, las cuales reciben penalizaciones importantes en el precio de la uva.

La variedad Tannat (*Vitis vinífera. L*) es una cepa de importante consideración a nivel nacional. Es la variedad de uva tinta más plantada, ocupando un total de 26 % de la superficie de las cepas tintas (INAVI, 2017).

En vendimias lluviosas la aparición de podredumbres de racimo puede significar grandes pérdidas económicas para las empresas vitícolas y vitivinícolas, los registros llevados a cabo por el equipo de investigación de la Facultad de Agronomía presentan niveles de incidencia de hasta el 90 % en algunos años.

La compacidad del racimo es una de las características varietales que hacen a las variedades más o menos susceptibles a las podredumbres, la agregación de la bayas en el racimo es un factor que condiciona la circulación del aire, los niveles de humedad interior y la incidencia de radiación, esta última incide de manera directa en la síntesis de polifenoles (Vail y Marois, 1991).

Como objetivo general, este trabajo se plantea la aplicación de una serie de técnicas de cultivos, tanto culturales como alternativas químicas, cuyo cometido es disminuir la compacidad de los racimos de la variedad Tannat, y por ende disminuir la incidencia y severidad de las podredumbres de racimo. A si mismo, otro de los objetivos es evaluar la aplicación de fitoreguladores promotores de la maduración, con el fin de acortar temporalmente esta etapa y por ende disminuir el período de máxima susceptibilidad. Dentro de los objetivos específicos se pretende evaluar el impacto de estas técnicas de cultivo, sobre las variables que componen el rendimiento, la sanidad y la composición de la baya.

El presente trabajo, pretende contribuir con la estrategia de manejo integrado del viñedo, estudiando la adaptación nuevas técnicas con bajo impacto ambiental para el control de las podredumbres de racimos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. IMPORTANCIA DE LA VARIEDAD TANNAT A NIVEL NACIONAL**

La variedad Tannat es originaria de la región sur oeste de Francia (Maridan) cultivada en los pirineos atlánticos (norte de Francia 40-42° latitud norte). La introducción de esta cepa en Uruguay fue llevada a cabo por Don Pascual Harriague en el año 1878 en el departamento de Salto desde Concordia (Álvarez 1909, Beretta Curi et al. 2013).

El “pool” varietal de la viticultura nacional ha ido presentando variaciones a lo largo de los años; estos cambios han sido un reflejo de los contextos socio-económicos por los cuales ha pasado el sector a lo largo de la historia.

Durante la reconversión varietal impulsada por el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI) a partir de 1994 comienza la selección de variedades europeas para reemplazar antiguas plantaciones y plantaciones de híbridos productores directos; ambas de bajo valor enológico.

Según INAVI (2017) en la actualidad la superficie de viñedos Tannat en Uruguay es de 1707 hectáreas, representando un 26 % del total de la superficie del viñedo nacional.

Su contribución a la producción es de una importancia relevante, siendo de 25.052.738 kilogramos de uva para la vendimia 2017, lo cual equivale 34 % de la producción de las variedades tintas y un 26 % del total producido (INAVI, 2017).

Analizando la productividad de la variedad, el promedio a nivel nacional es de 4 kg/planta según registros de (INAVI, 2015). Se la puede categorizar como una de las variedades más productivas en el contexto nacional junto con otras como Ugni blanc, Moscatel de Hamburgo.

Durante el plan de reconversión del sector en la década del 90, los productores adoptaron por variedades europeas productivas como Moscatel de Hamburgo, Ugni blanc y Tannat, con una visión más enfocada en la productividad por hectárea que en la calidad de la materia prima. En ese momento la Facultad de Agronomía (UdelaR) ya había iniciado una línea de investigación con énfasis en la variedad Tannat (Ferrer et al., 1995) que se continuó durante toda la década del 90 y años subsiguientes (Ferrer et al. 2001, Ferrer y González Neves 2002, Ferrer et al. 2007a, 2011a, González Neves et al. 2012) los cuales permitieron conocer la respuesta de la variedad a las condiciones nacionales de producción.

La variedad Tannat presenta una buena adaptación a las condiciones de producción nacional. Ferrer et al. (2011a) estudiaron el comportamiento agronómico de la variedad en tres regiones productivas del Uruguay. En las tres regiones se alcanzó la madurez tecnológica aunque con diferencias significativas en la performance agronómica, y cuyas consecuencias se imprimen en las cualidades enológicas del producto final; permitiendo así la obtención de productos diferentes a partir de la misma cepa.

Desde una óptica enológica Tannat presenta una distinción notable en cuanto a composición fenólica. Estudios realizados por González Neves (2005) permitieron evidenciar la riqueza fenólica de las uvas Tannat. Los contenidos de polifenoles totales expresados en unidades de absorbancia son significativamente superiores en las uvas Tannat respecto a otras variedades clásicas como Cabernet-Sauvignon y Merlot.

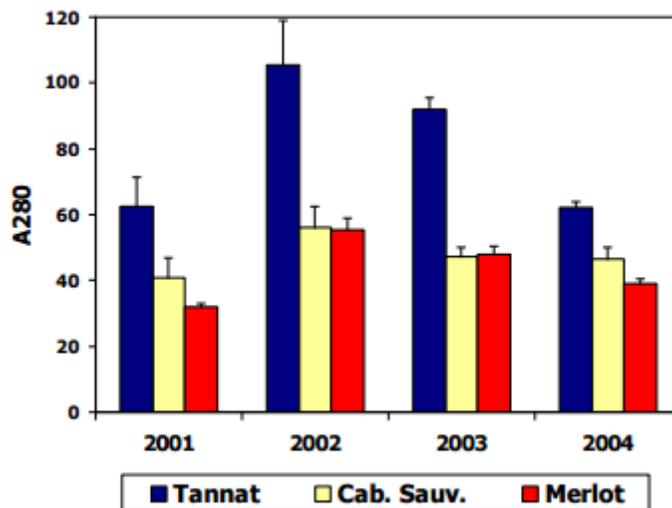


Figura No. 1. Composición fenólica de las uvas Tannat, Merlot y Cabernet-Sauvignon. Fuente: González Neves (2005).

El conocimiento acerca de la variedad Tannat aportado por los trabajos de investigación nacional ha contribuido al entendimiento por parte de productores vitícolas y vitivinícolas.

Lograr entender la respuesta de la planta ha posibilitado la adaptación de diferentes técnicas de cultivo que han sido de relevancia para la obtención de un producto que busca mejorar las condiciones de rentabilidad de las empresas y el posicionamiento de la viticultura uruguaya a nivel internacional.

En un contexto de apertura de la economía mundial, la formación de bloques económicos y la desgravación arancelaria, el vino constituye una de las nuevas oportunidades de exportación (Calvo, 2008).

En cuanto al comercio internacional, según datos del Instituto Nacional de Viticultura (INAVI, 2015) la exportación de vino nacional ha sufrido oscilaciones a lo largo de los años en el volumen exportado. Para el año 2004 se registró un volumen de venta de 1.210.336 litros mientras que en el 2008 se alcanzó la cifra de 13.461.167 l, para luego descender a julio del 2016 a 1.409.706 l. En todos los casos el vino tinto es el que tiene mayor peso en la exportación siendo del 77% del total exportado, tomando como referencia una serie de años (1977-2010).

La importancia del sello varietal “Tannat” como identificador del vino nacional ha contribuido como una estrategia comercial para el sector vitivinícola.

La participación de bodegas uruguayas en ferias internacionales y la obtención de premios, ha llevado a Uruguay a ser conocido como el “país del Tannat” siendo el país donde más se planta la variedad en términos relativos al total del encepado.

### **2.1.2. Características varietales de Tannat**

Según la descripción ampelográfica realizada por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV, 2009), algunos de los caracteres a destacar son los siguientes:

- hojas y ramas jóvenes con alta densidad de pelos inclinados, de coloración rojiza.
- pámpanos jóvenes vigorosos, con crecimiento abierto y porte semierguido a erguido.
- hojas adultas de color verde oscuro, de gran tamaño, pentagonales, de tres a cinco lóbulos con el central alargado, seno peciolar abierto o cerrado, margen dentado de corto tamaño, nervaduras de color rojo, limbo irregular con abultamiento.
- inflorescencia hermafrodita con una o menos por pámpano.
- racimo de tamaño medio a grande, compacto.
- bayas redondeadas de tamaño mediano y fisonomía uniforme.

Vega et al. (1962) para la región de Cuyo (Argentina) caracterizan a la cepa como vigorosa, de ciclo medio que alcanza la madurez tecnológica a principios de marzo. A su vez describen al racimo de forma cónico-mediano, bien lleno, con

“millerandage”, y maduración mediana. La baya elipsoidal corta, pequeña (1,6 cm de largo).

La variedad Tannat presenta desborre tardío en la primavera y madura tardíamente, como característica particular se cita que al llegar el otoño su follaje se enrojece completamente. La brotación es blanco-algodonosa con ribetes rosas, con hojas jóvenes vellosas y bronceadas, hoja de tamaño promedio, truncada, verde oscura, generalmente ampollada de bordes revolutos (Galet, citado por Piccardo, 2008).

Los racimos de Tannat se presentan colgando de un pedúnculo largo, con dos alas, compactos y con granos esféricos o ligeramente ovalados por la presión.

Ferrer et al. (2009) caracterizan a la variedad como susceptible a las podredumbres de racimo. La compactidad del racimo ha sido reportada por diversos autores como uno de los factores que determinan la susceptibilidad de las variedades a las enfermedades criptogámicas (Marois et al. 1986, Vails y Marois 1991, Diago 2010, Laguna Ullan 2011).

## **2.2. PRINCIPALES REGULADORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL: APLICACIONES EN VITICULTURA**

Las fitohormonas o reguladores del crecimiento juegan un rol preponderante en la respuesta de la planta a diversos factores tanto endógenos como ambientales. Muchas de las respuestas fisiológicas de las plantas a diversos tipos de estímulos ambientales están mediadas por la acción de las fitohormonas (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

El término reguladores del crecimiento se utiliza para nombrar aquellas sustancias sean naturales o no, que actúan en la planta de un modo análogo o antagónico a una fitohormona (Peña, 2008).

El primer grupo de fitohormonas compuesto por las auxinas, giberelinas, citoquininas son conocidas como promotores del crecimiento mientras que el segundo grupo conformado por el ácido abscísico, el etileno y más recientemente el ácido jasmónico son conocidos como inhibidores del crecimiento (Jordán y Cassareto 2006, Azcón-Bieto y Talón 2008, Chávez et al. 2012).

Los balances entre las distintas hormonas en un tejido vegetal en determinado momento son responsables de las respuestas fisiológicas que puede tener la planta. Algunos de los procesos fisiológicos como la abscisión, la maduración, crecimiento de tallos, germinación, dormancia entre otros, están controlados por los niveles endógenos

de hormonas y la relación entre las concentraciones de cada una de ellas (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

El conocimiento acerca de la fisiológica vegetal referido al modo de acción y los procesos que controlan las diferentes hormonas, ha posibilitado la utilización de estos reguladores para controlar diversos procesos de interés en a agricultura.

La acción de los reguladores de crecimiento aplicados exógenamente está determinada por una serie de factores que merecen una consideración especial a la hora de su aplicación. En ocasiones, la potencialidad de los reguladores de crecimiento en viticultura se puede ver limitada por restricciones ambientales, costos o falta de ajuste de los tratamientos.

Peña (2008) considera una serie de factores que son claves a la hora de realizar una aplicación con un regulador de crecimiento:

- contenido endógeno o equilibrio hormonal en la planta en un momento dado (fenología, estado de desarrollo, fisiología).
- asociado al producto: dosis, naturaleza del producto, incompatibilidad química, gasto de agua.
- asociado a la planta: vigor, variedad y estado sanitario de las plantas objetivos.
- asociados a la aplicación: humedad, viento, lluvia, maquinaria de aplicación, tamaño de gota, etc.

En viticultura el uso de reguladores de crecimiento tiene diversos fines, algunos de ellos se citan a continuación (Peña, 2008):

- enraizamiento.
- regularización de la brotación.
- raleo de bayas o partes de racimo.
- inducción de la partenocarpia en variedades femeninas.
- aumento del tamaño de la baya en variedades apirenas.
- incremento en la coloración de la uva en variedades tintas.
- disminución del vigor.

Durante el ciclo anual de la vid las concentraciones endógenas de los principales reguladores de crecimiento (auxinas, citoquininas, giberelinas, etileno y

ácido abscísico) presentan fluctuaciones. Recientemente se han encontrado otras moléculas como los brasinosteroides que parecen actuar sinérgicamente junto a otras hormonas durante el transcurso de algunos eventos fenológicos, en particular los relacionados a la maduración de la baya (Combe 1973b, Fichet 2005, Fortes et al. 2015).

La respuesta de un tejido determinado a un regulador de crecimiento dependerá de la concentración del regulador y de la sensibilidad del tejido en cuestión (Fichet et al. 2005, Azcón-Bieto y Talón 2008). A su vez la respuesta no solo depende de la concentración de una fitohormona en particular, sino del solapamiento entre las concentraciones de distintas fitohormonas en un momento dado.

Durante la floración de la vid, los promotores del crecimiento vegetal que toman protagonismo, son las giberelinas, citoquininas, auxinas (Coombe y Mc Carthy 2000, Fichet et al. 2005, Conde et al. 2007). Estas hormonas son promotoras de la multiplicación y división celular, muchas veces producidas por las semillas o por el tejido materno en el caso de las variedades apirineas (Conde et al., 2007). Tal es así que el tamaño final de la baya depende del peso de las semillas, tal como fue reportado por Ferrer et al. (2014) quienes encontraron una correlación positiva entre ambas variables. Los contenidos de estas hormonas alcanzan su máximo justo antes del envero (Coombe, 1992).

Durante el envero se dan cambios a nivel hormonal, se produce un descenso en los niveles de promotores de crecimiento y se caracteriza por la existencia de un pico de ácido abscísico (ABA, Coombe, 1992). El ácido abscísico parece ser uno de los principales disparadores del proceso de maduración, aunque su mecanismo no ha sido completamente dilucidado (Conde et al., 2007). Algunos estudios ponen en evidencia que la concentración de ABA está correlacionada positivamente con la acumulación de hexosas (Chervin et al., 2004). Por su parte el etileno se mantiene en niveles bajos en comparación con frutos climatéricos pero participa de manera sinérgica junto con los brasinosteroides y el ABA en el proceso de maduración.



Figura No. 2. Evolución del contenido hormonal durante las fases de crecimiento de la baya. Fuente: adaptado de Fortes et al. (2015).

### 2.2.1. Auxinas

Las auxinas (AIA) se agrupan dentro de los denominados promotores del crecimiento vegetal (Azcón-Bieto y Talón, 2008), son conocidas por promover la división celular, fomentar la rizogénesis y su aplicación exógena a altas dosis promueve la síntesis de etileno (Weaver 1976, Azcón-Bieto y Talón 2008).

Es un regulador muy empleado en la tecnología viverista dado su rol en el proceso de callogénesis y rizogénesis.

La síntesis de auxinas se da a partir del aminoácido triptófano, en mayor medida su síntesis sucede en órganos como ápices vegetativos, raíces y semillas aunque no exclusivamente, siendo su transporte polar, unidireccional y requiriendo consumo de energía metabólica (Davies et al. 1997, Azcon-Bieto y Talón 2008). Según Champagnol, citado por Blummeto et al. (2000), estas hormonas emigran hacia la base de las ramas a una tasa comprendida entre 3 y 10 mm por hora. El AIA en los tejidos vegetales se conjuga a aminoácidos no quedando activamente disponible (Staswick et al., 2002).

Durante la etapa de floración-cuajado en la vid, el crecimiento de la baya se ha correlacionado positivamente con contenidos endógenos auxinas (AIA, Cawthon y Morris, 1982). Diferentes genes se expresan incrementando la síntesis de AIA, la sensibilidad o alterando la transducción, permitiendo de esta manera el cuajado en ausencia de polinización (Yin et al., 2006), tal es así que Constantini et al. (2007)

confirman un incremento del número de bayas por racimo cuando se compara el cultivar Thompson Seedless con un transgénico DefH9-jaam del mismo cultivar que tiene modificada la capacidad de síntesis de auxina. Estos autores evidenciaron una correlación positiva entre el número de bayas y los contenidos endógenos del regulador.

El rol de las auxinas en la vid no es aun del todo conocido, algunos trabajos recientes han demostrado un retraso en la madurez. Cuando las aplicaciones de una auxina de síntesis (1 NAA- ácido naftalenacético) son realizadas antes del comienzo del envero algunos de los efectos son: una sincronía en la acumulación de azúcares entre bayas, aumento el tamaño del grano, reducción de la concentración de antocianinas, retraso en el descenso de la acidez del mosto y cambios en algunos compuestos volátiles (Weaver 1962, Bottcher et al. 2011b).

La reducción en los niveles de auxinas ha sido sugerido como un requisito para que la maduración ocurra (Chen et al. 1999, Bottcher et al. 2010).

A su vez el proceso de maduración está sostenido por una relación estrecha entre la auxina (AIA) y el etileno (ET). El AIA se produce por la acción combinada de las proteínas TAR y TUCCA en bayas en desarrollo. La aplicación exógena de etileno antes del inicio de la maduración, podría conducir a un aumento en la producción de AIA. Bottcher et al. (2013) sostienen que el inicio tardío en la maduración cuando las bayas son tratadas con ethrel (ácido cloretilfosfónico) podría representar un efecto indirecto dado por un aumento de AIA en la baya debido al estímulo previo del etileno. Algunos genes que codifican proteínas como la TAR y YUCCA (vinculados a la biosíntesis de AIA), vieron aumentada su expresión cuando existió una aplicación previa de ethrel. En este sentido previamente Davies et al. (1997) ya evidenciaba un retraso en el inicio de la acumulación de azúcares inducido por el ethephon, similar al efecto retardante causado por las aplicaciones de auxinas.

### **2.2.2. Giberelinas**

Las giberelinas son fitohormonas que han sido descubiertas en 1926 por investigadores japoneses al estudiar una enfermedad causada por un hongo *Giberella fujikori*. Las plantas atacadas por esta enfermedad resultaban más altas y delgadas aunque carecían casi de lignificación, el líquido que excretaba el hongo se denominó giberelina (Jordán y Casaretto 2006, Azcón-Bieto y Talón 2008).

Fichet et al. (2005) destacan dos rutas metabólicas de síntesis de las giberelinas en plantas, mientras una está activa la otra, aparentemente, sería activada en caso de que la primera no esté funcionando correctamente.

Desde la concepción química, las GAs constituyen una familia de diterpenos tetracíclicos ácidos, cuya estructura más básica está constituida por un anillo de ent-giberelano de 20 o 19 carbonos. Los primeros pasos de su biosíntesis son los comunes para cualquier terpeno. El precursor principal de la giberelinas es el geranyl-geranyl pirofosfato cuya formación se da en los plástidos de la célula vegetal. En pasos posteriores el geranyl-geranyl pirofosfato es ciclado a ent-kaureno, y comienzan una serie de oxidaciones medidas por mono-oxigenasas donde se deriva finalmente en GAs<sub>12</sub> aldehído (Azcón-Bieto y Talón 2008, Cossio 2013).

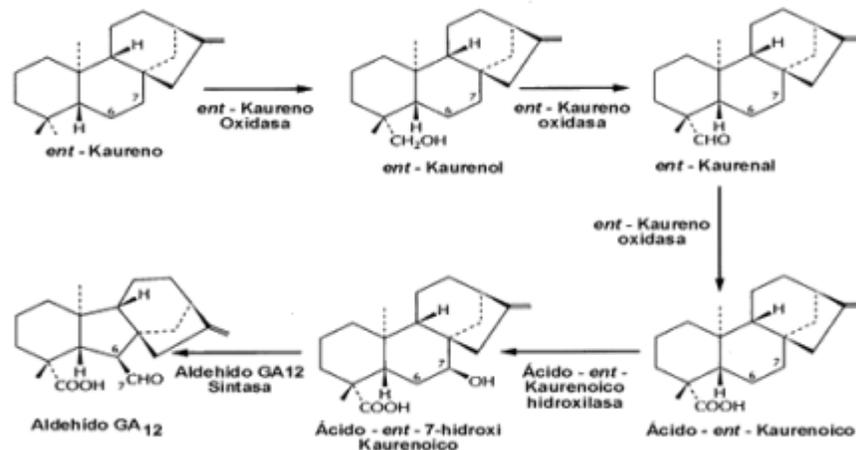


Figura No. 3. Últimos pasos en la ruta de biosíntesis de las giberelinas (GAs).

Fuente: Cossio (2013)

La regulación del contenido de GAs en la planta está dada por un complejo mecanismo, que involucra mecanismos homeostáticos y retroalimentación, refiriendo a este último, la planta es capaz de percibir niveles altos de giberelinas activas (GAs 19) y aumenta la síntesis de GAs (20 C) sin actividad biológica.

El transporte se da a través del floema y del xilema, junto con los productos de la fotosíntesis (Cossio, 2013).

Salisbury y Ross (1992) sostienen que las GAs por sus múltiples efectos en el comportamiento vegetal hace suponer que las mismas tienen varios sitios de acción.

Estos reguladores participan activamente en distintos puntos de la planta, que se encuentran en activo desarrollo en particular en el fruto, particularmente en el momento de la fecundación del óvulo (Combe y Hale, citados por Fitchet, 2005). En los frutos en

desarrollo o recién cuajados, la producción de GAs se da a partir del embrión y el efecto de este regulador se traduce en un aumento notorio de la elongación celular producto de la reorientación de microtúbulos y extensibilidad de la pared. Luego de 30 días los niveles en la baya son casi indetectables, ya que la producción por parte del embrión merma (Fichet, 2005).

Otro rol adjudicado a las giberelinas, es su participación al momento de la iniciación floral. Autores como Srinivasan y Mullins (1980), Carmona et al. (2007), Vasconcelos et al. (2009) sostienen que el balance entre giberelinas-citoquininas interviene a la hora de la inducción floral de la vid, un alta relación GAs/ Cq promueve una baja iniciación de floral y conduce a la formación de zarcillos, mientras que lo contrario ocurre cuando la relación es baja.

Las aplicaciones exógenas de GAs en la vid tienen diversos objetivos (Arias, 1998): alargamiento del raquis en variedades de uva de mesa, aumento del tamaño de bayas en variedades sin semillas, disminución de la inducción floral, aclareo de granos, prevención de desecamiento del raquis.

Referido al control sanitario de *Botrytis* sp, Munaro y Do Santos (2016) evaluaron las aplicaciones de distintas concentraciones de giberelinas de síntesis (Pro. gib) sobre el cultivar Merlot; las dosis evaluadas fueron 200 mg/l en pre-floración repitiendo 10 días posteriores y 300 mg/l en conjunto con una aplicación de un botrycida orgánico (SERENADE© Bayer Crop Science), los resultados más satisfactorios fueron obtenidos con la dosis de 300 mg/l, logrando obtener una incidencia 67% menos que el testigo.

Por otra parte Hed et al. (2011) probaron las aplicaciones de GA3 sobre el cultivar Chardonnay en la región oeste de los Estados Unidos en vistas de reducir la incidencia y severidad de podredumbres de racimo, en particular la ocasionada por *Botrytis cinerea*. Los efectos de las aplicaciones estuvieron condicionados por el momento y la tasa de aplicación (concentración). Los mejores resultados fueron obtenidos cuando las aplicaciones se hicieron en floración, dando como resultados racimos menos compactos explicados por un menor número de bayas por cm de raquis. La incidencia y la severidad fueron disminuidas por esta práctica. Estos autores no encontraron disminuciones significativas del rendimiento de las viñas por efecto de dichas aplicaciones.

En otro estudio Dokoozilian y Peacock (2001) trabajando sobre el cultivar Thompson Seedless lograron disminuir el número de bayas y aumentar el tamaño de las mismas con aplicaciones de GAs cercano a la plena floración a razón de 2,5 g/ha. Las aplicaciones no tuvieron efecto en disminuir la producción del año siguiente.

### **2.2.3. Citoquininas**

Citoquininas es un nombre genérico que se le adjuntó a una serie de sustancias, naturales o sintéticas, capaces de estimular la división celular en presencia de auxinas. Se trata de derivados de la base adenina que en su posición N-6 presenta varias sustituciones. El modo de acción de las citoquininas está estrechamente vinculado a los niveles de auxinas, existiendo entre ambas hormonas interacciones varias de sinergismo o antagonicas (Jordán y Casaretto 2006, Azcón-Bieto y Talón 2008).

Según el origen de las citoquininas (Cq) se pueden categorizar dos tipos, aquellas que son naturales y las sintéticas. Las primeras se sintetizan a partir del DMAPP (vía del ácido mevalónico) y 5'-AMP, principalmente la síntesis se da en la raíz de las plantas superiores aunque también puede darse en ápices vegetativos y semillas inmaduras mientras que las segundas (artificiales) tienen como partida la base púrica adenina (Jordán y Cassareto, 2006).

Weaver, citado por Blumetto et al. (2000) señala que además de fomentar la división celular, las Cq influyen en la diferenciación de tejidos, y retrasan el envejecimiento de los tejidos vegetales.

Otros de los efectos reportados según Azcón-Bieto y Talón (2008) por la acción de las Cq son:

- proliferación de yemas axilares.
- neoformación de órganos in vitro.
- retraso la senescencia foliar.
- expansión celular.
- desarrollo de cloroplastos.
- floración.

El primer paso en la biosíntesis directa de las citoquinas isoprenoídicas es la N<sub>6</sub>-prenilación de la adenosina 5'-fosfato (AMP, ADP o ATP) con DMAPP rindiendo los correspondientes ribósidos mono, di y trifosfato de iP. La reacción es catalizada por las enzimas IPT (fosfato-isopentil transferasas).

En vid las aplicaciones de Cq han sido evaluadas con el objetivo de mejorar la calidad de la uva de mesa por Navarrete et al. (2001), estos autores notifican un incremento en la productividad por planta del 22%, tamaño de las bayas (20%), peso de los racimos (20 %) cuando las aplicaciones de GA3 son acompañadas de CPPU (citoquinina de síntesis).

Rivacoba (1994) evaluó el efecto distintas dosis de CPPU en tres cultivares de uva de mesa (Thompson seedless, Rubi seedless y Red globe) sobre los componentes del rendimiento y la calidad de la cosecha. Las distintas dosis de CPPU aplicadas sobre bayas de 6 y 9 mm de ancho ecuatorial, produjeron incremento de la producción en el cv. Ruby Seedless. En las otras dos variedades los efectos se lograron a nivel de un aumento del diámetro de bayas y su peso. En el cultivar Thompson Seedless las aplicaciones produjeron un retraso de la cosecha de 5 días.

Reynolds et al. (1992) evaluaron la aplicación de CPPU en conjunto con aplicaciones de GAs (100 ppm) con el objetivo de aumentar el tamaño de los racimos y bayas, estos autores encontraron una tendencia a que ambos tratamientos aumentaban el peso del racimo y de la baya, mientras que reducen la concentración de sólidos solubles, pH y el contenidos de antocianinas, con un aumento notorio de la acidez.

#### **2.2.4. Rol del etileno y aplicaciones de ethephon**

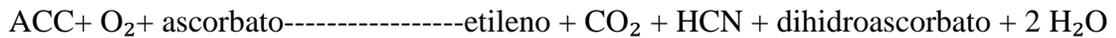
La uva es un fruto no climatérico (Combe y Hale 1973, Goldschmidt 1998) que ha sido clasificado con una producción baja a muy baja de etileno inferior a  $0,1 \mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{Kg}/\text{H}$  (Kader, 1994). El hecho de ser un fruto no climatérico implica que no acumula almidón durante su desarrollo, por tanto no presenta un incremento marcado de la respiración. Otra diferencia entre los frutos climatéricos y los no climatéricos es que en los primeros la exposición al etileno activa una ruta autocatalítica del etileno, es decir la producción del regulador es inducida por el mismo etileno. La maduración del fruto no puede culminarse si la fruta no climatérica es desprendida de la planta, a diferencia de otros frutos climatéricos como la manzana y pera (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Estudios muestran que la uva, al igual que los cítricos, presenta cambios en la expresión génica que son similares a los observados a los frutos no climatéricos, justificando el uso del término maduración con respecto a ambos tipos de fruta. Las frutas no climatéricas revelan una respuesta a la aplicación de etileno exógeno (ethephon o ethrel, Goldschmidt, 1998).

Una de las características distintivas del etileno, respecto a otros reguladores del crecimiento, es que se presenta en forma gaseosa y su efecto en las plantas se produce en concentraciones muy baja, y prácticamente en todos los momentos del desarrollo (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

La primera fase de la biosíntesis de etileno, es exclusiva de los vegetales superiores, y es la formación de SAM (S-adenosinmetionina) a partir del aminoácido metionina por la acción de la enzima S-adenosinmetionina sintasa. La producción de SAM no es exclusiva de la síntesis de etileno, ya que la SAM es precursora de otras vías metabólicas como la ruta síntesis de poliaminas. En un segundo paso y ya específico de

la síntesis de etileno, se produce la conversión de SAM en ACC (1-aminociclopropano 1-carboxílico), y el final de la etapa consiste en una oxidación mediada por la enzima ACC oxidasa (ACO, Jordán y Cassareto 2006, Azcón-Bieto y Talón 2008, Chávez et al. 2012).



El ácido 2-cloretil fosfónico ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{ClO}_3\text{P}$ ) es el principio activo del ethephon, elthephon o CEPA, el mismo fue descubierto en 1965 y se comenzó a comercializar en 1973 por la compañía AmChem/Union Carbide como un fitorregulador (EPA, 1995). La ficha técnica del ethephon lo describe como un producto de contacto que pertenece a la familia química de los ácidos fosfónicos. Al ingresar a la planta se descompone a etileno. La descomposición del ethephon a nivel de campo es muchas veces una condicionante de los resultados obtenidos, ya que la misma depende de factores ambientales como la temperatura, humedad relativa y pH; así como también la tecnología de aplicación utilizada (Nir y Lavee, 1981). La hidrólisis del ethephon se produce a pH 5 o superior liberando iones cloro, fosfato y etileno, la translocación se produce desde las hojas basales hacia las apicales y al fruto, pero no se registra un movimiento basípeto.

En cuanto a la toxicidad, la EPA (Environmental Protection Agency) lo ha clasificado dentro del grupo químico D, indicando insuficientes pruebas para afirmar que tiene efecto carcinogénico en humanos.

Las aplicaciones exógenas de etileno en vid incrementan la tasa respiratoria de las bayas pero sin aumentar la permeabilidad de las membranas celulares (Szyjewicz et al., 1984).

En una revisión realizada por Szyjewicz et al. (1984) referida al uso de etileno como madurador indica que la respuesta de la planta depende de los niveles endógenos de ácido abscísico (ABA). Los autores citan trabajos que indican algunas consideraciones acerca de la acción del etileno:

- los niveles de ABA deben estar por encima de cierto umbral para que el etileno tenga una respuesta sinérgica y produzca una respuesta.
- si el etileno es aplicado antes de que se alcance dicho umbral puede retrasar la maduración.
- el umbral de ABA ocurre durante la fase II del crecimiento de la baya.

La respuesta de la planta a la aplicación exógena es muy dependiente de la dosis de producto, el momento de aplicación y la variedad (Szyjewicz y Kliewer 1983, Szyjewicz et al. 1984, Payan 1993, 1994, Ferrer y González Neves 2002, El-Kereami et al. 2003).

La utilización de ethephon como raleador de bayas, partes de racimos o bayas ha sido objeto de estudio desde comienzos de la década del 80 (Szyjewicz y Kliewer 1983, Payan 1993, 1994). La aplicación del raleo químico en vid se presenta como una alternativa al raleo manual de racimos. La adaptación de esta tecnología tiene como ventaja que el momento de aplicación de la misma se realiza más temprana que el raleo manual, siendo este últimos muchas veces difícil de aplicar en tiempo y forma debido a la disponibilidad de mano de obra y logística.

Szyjewicz y Kliewer (1983) comparando los dos tipos de raleos de racimos (manual y químico) encontraron diferencias notorias a favor del raleo químico, observaron una respuesta positiva en cuanto al incremento del grado alcohólico, potencial antociánico y polifenoles totales. También señalan que la planta con el raleo manual en cuajado compensa la pérdida de peso con bayas más grandes y racimos más compactos, lo cual fue confirmado por Ferrer y González Neves (2002) para las condiciones de Uruguay.

El ethephon aplicado en cuajado provoca raleo de racimos y raleo de partes de racimo logrando obtener racimos más sueltos, mientras que las aplicaciones en envero permiten obtener valores más elevados de intensidad colorante, y mejor composición polifenólica (Payan 1993, Ferrer y González Neves 2002).

En relación con el metabolismo de los fenoles, es de destacar que el etileno incrementa la actividad de las enzimas que catalizan reacciones de biosíntesis de pigmentos en los tejidos vegetales lesionados, lo que explicaría la estrecha correlación positiva existente entre los altos niveles de ciertos compuestos fenólicos y los de hormonas en dichos tejidos (Azcón-Bieto y Talón, 2008).

Payan y Bloy (1993) concluyeron que los aumentos en los niveles de azúcares no siempre ocurren cuando se realiza una aplicación de ethephon, pero en todos los ensayos se dan mejoras en la intensidad colorante.

Los agentes de liberación de etileno se han mostrado como una alternativa promisoriosa en el cultivo de vid, diversos investigadores han puesto a punto la práctica con diferentes objetivos (Ferrer et al. 1997, Ferrer et al. 1998, Ferrer y González Neves 2002, Uzquiza 2014).

Uzquiza (2014) en las condiciones de producción de España ha estudiado la aplicación etrel como un método para incrementar la respuesta natural del proceso de abscisión. De esta forma la aplicación de agentes de liberación de etileno antes de la cosecha disminuirían los daños producidos por la maquinaria empleada para la mecanización de la vendimia.

Szyjewicz et al. (1984) reportan otros efectos como un incremento en el peso de la baya de algunas variedades así como también un efecto de disminución en el peso de la baya cuando las aplicaciones se realizan prematuramente y a dosis excesivas.

Para el cultivar Chenin, Szyjewicz y Kliewer (1983) realizaron aplicaciones de ethephon a una concentración de 750 ppm en 9 momentos diferentes del crecimiento de la baya, obteniendo una disminución significativa de los rendimientos en las aplicaciones 2 a 3 semanas posteriores a plena floración, un menor número de racimos secundarios y una disminución en los sólidos solubles, pH y un aumento en la acidez titulable.

Sipiora (1996) obtuvo resultados promisorios referidos a la disminución de la compacidad del racimo en las variedades: Moristel, Cariñena y Chenin Blanc. Como consecuencia de ello obtuvo una menor incidencia de *Botrytis sp* cuando fue aplicado en cuajado.

Para las condiciones nacionales han sido varios los trabajos que evalúan la aplicación de ethephon sobre el cultivar Tannat y sus efectos sobre el rendimiento y la composición de la uva (Ferrer et al. 1997, Ferrer et al. 1998, Blumetto et al. 2000, Toscanini et al. 2000, Ferrer y González Neves et al. 2002).

Varios de estos trabajos coinciden en que existe un efecto raleador del ethephon cuando es aplicado entre cuajado (27 E-L) y pre-cierre de racimo (32 E-L). Aunque Toscanini y Díaz (2001) no encontraron un efecto significativo de las aplicaciones de ethephon en cuajado sobre la reducción del rendimiento por planta, en cambio registraron un aumento en la intensidad colorante cuando las aplicaciones se hicieron en envero.

Ferrer y González Neves (2002) encontraron un marcado efecto del ethephon como raleador de bayas y partes de racimos en el cultivar Tannat, cuando fue aplicado en cuajado a una dosis de 2 litros por hectárea. La aplicación derivó en una marcada disminución del rendimiento, incremento en el grado alcohólico. Mientras que las aplicaciones en envero produjeron una mejora sustancial del potencial antocianico y polifenoles totales pero no una merma significativa en el rendimiento de las vides.

Cuando el ethephon es aplicado como raleador se hace en entre las fases 27-32 de E-L, sin aparentes efectos de residuos en la cosecha. El momento de aplicación es determinante de los efectos obtenidos, tal como señala la descripción del producto SIERRA® realizada por el Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV).

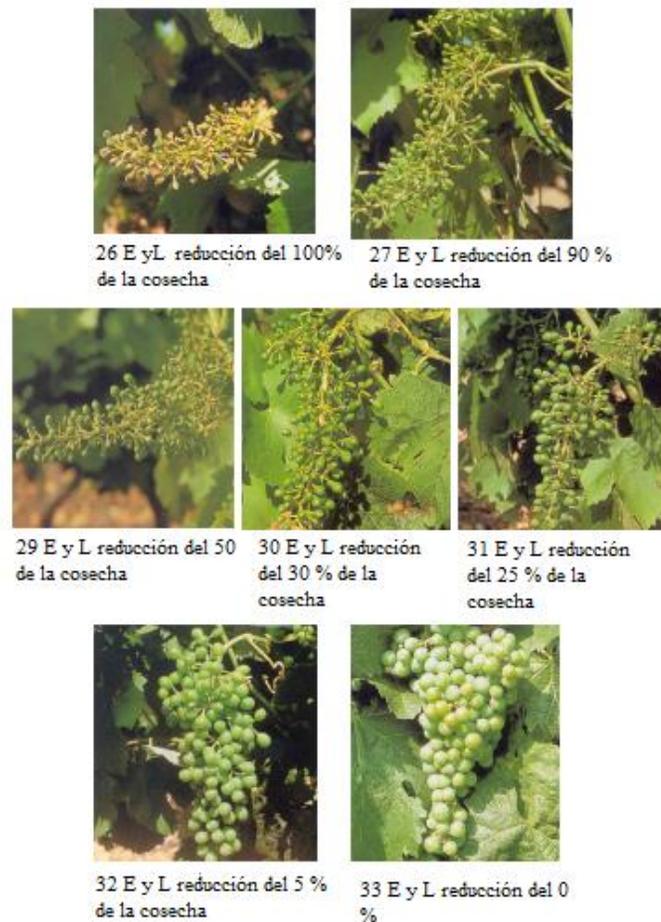


Figura No. 4. Momento de aplicación de ethephon (Sierra®) y resultados esperados. Fuente: adaptado de IFV (s.f.)

La información de catálogo de ethephon de Bayer® presentan al producto dentro de la clase IV. Los límites máximos de residuos permitidos por European Food Safety Authority (EFSA, citado por Ferrara et al., 2016) son de 0,7 mg/kg de uva fresca.

Respecto a los residuos, estudios recientes hechos por Ferrara et al. (2016) en la variedad Sultanina confirman que las aplicaciones 16 días pre-cosecha permiten alcanzar valores de residuos por debajo de los límites máximos permitidos. En tanto que cuando las aplicaciones son realizadas con el objetivo de raleo, no existen riesgos de residuos.

### **2.2.5. Ácido abscísico (ABA) y rol de las aplicaciones exógenas**

El ácido abscísico (ABA) es una fitohormona que está catalogada dentro del grupo de los inhibidores del crecimiento (Azcón-Bieto y Talón, 2008). El ABA ha sido propuesto como una de las hormonas desencadenantes o disparadoras del proceso de maduración en la vid (Villalobos 2011, Ovalle 2011, Khun et al. 2013, Salvarrey 2016).

Es un sesquiterpeno apocarotenoide, que se sintetiza en los cloroplastos y otros plástidos mediante la escisión oxidativa de los epoxicarotenoides neoxantina y violaxantina (Azcón-Bieto y Talón, 2008). La ruta de biosíntesis del ABA es conocida con exactitud. El precursor común de la ruta de biosíntesis es el isopentil di-fosfato que se sintetiza en plástidos a partir del gliceraldehído 3-fosfato y el pirúvico en la vía del metileritriol fosfato (Chávez et al., 2012).

Una de las características del ABA es que es un ácido débil ( $pK_a=4,75$ ). Las membranas biológicas son permeables a la forma protonada. Por tanto la acumulación de ABA en los compartimentos celulares alcalinos, depende de los valores relativos de pH entre compartimentos (Azcón-Bieto y Talón, 2008). El transporte del ABA en la planta puede darse como éster inactivo conjugado de glucosa y es liberado activamente por las  $\beta$ -glucosidasas apoplásticas. La acción de estas enzimas promueven una liberación rápida de ABA activo en los distintos puntos de la planta, por tanto es un mecanismo eficiente y de rápida respuesta frente a cambios del ambiente (Yang, citado por Chávez et al., 2012).

Así mismo es la hormona que cumple un mayor rol en la respuesta de las plantas a los diferentes tipos de estrés ambiental: hídrico, térmico, lumínico, biótico (Keller 2007, Azcón-Bieto y Talón 2008, Balint et al. 2012).

Los contenidos endógenos del ácido abscísico fluctúan en el transcurso del ciclo vegetativo de la viña. En enero se produce un pico de ABA el cual es propuesto como el desencadenante del comienzo del proceso de maduración. De acuerdo a Rodríguez y San José (1995), en la maduración de la baya ocurren cambios físicos (aumento de peso, volumen, densidad y disminución de la rigidez de la piel y la pulpa) y cambios químicos (disminución de la concentración de ácidos orgánicos, aumento en la concentración de azúcares, de compuestos fenólicos, compuestos volátiles y otros).

Existen dos fases de acumulación de ABA que han sido reportado por algunos autores, la primera fase se daría dos semanas antes del enero seguida por una segunda fase al final del enero, coincidiendo con el proceso de acumulación de azúcares (Antolin et al. 2003, Peppi et al. 2007).

Keller (2007) cita un bloqueo de transporte de auxinas luego de que la semilla alcanza la madurez, permitiendo de este modo el comienzo de la maduración. Esto está vinculado al rol del ABA en la dormición primaria de la semilla. Altos niveles de ABA se constatan en semillas de vid hacia mitad y final de maduración.

Según Khun et al. (2013) en la vid la concentración de ABA endógena es muy dependiente de las condiciones ambientales preponderantes, como ser: la radiación solar, la temperatura y los niveles de estatus hídricos del cultivo. Valores bajos de temperatura promueven un aumento en el contenido de ABA de las células al igual que déficits hídricos moderados.

Estudios recientes realizados en Uruguay por Salvarrey (2016) en la variedad Tannat, demostraron que las concentraciones endógenas de ABA en la baya presentan un aumento notorio luego del envero, alcanzando el máximo contenido 15 días post-envero. A si mismo las prácticas de cultivo como el deshojado y el deshojado más un raleo de racimos en envero establecen diferencias en cuando la concentración del fitoregulator en los distintos momentos del ciclo. Otros resultados de este trabajo demuestran la alta correlación entre el nivel de estrés hídrico y la acumulación de ABA, así como también con la acumulación de azúcares en la baya. Esto confirma lo expuesto por varios autores que señalan al ABA como un disparador del proceso de maduración y su rol frente al estrés.

En una revisión hecha por During y Alleweldt (1980), señalan al ABA como el responsable de producir la descarga del floema durante la maduración de la baya, que podría estar actuando a través de dos propiedades: la primera de ellas refiere a la capacidad de estimular la síntesis de invertasas en las tejidos vasculares y la segunda refiere a la participación del ABA en el co-transporte de azúcares, ya que es conocido su rol en el transporte de protones y K<sup>+</sup>.

La utilización de aplicaciones exógenas de ABA en viticultura está bien documentada. Un uso común de las aplicaciones es para mejorar la aptitud comercial de la uva de mesa en regiones que por su clima no permiten alcanzar estándares de calidad adecuados, principalmente vinculados a la falta de coloración de las bayas (Ferrara et al., 2015). Algunos investigadores han evaluado el efecto de las aplicaciones de ABA en uva con aptitud para vinificar obteniendo resultados contrastantes (Ovalle 2011, Balint et al. 2013). Autores como Combe y Hale (1973a) señalan que el efecto de las aplicaciones de ABA está fuertemente determinado por el momento en que se realizan.

El aumento de la adquisición de color, no es necesariamente responsabilidad del ABA, ya que las antocianidinas se incrementan en el trascurso de la maduración, mientras que los niveles de ABA disminuyen (Fortes et al., 2015).

La biosíntesis de taninos parece estar co-regulada por el ABA, las aplicaciones durante la fase herbácea parecen modular negativamente la síntesis de algunas enzimas implicadas en la biosíntesis de taninos como la leucoantocianidina reductasa y la antocianidina reductasa, mientras que cuando las aplicaciones son realizadas en invierno la actividad enzimática se ve estimulada (Lacampagne et al., 2010).

Garibaldi (2009) mostró que las aplicaciones de ABA presentan una mayor eficiencia para promover la síntesis de antocianos y en consecuencia la coloración de las bayas, cuando se realizan en pre-invierno, que cuando las aplicaciones se realizan tardíamente (50 % de invierno o más).

Deis et al. (s.f.) para la región de Cuyo en Argentina, estudiando la respuesta de la variedad Cabernet- Sauvignon a diferentes dosis de riego en combinación con distintas dosis de ABA, mostraron un incremento del contenido de polifenoles totales y antocianos. A su vez encontraron una disminución en la actividad fotosintética aunque no así un descenso del área foliar.

En Chile, Ovalle (2011), evaluó dos dosis de ABA (50 mg/l) y (100 mg/l) sobre el cultivar Pinot noir, aplicados 2 días post-invierno y 24 días post invierno. Las aplicaciones de ABA aumentaron los valores de pH y acidez en relación al tratamiento testigo, mientras que la aplicación de 100 mg/l presentó mayores contenidos de sólidos solubles respecto al testigo. Los tratamientos con 100 mg/l disminuyeron de forma significativa los antocianos totales de las bayas obteniendo una concentración 51 % inferior al testigo.

Villalobos (2011) estudió el efecto modulador del ABA en la ruta fenilpropanoide, encontrando que las aplicaciones exógenas del regulador inducían un incremento de la expresión de ciertos genes vinculados a la síntesis de metabolitos secundarios. La coloración de las bayas tratadas con ABA se inició antes que los testigos presentando también un aumento en el contenido de azúcar y disminución de la acidez.

Varios trabajos demuestran que moléculas como el ABA ofician de señales metabólicas de cambios en las concentraciones citoplasmáticas de  $Ca^{++}$ , inducidas por las condiciones ambientales (McAnish et al. 1996, Wood et al. 2000). El calcio estimula o incrementa la actividad de la enzima PAL (fenilalanina amonio liasa), que interviene en los primeros pasos metabólicos de la vía del fenilpropanoide (Fry 2004, Passardi et al. 2004), una de las vías más importantes de síntesis de los compuestos fenólicos y de la lignina estructural.

Ferrara et al. (2015) probaron aplicaciones de sacarosa y ABA en el cultivar Crimson seedless mejorando notablemente el color y aumentando la proporción de uva de primera categoría al momento de la cosecha. La sacarosa es una molécula activadora

de la expresión génica de enzimas involucradas en la biosíntesis de antocianinas y la deficiencia puede retardar la pigmentación (Hiratsuka et al., 2001).

Balint et al. (2012) realizaron aplicaciones de ABA (150 y 300 mg/l) en la variedad Cabernet- Sauvignon en diferentes sectores de la canopia: a) toda la canopia, b) solo racimos y c) solo al follaje. Los mejores resultados fueron obtenidos en las aplicaciones a toda la canopia, mostrando el mayor porcentaje de racimos con mayor pigmentación, mientras que las aplicaciones solo al racimo fueron las que obtuvieron la proporción más baja. Referido a los componentes del rendimiento y composición de la baya, ningún tratamiento con ABA afectó el número de bayas, pero todos disminuyeron su peso. Las bayas tratadas con ABA presentaron un mayor peso fresco de hollejos que el tratamiento testigo. Respecto al contenido de sólidos solubles los mejores resultados se obtuvieron cuando el tratamiento fue dirigido a toda la canopia.

Peppi y Fidelebus (2008) evaluaron aplicaciones de ABA a diferentes concentraciones en pre-verano sobre cultivares de uva de mesa. Las aplicaciones de ABA provocaron una disminución de la acidez de las bayas, intensidad de color y un aumento de color.

Una fuente exógena de ABA es el producto comercial Protone®, que pertenece al grupo químico de los sesquiterpenoides cuyo ingrediente activo es el ácido S-abscísico. Es usado por viticultores de diferentes regiones del mundo, para mejorar la calidad de sus uvas, en particular en uva de mesa. En su ficha técnica se presenta como un producto de baja toxicidad LD50 >5000 mg/kg. La aplicación debe realizarse de manera de cubrir la totalidad del racimo ya que el producto actúa por contacto y carece de sistemia.

#### **2.2.6. Prohexadione cálcico**

La prohexadiona cálcica, es una sustancia de síntesis no presente naturalmente en las plantas. Es un fitorregulador que posee la característica de ser un “retardador del crecimiento”, pertenece al grupo químico de las ciclohexadionas y se presenta muy baja toxicidad para abejas y peces. El mismo ha sido creado por la corporación BASF y la compañía agroindustrial Kumiai (Leborgne y Rodríguez, 2003).

El modo de acción de la pro-hexadiona cálcica se basa en que su estructura química es muy similar al ácido 2-oxoglutarico que interviene en la biosíntesis de giberelinas. La pro-hexadiona cálcica pasa a ocupar el lugar del ácido 2-oxoglutarico y actúa como inhibidor de la dioxigenasa, enzima responsable de catalizar distintas etapas en la biosíntesis de las giberelinas afectando así al comportamiento vegetativo. Además del efecto retardante del crecimiento longitudinal de brotes otro efecto colateral es una posible reducción en la afección por enfermedades por el endurecimiento de la pared celular de la baya, aunque el compuesto por sí mismo no posee un efecto anti fúngico o

bactericida (Roemmelt et al., 2003); en este sentido una revisión realizada por Rademacher (2000) deja en evidencia la capacidad del pro-hexadione cálcico de inducir la síntesis de flavonoides y otros fenilpropanoides distintos a los habitualmente presente en los tejidos vegetales, y que conferirían resistencia a enfermedades. En el caso de la producción de manzana y pera, la aplicación de pro-hexadione cálcico es utilizada para el control de la “niebla”, causada por *Erwina amylovora*, estudios han demostrado que luego de la aplicación de pro-hexadione las plantas sintetizan otros flavonoides como el luteoferol, distintos a los que naturalmente se producen en los tejidos de perales y manzanos, y que se cree que confieren cierta resistencia al ataque bacteriano (Rademacher 2000, Spinelli et al. 2005).

La pro-hexadione cálcica se degrada con rapidez en la planta (en pocas semanas). Luego de su asimilación, la molécula se transforma en ácido propano 1, 2, 3-tricarboxílico (ácido tricarbálico), el cual se introduce en el metabolismo de la planta.

En el suelo el pro-hexadione cálcico se descompone produciendo CO<sub>2</sub>, en el agua por fotólisis a dióxido de carbono. En mamíferos es absorbido y después excretado. En cuanto a su toxicidad no presenta propiedades mutagénicas, carcinógeno o teratogénico (Evans y Regusci, citados por Alonso, 2005).

Está registrado por la EPA (Environmental Protection Agency) como un regulador de crecimiento que presenta tolerancia para su uso en cultivos agrícolas como maní, frijoles y pomáceas. Presenta bajo efecto tóxico y limitada persistencia en planta en comparación con otros inhibidores de la síntesis de las giberelinas.

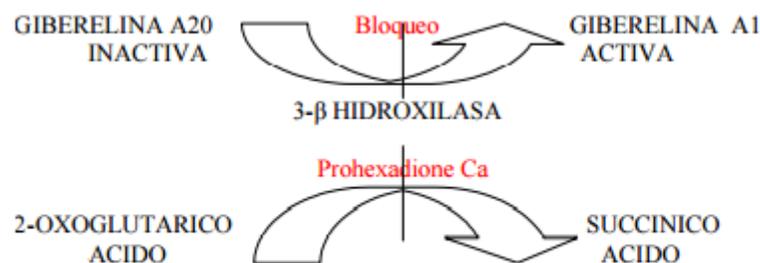


Figura No. 5. Modo de acción de prohexadione cálcico. Fuente: Leborgne y Rodríguez (2003).

En la actualidad este fitorregulador se emplea en diversas zonas de producción para controlar el vigor vegetativo de varias especies de interés económico como manzanos (Alonso 2005, Hawerth 2010), palto (Atucha, 2006), vid (Rufato et al. s.f.,

Leborgne y Rodríguez 2003, Vaquero-Fernández 2010, Molitor et al. 2011a) y peral (Asín et al., 2007).

Además de acortar la longitud de los brotes, el prohexadione cálcico, tiene efecto en la mejora del cuajado, ya que aparte de ser un inhibidor de la síntesis de giberelinas también es un inhibidor de la síntesis de etileno, por tanto tiene un efecto de disminución en la abscisión natural de frutos ( Rademacher 2000, Asín et al. 2007).

Para la región de Santa Catarina (Brasil) Rufato et al. (s.f.), trabajando con la variedad Cabernet- Sauvignon comprobaron el efecto de la aplicación de prohexadione cálcico en la inhibición del crecimiento longitudinal del pámpano, aunque sin llegar a evitar el roñado en el verano. Los mismos autores comprobaron que la aplicación de prohexadione cálcico en plena floración y 30 días posterior a la misma produjo un aumento de rendimiento respecto al testigo mientras que aplicaciones de 125 a 250 ppm de prohexadione cálcica en las etapas de separación de flores y plena floración estarían relacionadas al aborto de flores. Este efecto puede ser deseado ya que la aplicación en estadios tempranos del desarrollo de la inflorescencia podrían lograr racimos más laxos y una menor incidencia de *Botrytis cinerea*.

Molitor et al. (2011a) evaluaron la aplicación del fitoregulador y sus efectos sobre la incidencia de podredumbre gris sobre las variedades Pinot blanc y Pinot gris, los resultados del estudio se muestran como promisorios para disminuir la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea*. La aplicación de prohexadione cálcico en plena floración y 30 días posteriores tuvieron el mismo efecto que una aplicación de botricida realizada antes de cierre de racimo. Sin embargo el mejor efecto encontrado por estos autores fue cuando la aplicación del fitoregulador era acompañada por un deshojado en estadios temprano (cuajado). La acción sinérgica del prohexadione cálcico y el deshojado sería la causa de la obtención de racimos menos compactos. De esta forma se reduce notoriamente la incidencia y severidad de la podredumbre gris, obteniendo una mejor calidad de la vendimia.

Otros de los efectos que presenta el prohexadione cálcico es el aumento de la pigmentación en los tejidos vegetales, lo cual ha sido reportado en vid por Ramírez et al. (2017) para el cultivar Syrah, que aumentó en un 42 % los contenidos de polifenoles respecto a un tratamiento testigo.

Vaquero Fernández et al. (2009), confirman para las variedades Garnacha y Tempranillo un incremento del índice de polifenoles totales (IPT) con aplicaciones de prohexadione cálcico a razón de 3kg/hectárea de producto. A su vez reportan una mayor cantidad de antocianos extraíbles para las uvas de la variedad Garnacha, no encontrándose diferencias en el cultivar Tempranillo.

Estudios realizados por Giudice (2004) muestran un efecto marcado de reducción del tamaño de la baya para los cultivares Cabernet- Sauvignon, Cabernet franc, Chardonnay y Seyval cuando se realizaron aplicaciones de pro-hexadione cálcico en floración a una concentración de 250 ppm. A su vez el tamaño de la baya mostró correlación con la intensidad colorante de los mostos.

Avizcuri-Inac et al. (2013) para los cultivares Garnacha y Tempranillo demostraron que las aplicaciones de prehexadione cálcico en prefloración y en cuajado alteran de manera significativa las características sensoriales de los vinos y la composición química de los mismos, presentando un incremento de antocianos, flavanoles y flavonoles.

Leborgne y Rodríguez (2013) trabajando sobre el cultivar Tannat obtuvieron una reducción significativa del tamaño del grano, aumento de la relación hollejo/pulpa y una mayor concentración de aromas en los vinos resultantes.

Las aplicaciones de calcio en vid han sido estudiadas en las condiciones de Uruguay por Camussi y Ferrer (2003), quienes trabajaron en uva de mesa, mientras que Elerd (2010) lo hizo con Tannat. Ambos, trabajos encontraron efectos promisorios sobre la sanidad de la uva.

Disegna, citado por Leborgne y Rodríguez (2003) evaluaron durante las temporadas 2000-2001, el momento y la efectividad de las aplicaciones de pro-hexadione cálcico sobre un viñedo adulto de la variedad Tannat. Se realizaron aplicaciones a fin de floración (T1), cuajado (T2) seguido de un tratamiento a los 15 días posteriores (T3), comparándose con un testigo sin tratar (T4). Las aplicaciones se realizaron a alto volumen, dirigidas a la zona de los racimos, a una dosis de 2.5 kg/ha. Las aplicaciones redujeron el crecimiento vegetativo, la producción, el peso y el diámetro de las bayas, siendo más marcado el efecto cuando se realizaron dos aplicaciones.

### **2.3. PODREDUMBRES DE RACIMO**

Las podredumbres de racimos constituyen una de las problemáticas principales que condicionan la calidad de la vendimia en países de clima templado-húmedo como Uruguay (Coniberti et al. 2009, Ferrer et al. 2009). La ocurrencia de precipitaciones es frecuente durante la fase de maduración de la baya en nuestro país, lo que asociado a temperaturas frescas a cálidas y niveles altos de humedad se convierte en un ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades.

El complejo de podredumbre de racimos, hace referencia a un grupo de especies de hongos, algunas bacterias y levaduras que afectan directamente al racimo de *Vitis vinífera*, entre las especies se destacan *Colletotrichum acutatum*, *Greeneria*

*uvicola*, *Penicillium* spp, *Aspergillum* spp y *Botrytis cynerea* Pers, siendo esta última que toma mayor relevancia y causa las peores consecuencias (Hidalgo, 2009).

Los efectos negativos se expresan a nivel de campo, afectando parámetros físicos y químicos. Se produce una merma del rendimiento por hectárea producto de la deshidratación prematura de los granos afectados, existe un descenso del contenido de azúcares en la baya, un incremento de la acidez volátil de los mostos, degradación de compuestos fenólicos, desestructuración de aromas e incluso en algunas especies de *Aspergillus* y *Penicillium* se da la producción de micotoxinas, las cuales no se degradan durante el proceso de vinificación y se ha demostrado actividad carcinógena posiblemente nociva para la salud humana (Arbillaga et al. 2004, Ferrer et al. 2009) .

Como se hizo mención en párrafos anteriores el cultivar Tannat presenta una alta susceptibilidad a las podredumbres de racimos y ocasiona importantes pérdidas transformándose en uno de los principales factores a considerar al momento de decidir la cosecha (Ferrer et al. 2009, Ferrer et al. 2011b, Culasso y Maresca 2015). Por tanto no siempre es posible obtener una cosecha que cumplan con los parámetros enológicos óptimos para el objetivo comercial propuesto.

Las implicancias negativas de cosechar uvas afectadas persisten hasta la etapa de vinificación. En particular los mostos obtenidos a partir de uvas afectadas por *Botrytis cinerea* presentan una serie de alteraciones bioquímicas que constituyen una pérdida de calidad en los principales atributos enológicos como por ejemplo el color de los vinos (González Neves 2005, Delteil 2005, Brarachi y Trioli 2006, Cabanne y Doneche 2015).

Los pronósticos sobre al cambio climático, prevén un incremento de la temperatura para los próximos años. Ello afectará de manera directa el desarrollo de la viticultura, teniendo diferente impacto de acuerdo a la zona vitícola (Sotés, 2011).

Según Quenol et al. (2014) dos puntos principales del clima afectan la producción: 1- condiciones meteorológicas y estacionales de evolución gradual a largo plazo y 2- intensidad y frecuencia de eventos extremos.

Las proyecciones generales de distintos estudios e investigaciones concluyen que si hubiera un incremento de 1 a 3° C, habría aceleración de la fenología, reducción del tiempo de desarrollo y aumento de plagas y enfermedades (Bascopé, 2013).

Existe consenso en la comunidad científica de que fenómenos de gran escala son los que afectan las condiciones climáticas de algunas regiones el mundo. Para el caso de América Latina los avances más importantes en este sentido han sido relacionados al fenómeno de “el niño” oscilación sur (ENSO) del pacifico tropical. Este

fenómeno es el que más impacto tiene sobre las lluvias y temperaturas en lo que refiere al cono sur incluyendo Uruguay (Baethgen y Giménez, 2004).

Estudios citados por Baethgen y Giménez (2004) realizados en INIA desde el año 2002 apoyados por la AIACC (Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change, EEUU) sostienen que en los últimos 70 a 100 años, las precipitaciones en los meses de primavera y verano han aumentado y se ha vuelto más variable, mientras que la temperatura media ha mostrado un aumento.

### **2.3.1. Condiciones predisponentes para el desarrollo de podredumbres de racimo**

Existe una alta interacción entre las variables que afectan el desarrollo de las podredumbres de racimos. El efecto año tiene una marcada incidencia sobre la ocurrencia de enfermedades, asociado a ello, los componentes del tiempo atmosférico como: el volumen de lluvias, el viento, la temperatura y la humedad relativa son los factores más influyentes sobre el nivel de incidencia y severidad de las podredumbres (Ferrer et al. 2001, Reynier 2005, Ferrer et al. 2009). Por otra parte Ferrer et al. (2009, 2011b) demostraron que existe un efecto varietal que tiene marcada incidencia sobre la susceptibilidad a las podredumbres de racimos asociado a ello, la compacidad del racimo se presenta como un carácter que toma relevancia. También los factores y prácticas agronómicas como el sistema de conducción, tipo de poda y deshojados tienen efecto marcado sobre la sanidad de la uva (Smart y Robinson 1991, Reynier et al. 2005, Ferrer et al. 2008, Ferrer et al. 2011b).

La susceptibilidad de la bayas al ataque fúngico es máximo durante la fase de maduración de la baya (Arias et al. 1992, Latorre et al. 2002, Hidalgo 2009). Los tejidos de las flores son susceptibles a la infección, luego del cuajado y durante la fase herbácea de crecimiento las bayas tienen la máxima resistencia al ataque por *Botrytis cinerea* (Hill et al., 1981). En este momento existen mecanismos constitutivos e inducibles que offician de defensa y detienen la infección. La resistencia comienza a descender progresivamente a partir del envero y hacia la madurez, ya que los niveles de sustancias fungistáticas declinan y comienzan a aparecer micro-fisuras en los hollejos (Kretschmer, 2007).

El brote de las podredumbres de racimos se considera actualmente altamente impredecible y continua siendo un desafío por conocer (Redl et al., 2014).

#### **2.3.1.1. Condiciones atmosféricas del año**

Dentro de las variables que toman mayor relevancia en la incidencia de podredumbres de racimos, el volumen de lluvias previo a cosecha es uno de los factores que tiene mayor peso; tal como ha sido reportado por Ferrer et al. (2009) existe una alta correlación entre el volumen de lluvias 10 días previos a cosecha y el porcentaje de uva afectada. Los años que registraron el mayor volumen de precipitaciones durante la fase

de maduración de la baya son los que obtuvieron los mayores valores de incidencia de podredumbres. Las precipitaciones tienen un rol importante en la dispersión de los conidios de *Botrytis* sp, así como también el impacto de las gotas podría contribuir a una rotura de la piel favoreciendo la entrada de los conidios (Aira et al., 2009). El agua libre es un factor importante que facilita la germinación de conidios (Marois et al., 1986).

La temperatura es otro de los factores que se presenta directamente vinculado al desarrollo de enfermedades que afectan al racimo. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de algunos patógenos como *Botrytis cinerea* son alrededor de 18° C a 23° C según Hidalgo (2009), mientras que otros autores como Broome et al. (1995) señalan temperaturas de 20° C a 24 ° C como las más propicias. Latorre et al. (2002) demostraron la relación entre la temperatura y la tasa de infección de flores y bayas por conidios de *Botrytis cinerea*, estos autores establecieron que la temperatura óptima fue de 20° C para obtener los mayores porcentajes de infección. También, señalan que la infección puede ocurrir de 0 a 30° C aunque en porcentajes muy bajos. La infección se detendría con temperaturas por encima de los 30° C (Broome et al., 1995). Cabe mencionar que las temperaturas mayores a 30° C pueden ser óptimas para el desarrollo de otros agentes causales de podredumbres tal como sugieren Geer et al. (2012).

La humedad relativa del aire es otro de los factores estrechamente vinculados a la incidencia de podredumbres de acuerdo a lo reportado por Nair y Allen (1993), Latorre et al. (2002). Los valores de humedad relativa superiores a 90 % se presentan como óptimos para el desarrollo de patógenos como *Botrytis cinerea*, aunque por sí sola esta condición no es capaz de permitir la germinación de conidios, sin la presencia de agua libre (Latorre et al., 2002). En otro sentido autores como Coertze y Holz (2001) sostienen que valores de humedad relativa por encima del 90 % podrían causar infecciones aún en ausencia de agua libre, ya que en este caso sería posible que ocurran condensaciones imperceptibles sobre las bayas, capaces de provocar la germinación de conidios.

La intensidad del viento también tiene un rol en la evolución de la epidemia causada por *Botrytis cinerea*. Los años que presentan mayor velocidad del viento (m/s) en general están correlacionados negativamente con los valores de humedad relativa del aire y presentan menores registros de incidencia de podredumbres (Ferrer et al., 2009).

Las condiciones ambientales dadas durante algunos eventos fenológicos como la floración, han sido propuestas como un factor importante a tener presente a la hora de evaluar la evolución epidemiológica de la podredumbre causada por *Botrytis cinerea*. Las microfisuras y el alto contenido de sustancias azucaradas presente en los tejidos de las flores podrían funcionar como una posible puerta de entrada para los patógenos, causando infecciones latentes con potencial de expresarse durante la fase de maduración (Latorre 1986, Nair y Allen 1993, Latorre et al. 2002).

Recientes estudios realizados por Molitor et al. (2016) concluyeron que las condiciones ambientales que se dan sobre la floración-cuajado tienen una fuerte relación con la evolución epidemiológica de la enfermedad. En general bajas temperaturas y bajos niveles de humedad durante la floración así como altas temperaturas y altas precipitaciones durante el transcurso de la maduración están asociados a apariciones tardías de la podredumbre. Las condiciones térmicas y de humedad durante la floración-cuajado afectarían de manera directa la estructura del racimo, la cual está estrechamente vinculada con la incidencia de podredumbres (Marois et al. 1986, Vails y Marois 1991, Molitor et al. 2011a). En este sentido la evaluación de las condiciones ambientales durante estos eventos fenológicos podría officar como herramienta para decidir que prácticas de cultivo realizar durante la zafra y ajustar modelos predictivos de la evolución epidemiológica (Molitor et al., 2016).

### **2.3.1.2. Compacidad del racimo**

La compacidad o densidad del racimo es una característica clave que puede influir de manera importante en la calidad de la uva y el vino. Resulta de la interacción de numerosos factores que conforman la arquitectura del racimo, entre ellos la forma, longitud y ancho del racimo, tasa de cuajado, y longitud de los pedicelos. La morfología de la baya también tiene su incidencia en el descriptor OIV de compacidad: la longitud, ancho, volumen de la baya (Laguna Úllan, 2010, 2011).

Las condiciones en que transcurre el período brotación a floración son determinantes del número de bayas y la compacidad del racimo. En un revisión de la temática realizada por Collins et al. (2008) demuestran como las condiciones previas a la floración influyen sobre la dinámica del cuajado. Estos autores demostraron que los días desde desborre a floración están estrechamente vinculados con la tasa de cuajado. Los requerimientos térmicos para florecer son diferentes entre las variedades, y la acumulación de dichos requerimientos se da de manera distinta entre temporadas. Cuando aumenta el número de días desde desborre a floración, el cuajado tiende a ser bajo, asociado a una menor acumulación térmica. Lo mismo sucede cuando el período se reduce.

Collins et al. (2008) demostraron la confiabilidad del conteo de flores para estimar la tasa de cuajado, los mismos autores sostienen que el número de bayas no es un índice demasiado confiable para realizar inferencias sobre la tasa de cuajado, ya que algunas variedades típicamente categorizadas como de “pobre cuajado” en realidad mostraron moderadas a altas tasas de cuajado.

La compacidad es una característica de gran importancia, tanto para la producción de uva de vino como uva de mesa. En esta última solo ciertos niveles máximos de compacidad son aceptados en el mercado, mientras que en uva para vino, la susceptibilidad a enfermedades fúngicas es el factor que toma relevancia.

Marois et al. (1986) realizaron un estudio comparativo de la susceptibilidad de las bayas del cultivar Thompson Seedles, demostraron que las bayas que estaban aplanadas como consecuencia de una mayor compacidad del racimo, presentaban una distribución irregular de la pruina o de la cera epicuticular. Al inocular las bayas de contacto con conidios de *Botrytis cinerea* se observó una mayor infección. Lo contrario sucedió con las bayas que no estaban en contacto (racimos laxos).

La compacidad del racimo tiene componente genético y ambiental, la expresión del carácter dependerá de la situación ambiental a la cual este expuesto (norma de reacción), la misma se define desde el momento de inducción de las yemas hasta ocurrido el cuajado.

La ubicación del viñedo también puede tener implicancias en la producción final y características del racimo, como por ejemplo viñedos situados en zonas bajas planas producen más cantidad de racimos y de mayor compacidad a diferencia de los viñedos situados en posiciones topográficas más elevadas (May, 2000).

Algunas prácticas de cultivos como la poda también tienen implicancia en la compacidad de racimo. En la variedad Tannat el tipo de poda corta o royat obtuvo racimos más compactos que la poda a vara a guyot (Ferrer et al., 2011b).

Vails y Marois (1991) realizaron un exhaustivo estudio acerca de la relación entre la arquitectura del racimo y la susceptibilidad de las bayas a *Botrytis cinera*. Seleccionaron de 7 variedades: Cabernet Sauvignon, Carignan, Chenin blanc, Emperoor, Muscat de Alejandría, Sauvignon blanc y Zinfandel. Los resultados obtenidos por estos autores demostraron que las variedades con racimos más compactos fueron las más afectadas por la podredumbre gris, en tanto que aquellas variedades con racimos más laxos tuvieron la menor intendencia asociada. El peso del racimo y el ratio número de bayas interiores/número de bayas exteriores fueron los factores que estuvieron más correlacionados con la compacidad, en tanto el número de bayas/cm de raquis no mostró buena correlación con la compacidad. La pérdida de agua por hora en la superficie de las bayas fue mayor en los racimos más laxos. La arquitectura del racimo tendría una influencia dramática en el desarrollo de las podredumbres, impactando en el microclima del racimo, de tal modo que racimos más compactos tendrían mayor número de horas de tejido con agua libre, y mayor probabilidad de ser infectados por conidios de *Botrytis cinerea*.

Hed et al. (2009) encontraron una alta correlación entre la incidencia de enfermedades y la compacidad del racimo. Estos autores analizaron la agregación de las bayas en el racimo y demostraron que la adición de una unidad (1 baya) por centímetro de raquis incrementaba el riesgo de aparición de podredumbres y la severidad de las podredumbres. Los racimos laxos presentaron medias de 6; 3; 7; 6; 4 bayas/cm de

raquis, mientras que los racimos compactos las medias fueron de 10,2; 12,7; 12,4 bayas/cm de raquis. Con la remoción de las hojas basales lograron disminuir la agregación de las bayas en el raquis en un 13 % y 25 %, con una consecuente disminución de la incidencia de podredumbres de un 60% menos que el tratamiento testigo.

Tello et al. (2014) realizaron un estudio intervarietal para la identificación y la evaluación de los elementos estructurales de la morfología de racimo involucrados en determinar la compacidad del mismo. En dicho estudio se analizaron un importante número de racimos de diversas variedades de *Vitis vinifera* de distinta aptitud comercial (uva para vinificar y uva para mesa). Los resultados de dicha investigación demostraron que la longitud de las primeras ramas del raquis, el número de bayas y en menor medida el tamaño medio de la baya son los factores más influyentes en las distintas compacidades de racimo.

La aplicación de nuevas técnicas de cultivos han tenido efecto en disminuir la compacidad del racimo y han sido puesta a punto por diversos investigadores del ámbito internacional (Poni et al. 2006, Martínez de Toda y Tardáguila 2007, Diago et al. 2009, 2010, Molitor et al. 2011a, Bondada et al. 2016) obteniendo en algunos casos resultados muy promisorios para el control de enfermedades y mejora de los atributos enológicos.

A nivel nacional Ferrer y González Neves (2002) evaluaron la aplicación de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfónico) sobre el cultivar Tannat como raleador químico de bayas y sus efectos en la expresión fenólica y color de los vinos. Las aplicaciones de este producto en cuajado determinaron una merma en la producción de un 43 % respecto al testigo, y a su vez permitió obtener racimos menos compactos.

Sabattini y Howell (2010) en un estudio sobre las variedades Pinot gris y Pinot noir evaluaron el efecto del deshojado precoz y la aplicación de aceite mineral en la reducción total o parcial en la asimilación de carbono al inicio de la floración y su efecto en el cuajado de la fruta. La remoción de las primeras 4 a 6 hojas basales en floración se tradujo en racimos más livianos, con bayas más pequeñas y más desagregadas. Así, mismo el tratamiento, indujo a una reducción del rendimiento en el orden del 45 % respecto al control. En tanto las aplicaciones de aceite mineral tuvieron efecto en disminuir la tasa de asimilación neta de carbono pero no se tradujo en la obtención de racimos más laxos.

Bondada et al. (2016) demostraron que el recorte severo de pámpanos post-vero disminuyó la compacidad del racimo. A su vez modificó negativamente el componente de rendimiento, y se obtuvieron valores más bajos de sólidos solubles y pH, sin afectar en cambio la riqueza fenólica de la uva.

Como conclusión de algunos de los trabajos de investigación realizados en la temática se puede mencionar que el control de la expresión del carácter de “compacidad de racimo” presenta una respuesta multicausal.

Influir sobre los principales factores que determinan la expresión de la compacidad del racimo a través de prácticas agronómicas, se presenta como una alternativa propicia para mejorar la calidad de la vendimia. Logrando racimos más laxos, se consigue uniformizar y mejorar la maduración en el racimo y disminuir la susceptibilidad a las podredumbres, en particular *Botrytis cinerea*.

### **2.3.1.3. Prácticas agronómicas**

Las técnicas de cultivo pueden tener implicancias sobre el desarrollo de podredumbres. En general aquellas prácticas que tienden a modificar el microclima del racimo y la canopia tienen un efecto marcado en influir sobre la incidencia de enfermedad (English et al. 1989, Smart y Robinson 1991, Dookozilian 1992, Zoecklein 1992).

El sistema de conducción de la vid tiene un marcado efecto sobre la incidencia de podredumbres de racimos, en general los sistemas abiertos como la lira presentan una menor incidencia de podredumbres de racimo, debido una mejor exposición de los racimos, lo que permite un microclima menos favorable para la infección y una mejor eficiencia de los tratamientos fitosanitarios (Zoecklein 1992, Reynier 2005, Ferrer et al. 2008).

El tipo de poda ha sido reportado como un factor que incide sobre la estructura del racimo, estudios realizados por Ferrer et al. (2009) demostraron que la poda royat incrementa la compacidad de los racimos y por ende su susceptibilidad a las enfermedades.

El raleo de racimos en cuajado también tiene un efecto en incrementar la compacidad de los racimos, por un efecto de compensación en el tamaño de la baya (Ferrer y González Neves, 2002).

El deshojado en la zona de los racimos, realizado en cuajado permite modificar el microclima de la canopia y aumentar la eficacia de los tratamientos fitosanitarios (English et al. 1989, Reynier 2005, Piccardo 2008).

Algunas prácticas que tienden a aumentar excesivamente el vigor de las plantas como las fertilizaciones excesivas con nitrógeno, pueden ocasionar canopia muy densas con un microclima muy favorable para el desarrollo de podredumbres. Las condiciones que imprimen alto vigor a las plantas están altamente correlacionadas a la incidencia de podredumbres de racimo tal como informan Culasso y Maresca (2015).

### **2.3.2. Podredumbre gris o moho gris (*Botrytis cinerea*)**

La podredumbre gris o moho gris es la afección más relevante que afecta la producción de uva con aptitud para vinificar en diversas regiones vitícolas del mundo con clima templado-húmedo (Coniberti et al., 2009).

De todas las enfermedades que afectan al racimo, es por sus consecuencias, la que causa los mayores estragos en la producción (Hidalgo 2009, Gepp et al. 2012).

Son numerosas las repercusiones negativas sobre la materia prima y que por ende repercuten de manera directa en el producto final. Detrimentos en los rendimientos cuantitativos y cualitativos son reportados por numerosos autores de diversas regiones vitícolas (Dubernet et al. 1977, González Neves 2005, Hidalgo 2009, Ferrer et al. 2011b, Culasso y Maresca 2015).

*Botrytis cinerea* es el agente causal de la podredumbre gris, un hongo fitopatógeno perteneciente a la división ascomycota y a la clase letiomycetes, cuya forma perfecta es *Botryotinia fuckeliana* (Agrios, 1995), esta última no ha sido reportada en Uruguay. Es un hongo polífago que representa grandes pérdidas a nivel importante en producciones agrícolas en todo el mundo.

Afecta más de 200 especies vegetales que ofician de hospederos, muchas de ellas especies de importancia comercial: frutilla, tomate, morrón, arándanos, vid (Williamson et al., 2007).

Las enfermedades causadas por *Botrytis* aparecen principalmente en forma de tizones en inflorescencias y podredumbres de fruto, aunque también como cancro y pudriciones en el tallo (Agrios, 1995).

*Botrytis* permanece en el suelo en forma de esclerocios o micelio latente en restos de cosecha, también se desarrolla sobre restos de plantas en proceso de descomposición. Las formas invernantes pueden ser transportadas por cualquier maquinaria que mueva el suelo o restos de vegetales (madera de poda, restos de racimos). Las temperaturas óptimas para que las formas invernantes maduren y esporulen son de 18-23 ° C (Agrios 1995, Hidalgo 2009).

Las primeras infecciones se dan en los pétalos de la flor, en el caso de la vid la caliptra es el tejido susceptible durante la floración, a su vez el desprendimiento de la caliptra genera microfisuras en las paredes del ovario que sirven como entrada a las esporas del hongo, la temperatura ideal para las primeras infecciones es de 20° C (Nair y Allen 1993, Latorre et al. 2002, Aira et al. 2009, Hidalgo 2009).

Estudios realizados por Aira et al. (2009) en la región de Rivera del Duero, determinaron que existe una alta correlación entre la temperatura, la temperatura punto de rocío y los niveles de humedad absoluta sobre la cantidad de esporas de *Botrytis sp* en el aire. A su vez estos autores, en estudios realizados durante 4 años confirmaron la presencia de esporas durante todo el ciclo vegetativo de la vid, siendo la etapa de floración donde se registraron mayor cantidad de esporas por volumen de aire.

Según Hidalgo (2009) se puede seguir una regla 15-15, la cual establece que para una evolución del hongo se requieren un total de 15 horas de humedad en los órganos de la planta y una temperatura media mínima de 15° C.

Las infecciones primarias que se dan en floración, normalmente son asintomáticas, las mismas ocurren en la primavera y pueden permanecer latentes hasta la maduración o pre-cosecha, por lo que la uva que aparentemente se encuentra sana puede mostrar síntomas de podredumbre cercana a la cosecha (Latorre, 1986). Conjuntamente con la maduración de la baya se reactiva el crecimiento del micelio y comienza la podredumbre del fruto. Según Latorre et al. (2002) los síntomas empiezan a aparecer cuando la baya tiene un mínimo el 8 % de sólidos solubles. A este tipo de infección se le suele denominar “*Botrytis* endógena” y sería responsable de la aparición de focos en partes de racimos cercanos a la cosecha.

Los síntomas de la enfermedad son diversos y la expresión de los mismos se torna muy dependiente de las condiciones ambientales. De acuerdo a Lisboa (2003) Los síntomas más comunes son:

- tizón de racimo: se manifiesta temprano en la temporada y se traduce en un desecamiento del escobajo.
- pudrición temprana: se desarrolla en el viñedo sin la ocurrencia de precipitaciones.
- pudrición peduncular: se caracteriza por una podredumbre en la base del pámpano cuando la infección en el racimo ha sido muy fuerte.
- “moho gris”, constituye la esporulación del hongo, normalmente en las condiciones de Uruguay se ve en pre-cosecha o en cosecha.

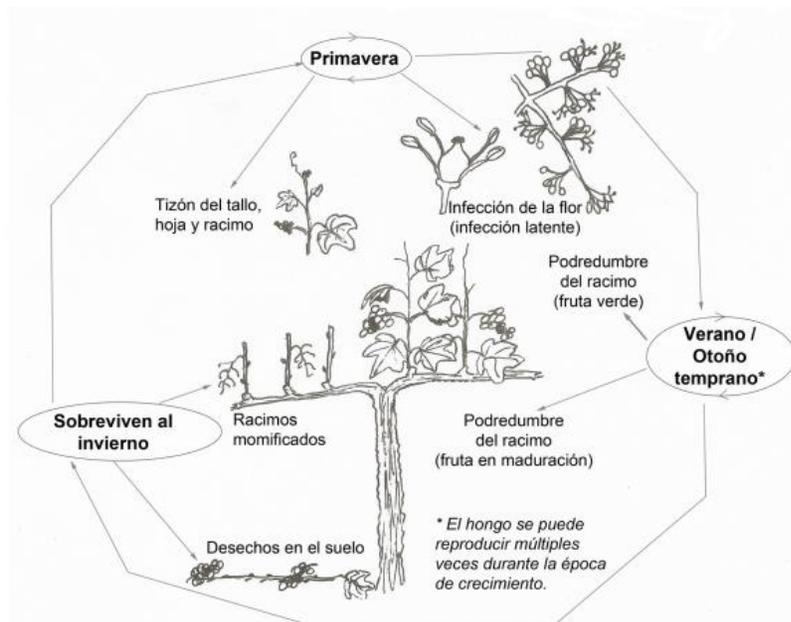


Figura No. 6. Etapas principales del ciclo de *Botrytis cinerea* en la vid  
Fuente: Mayer y Staples (2002)

Las vendimias favorables para el desarrollo de la enfermedad repercuten de manera muy negativa en el producto final, los costos de producción de las empresas, y la operativa tanto a nivel de campo como en bodega.

A nivel de bodega Deltail (2005) refiere a algunas de las consecuencias de vinificar uva con podredumbre gris. En las zonas del racimo donde se encuentran podredumbres aparecen polifenoles oxidados, glucanos (polisacáridos muy colmatantes), ácido glucónico, compuestos que combinan el  $\text{SO}_2$  que se traducen en aromas desagradables (tierra y moho), pérdida de atributos enológicos relevantes como la intensidad colorante.

Los costos a nivel de bodega aumentan ya que algunos de los procesos como ser la previa selección de racimos o adaptación de vinificaciones alternativas encarecen el proceso de vinificación.

### 2.3.2.1 Enzima lacasa y su detección

La presencia de la enzima lacasa es característica de las podredumbres por *Botrytis cinerea* aunque no exclusiva, la misma es una enzima glicoproteína con acción polifenoloxidasasa (distinta a las enzimas propias que se encuentran en las células de la

baya). Es muy versátil que en presencia de oxígeno oxida rápidamente la mayor parte de los polifenoles como antocianos y catequinas, además es muy soluble en el mosto, resiste el efecto inhibitorio del sulfito y el alcohol (Dubernet et al. 1977, Deltail 2005, Piccardo 2008). La enzima, presenta actividad en un rango de pH entre 3 y 10 (actuando mejor en pH más alcalinos), otra diferencia es la rapidez con la que catalizan las oxidaciones produciendo pardeamientos de manera más veloz que las enzimas propias de la uva (Dubernet et al. 1977, Dubordieau et al. 1994, Martínez et al. 1995, Dubernet et al. 1977, Mayer y Staples 2002).

La enzima lacasa se encuentra ampliamente distribuida en plantas y hongos. En la actualidad se empleadas en numerosos procesos industriales vinculados a la industria textil, limpieza de efluentes de papeleras y degradación de compuestos fenólicos contaminantes en cursos de agua (Arana et al., 2002)

En el caso de la producción vitícola, las enzimas lacasas que son producidas por los hongos causantes de las podredumbres de racimo como *Botrytis cinerea* alteran los mostos produciendo cambios a nivel físico-químico y desde el punto de vista sensorial.

En la actualidad los métodos de detección de actividad lacasa se basan en la oxidación de compuestos que tienden a virar en presencia de enzima lacasa extracelular. Uno de los métodos citados en la bibliografía es la oxidación del ABTS (Ácido 2,2 azinobis 3-etilbenzotiazdin-6 sulfónico). El incremento de ABTS se mide a 405 nm, en base a la medida se estima las unidades de actividad lacasa. La misma se define como la cantidad de enzima que cataliza la oxidación de 1  $\mu\text{mol}$  de ABTS en un tiempo determinado (1 minuto, Jhoannes et al., 2000).

Otros métodos nuevos han sido propuestos. La búsqueda de nuevas metodología se orienta hacia métodos que sean de fácil y rápida medición. El uso de biosensores es una técnica que permite realizar el monitoreo de los diferentes fenoles en los mostos o mosto/vinos a través del proceso de fermentación. Este método permite diferenciar la actividad tirosinasa de la actividad lacasa utilizando técnicas de inmovilización enzimática y también permite monitorear la actividad de ambas enzimas juntas (Montereali et al., 2010).

Estos métodos permiten detectar en uva aparentemente sana, infecciones latentes que tendrán sus consecuencias negativas a la hora de la vinificación, permitiendo además realizar una gestión más eficiente de la vendimia.

### **2.3.3. Podredumbre ácida**

Esta enfermedad a diferencia del moho gris incluye un conjunto o un complejo de microorganismos conformados en su mayoría por levaduras y bacterias como: *Acetobacter* spp, *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia membranifaciens*, *Issatchenkia orientalis* y *Pichia galeiformes* y algunos hongos filamentosos como *Rizophus* sp (D'innocenzo et al. 2010, Rodríguez Romera et al. 2010).

Existen algunas discrepancias en cuanto a la forma o el papel que juegan los distintos grupos de microorganismos en el desarrollo de la enfermedad. Algunos autores como Latorre et al. (2002) sostienen que los hongos filamentosos son los principales agentes causales mientras que las levaduras tendrían un papel secundario. Por otra parte otros autores como Snowdon, citado por Rodríguez Romera et al. (2010) sostiene que las micro-fisuras en la piel de la baya son el factor desencadenante que permiten el ingreso de bacterias y levaduras.

Los insectos jugarían un rol fundamental en la dispersión del inóculo, ya que depositarían los microorganismos en la piel de las bayas, estos en la etapa de maduración se adhieren a la pruina y cuando se dan las condiciones propicias infectan la fruta (Reynier, 2005).

Reynier (2005) describe que las bayas atacadas vacían gradualmente su contenido, pudiendo encontrarse cerca del periodo de cosecha bayas momificadas.

Los síntomas consisten en una podredumbre blanda, donde la pulpa de las bayas se oxida, se produce una deshidratación de la baya y produce un aroma a ácido acético característico producto de la maceración del hollejo por levaduras (Oriolani, 2003).

Los daños se pueden catalogar de dos tipos, uno de ellos repercute directamente en la productividad (kg/ha) por el “vaciamiento” del contenido de la baya. La pérdida de calidad visual y estética se vuelve importante en la uva de mesa, lo cual asociado al aroma desagradable hacen imposible la comercialización de los racimos afectados.

En los mostos y vinos, la carga de levaduras que llega al proceso de vinificación es elevada y diferente a la deseada, pudiendo producir aromas desagradables en el producto final; a su vez luego de la fermentación maloláctica los vinos provenientes de vendimias afectadas pueden ser inadecuados para el consumo por su elevada acidez volátil (Rodríguez Romera et al., 2010).

## 2.4. CONTROL DE LAS PODREDUMBRES DE RACIMOS

En climas como el de Uruguay, el manejo fitosanitario y particularmente el asociado al control de enfermedades fúngicas es un aspecto clave en el cultivo de la vid. La calidad del producto final puede estar condicionada por las prácticas llevadas a cabo para el control de las enfermedades o la carencia de las mismas. El control de las podredumbres de racimos es un aspecto clave, que puede condicionar la calidad de la vendimia.

El manejo integrado de plagas y enfermedades es una estrategia que promueve el uso de múltiples medidas o tácticas para controlar las plagas y enfermedades. De esta manera se logra minimizar las chances de que las plagas se adapten a una medida en particular (Núñez et al., 1998).

Como concepto general no se busca erradicar las plaga a través del manejo integrado, sino controlarlas y llevando sus poblaciones a un nivel que no implique perjuicio económico (Arias, 2013).

El manejo de las enfermedades fúngicas en el viñedo no siempre ha respetado las normas de la producción integrada. Desde la introducción de los productos sistémicos en el mercado mundial de fungicidas, el fenómeno de la resistencia a estos compuestos ha provocado un serio problema en el control de muchas enfermedades de las plantas cultivadas, entre ellas la viña (Álvarez, 1991).

Tradicionalmente para el control de *Botrytis cinerea* en Uruguay se realizan medidas de control cultural en combinación con alternativas químicas que normalmente constan de la aplicación de fungicidas específicos de grupos químicos de las dicarboximidias, ftalamidas, strobilurinas y becimidazoles en 4 momentos del ciclo de la vid (manejo estándar), el primero de ellos en 50 % de caída de caliptra, luego previo al cierre de racimos, 50 % de envero y pre-cosecha; pudiendo prescindir de alguna de ellas si las condiciones del año lo ameritan.

La rotación de grupos químicos o modos de acción y la aplicación de los fungicidas con más riesgo de generar resistencia en los momentos en que existe menor presión de inóculo constituyen una herramienta fundamental para realizar el control razonado de las enfermedades y evitar perjuicios a largo plazo.

La alta variabilidad genética dentro de la especie *Botrytis cinerea* ha sido confirmada y descrita por diversos autores (Muñoz et al. 1999, Alfonso et al. 2000, Ramos 2014, Rojas 2016). Esta cualidad imprime al hongo una alta capacidad de adaptación, plasticidad al medio y la probabilidad de generar resistencia a un fungicida se incrementa notoriamente. Desde la década del 70' en Uruguay se han utilizado fungicidas del grupo de los becimidazoles (carbenzadim) y dicarboximidias (iprodione

y procimidone), la resistencia a estos fungicidas ha sido probada para aislados de *Botrytis* sp en viña por Gepp et al. (2012).

Otra de las problemáticas inherentes al control químico de las podredumbres de racimo es la aparición de residuos de fungicidas en el vino (Becerra et al., 1995). Los límites máximos de residuos (LMR) varían en los diferentes mercados, pero sin dudas, además del interés por la protección de los consumidores, constituyen una posible barrera para las exportaciones. La existencia de altas concentraciones de residuos de fungicidas en los mostos puede tener consecuencias en la salud humana y en el proceso industrial como en la cinética de fermentación puesto que actúan sobre el metabolismo de los microorganismos responsables de la fermentación alcohólica y maloláctica, como consecuencia final altera la calidad sensorial de los mismos.

Payá et al. (2005) reportan un efecto de algunas moléculas en la composición polifenólica de los vinos, mientras que Oliva et al. (2015) estudiaron el efecto de los residuos de fungicidas en los vinos confirmando el efecto negativo de algunas moléculas en el perfil aromático.

Por otra parte Allue-Lagunas et al. (2008) no encontraron diferencias a nivel sensorial en vinos provenientes de uvas tratadas con anilino pirimidinas, strobilurinas y un testigo, en cambio se detectó una menor presencia de actividad lacasa (nmol/l) en vinos tratados con botricidas.

#### **2.4.1. Control cultural**

El control cultural de las podredumbres de racimo puede ser llevado a cabo empleando diferentes técnicas las cuales han sido evaluadas tanto en el contexto nacional como internacional.

Algunas de ellas son:

- sistematización de la plantación (Reynier, 2005).
- elección de variedades (Reynier, 2005).
- fertilización (Reynier, 2005).
- sistema de conducción y tipo de poda (Smart et al. 1982, Smart et al. 1985, Ferrer y González Neves 2002, Ferrer et al. 2008).
- deshojado (English et al. 1989, Smart y Robinson 1991, Ferrer et al. 2001, Piccardo 2008, Coniberti et al. 2009).
- elección del terroir (Echeverría et al., 2017).

De acuerdo a Echeverría et al. (2017), la combinación de diversos factores del terroir tienen consecuencias sobre la incidencia de podredumbres de racimo en la

variedad Tannat. Entre los principales factores se encuentran: las condiciones climáticas del ciclo (efecto año), el tipo de suelo, la relación área foliar/peso de fruta y sus interacciones parciales. En particular la interacción del efecto año por área foliar/peso de fruta constituyen el factor más relevante para la promoción de podredumbres, explicando el 43% de la variabilidad.

#### 2.4.2. El deshojado en el viñedo: diferentes momentos, diferentes objetivos

Cuadro No.1. Distintos momentos de deshojado

Momento	Objetivos	Referencias
Envero (35 E y L)	Mejorar las condiciones para la maduración, mejorar microclima de la canopia y lograr disminuir enfermedades fúngicas, mejorar facilitar labores de cosecha, permitir mejor eficiencia de los tratamientos sanitarios.	Smart y Robinson (1991), Piccardo (2008), Elerd (2010).
Cuajado (27 E y L)	Mejora del microclima de la canopia y disminuir incidencia de enfermedades fúngicas, lograr mejorar la composición de la uva, aumento de la concentración de antocianos en variedades tintas, permitir mejorar la eficiencia de los tratamientos sanitarios.	Percival et al. (1994a), Percival et al. (1994b), Piccardo (2008), Elerd (2010),
Pre-floración (17-19 E-L)	Regulación de la producción, mejorar calidad fuente, mejorar microclima de la canopia, permitir mayor eficiencia de los tratamientos fitosanitarios.	Poni et al. (2005) (2006), Diago (2010), Orio (2010), Otero et al. (2010).

### 2.4.2.1. Deshojado en cuajado y envero

La práctica de deshojado ha sido descrita por numerosos autores como eficiente para el control de enfermedades (English et al. 1989, Smart y Robinson 1991, Ferrer et al. 2003, Piccardo 2008, Molitor et al. 2011b) con repercusiones en otros aspectos relevantes en lo que hace a la producción de uva como la síntesis de polifenoles y acumulación de azúcares (Champagnol 1984, Boubals 1991, González Neves 2005).

El objetivo principal del deshojado es garantizar en la zona de los racimos las condiciones óptimas del microclima para posibilitar una correcta maduración y limitar la incidencia de enfermedades fúngicas, en particular *Botrytis* (Balsari y Scienza, 2004).

El deshojado mejora sustancialmente la ventilación y exposición en la zona de los racimos, dificultando la germinación de esporas y crecimiento del micelio. Por otra parte, el deshoje mejora la eficacia de los tratamientos con fungicidas optimizando la llegada del producto a la zona objetivo (Zoecklein et al. 1992, Bogicevic et al. 2015).

Percival et al. (1994b) evaluaron deshojados manual y mecánico en distintos momentos del ciclo (grano tamaño arveja y envero respectivamente). Los momentos de deshoje presentaron diferencias en cuanto a los efectos obtenidos, estos autores señalan que los deshojados manuales realizados tardíamente incrementaron el peso del racimo y el rendimiento en las plantas en un 19 % respecto al testigo, mientras que el deshojado mecánico incremento un 23 %. El deshoje realizado tempranamente no incrementó el tamaño de la baya. Ambos tipos de deshoje presentaron una disminución en la incidencia y severidad de las podredumbres causadas por *Botrytis sp.*

El efecto de la exposición solar sobre la germinación de conidios de *Botrytis sp.*, está documentado, en un estudio realizado en condiciones de campo, la exposición directa a los rayos solares durante 4 horas aumentó la germinación de conidios en un 80 %, mientras que la exposición durante 8 horas la redujo en un 50 % (Slyeb, citado por Elad et al., 2007).

A su vez, la práctica del deshojado tiene como consecuencias efectos directos en los principales parámetros de composición de la baya, existiendo numerosos reportes acerca de este fenómeno.

Ribéreau-Gayón y Peynaud (1986) citan una mejora en las condiciones de luminosidad en la zona del racimo, la cual favorece procesos como la concentración de taninos y antocianidinas. A su vez el efecto de indirecto en el aumento de temperatura activa algunos procesos vinculados a la degradación de ácidos.

Kliwer y Bedsoe (1986) estudiando el efecto del deshojado y la severidad del mismo en diferentes momentos del ciclo demostraron que los tratamientos de deshojado

más severo modificaron la composición de la baya respecto un testigo sin deshojar. Estos autores encontraron una reducción en la acidez titulable explicado por un descenso en la concentración de ácido málico. El descenso en los niveles de ácido málico fue acompañado por un descenso del pH y a su vez menor concentración de potasio. Dichas variables se correlacionaron con el nivel de luz recibido por la canopia.

Por otra parte English et al. (1989) demostraron que la remoción de las hojas cercanas al racimo, produce un cambio notable en el microclima de la canopia. Se comprobó que la velocidad del viento, una de las variables medidas en este estudio, aumentó notoriamente en las viñas defoliadas en comparación con las viñas testigo.

En las condiciones de producción nacional diferentes momentos de deshojado han sido evaluados por Piccardo (2008), Elerd (2010) en la variedad Tannat encontrando diferencias significativas en algunos parámetros de composición de la baya y microclima de la canopia.

Los momentos de deshoje evaluados por Piccardo (2008) fueron: cuajado, envero y un testigo sin deshojar. Las diferencias en parámetros de composición de la baya estuvieron en la acidez total, presentando el tratamiento de deshojado en envero una menor acidez total y el mayor nivel de antocianos potenciales (ApH1).

Referido al microclima de la canopia, el mismo fue mejorado mediante la práctica de deshojado siendo la luz y la humedad relativa los parámetros más afectados (Piccardo, 2008).

Tardáguila et al. (2006) evaluaron la respuesta en las características organolépticas de la variedad Garnacha modificando el momento de deshojado, las vides deshojadas tempranamente (cuajado) presentaban mejor intensidad colorante y mayor intensidad aromática que las vides no deshojadas o deshojadas en envero.

#### **2.4.2.2. Deshojado precoz**

En la técnica de deshojado se ensayaron recientemente épocas más tempranas que involucra un deshoje cercano a la floración. De acuerdo a los momentos fenológicos en el cual se aplique se puede referir a: deshojado pre-floración o deshojado en floración-cuajado. Esta técnica se ha evaluado en principio en España e Italia, extendiéndose luego a otras zonas vitícolas (Poni et al. 2005, 2006, Martínez de Toda y Tardáguila 2007, Diago 2010, Sabbatini y Howell 2010, Molitor et al. 2011b, Risco 2012, Intrigliolo et al. 2014, Biogicevic et al. 2015).

El deshojado precoz difiere de los objetivos buscados con el deshoje realizado en cuajado y envero; el mismo tiene como objetivo principal la regulación de la producción de uva y se fundamenta en la relación funcional existente entre el

rendimiento productivo y la disponibilidad de azúcares en el momento de pre-floración (Poni et al. 2005, 2006, Diago et al. 2009, Diago 2010).

La remoción de las hojas basales del pámpano (6-8 primeras hojas) implica la eliminación de la principal fuente de fotosintatos para garantizar el cuajado. Estudios realizados por Petrie et al. (2003) pusieron en evidencia que la parte basal de la canopia contribuye de mayor manera a la producción de fotosintatos. Una de las hipótesis que manejan estos autores es que a pesar de la mayor edad de las hojas basales, su tamaño compensa la pérdida de eficiencia fotosintética. Más recientemente Intrieri et al. (2008) al utilizar carbono marcado puso en evidencia la migración de fotosintatos desde las hojas basales a las inflorescencias.

Estudios realizados por Candolfi-Vasconcelos et al. (1994) demostraron que en las vides defoliadas el 12 a 14 % de las reservas de carbono se trasladaron al racimo en comparación con un 1,6 % de las vides no defoliadas.

Poni et al. (2006) citan que el efecto del deshoje precoz también acarrea una mejora en la calidad de la “fuente”, la remoción de las hojas causaría un cambio en la dinámica de la fotosíntesis y en el balance fuente-fosa.

Algunos de los primeros trabajos realizados en deshojado temprano fueron realizados por Poni et al. (2005, 2006) en la variedades Barbera, Trebianno y Sangiovese, la remoción de las primeras hojas cercano a floración permitió una disminución del número de bayas y tamaño final de las mismas por una menor disponibilidad de carbohidratos ocasionando racimos más pequeños y menos compactos. Esto se tradujo en disminuciones de los rendimientos por hectáreas 20 % (Sangiovese) y 48 % (Trebianno) respecto a un testigo sin deshojar. La incidencia de *Botrytis cinerea* fue menor para los tratamientos deshojados en todos los años evaluados y además se observó una mayor respuesta en los contenidos de sólidos solubles, antocianos y polifenoles.

Molitor et al. (2011b) trabajando con las variedades Sauvignon blanc, Auxerrois, Pinot noir y Rieslig han confirmado que un deshoje precoz entre cuajado y cierre de racimo permite una reducción en la compacidad del racimo y una menor incidencia y severidad de “moho gris” o *Botrytis*. El deshoje precoz permitió una mejora del microclima de la canopia y un menor porcentaje de racimos internos lo cual estuvo correlacionado con la sanidad al momento de la cosecha.

Diago (2010) evaluó para las condiciones de la Rioja el efecto del deshojado precoz en viñedos comerciales de las variedades Mazuelo, Tempranillo y Graciano aplicando dos intensidades diferentes (4 hojas y 6 hojas) en dos momentos diferentes: pre-floración y cuajado y a su vez evaluó la práctica realizada manualmente y con deshojadora mecánica. En las tres variedades se destaca que al momento de la cosecha

no hubieron diferencias significativas en los parámetros de superficie foliar respecto al control, aunque esto presentó variabilidad respecto a la interacción año- tratamiento. La porosidad y exposición de los racimos fue mayor para todos los tratamientos con deshojado tanto en pre-floración como en cuajado, en comparación con el testigo sin deshojado. En años particulares la relación superficie foliar/rendimiento fue mayor para los tratamientos deshojados presentando diferencias entre años.

La respuesta de la planta, cuantificada a través de la fertilidad de yemas, mostró diferencias significativas entre años y entre tratamientos, disminuyendo el número de racimos por pámpano en el caso de los tratamientos con deshojado para algunos años particulares (Diago, 2010).

La sanidad del racimo se vio mejorada en un 54-58 % por el deshoje en prefloración en el año que ocurrieron precipitaciones entre junio y octubre (HN), asociado a racimos más laxos (Diago, 2010).

Los parámetros de cosecha han sido evaluados en los distintos trabajos anteriormente citados, encontrándose mejoras en la acumulación de azúcares, acidez total y pH, así como también mejores equilibrios entre ácido málico y tartárico (Diago, 2010). Sin embargo en lo que refiere a la composición polifenólica el deshoje precoz muestra una mejor performance que los tratamientos testigos en años con buenas condiciones para la síntesis de estos pigmentos, a su vez otros autores confirman un aumento de color en los vinos en los tratamientos deshojados. A demás estudios sostienen que la época de deshojado tiene una incidencia en el tipo de antocianos que se sintetizan y acumulan (Poni et al. 2006, Diago 2010).

Poni et al. (2006) confirmaron que los componentes de la baya se modificaron al aplicar la técnica de deshoje precoz, las viñas no defoliadas presentaron mayor proporción de pulpa, más proporción de semillas y mayor tamaño.

Intrigiolo et al. (2014) trabajando con el cultivar autóctono Mandó, demostraron que el momento en el cual se realiza el deshojado es determinante de los efectos que se logran. Estos autores evaluaron el efecto del deshojado antes de la floración, en plena flor y en cuajado. Los resultados más promisorios se obtuvieron cuando el deshojado se realizó en cuajado, el mismo permitió obtener racimos menos compactos, una merma del rendimiento y un aumento notable de la composición fenólica.

Los mismos autores remarcan la importancia de considerar el posible efecto negativo del deshoje temprano en zonas de alta temperatura y alta luminosidad con respecto a la degradación de polifenoles.

## **2.5. COMPOSICIÓN DE LA BAYA**

### **2.5.1. Sólidos solubles**

Los sólidos solubles constituyen uno de los componentes de mayor abundancia en el mosto (González Neves et al., 2003) y se encuentran mayoritariamente en las vacuolas de las células de la pulpa (Peynnaud, 1977). La temperatura y la luz son factores que están estrechamente ligados a la producción de fotoasimilados, días soleados y temperaturas moderadas, favorecen la producción de fotosintatos (Reynier, 2005).

Los sólidos solubles comienzan a aumentar su concentración dentro de la baya a partir del comienzo de la fase de maduración, la cual ocurre en el envero. La causa principal de la acumulación de azúcares es la movilización de la sacarosa desde las hojas y las reservas hacia las bayas (Coombe 1973b, Keller 2007). Los principales azúcares de la uva son la glucosa y la fructuosa; la relación glucosa-fructuosa varía durante el transcurso del desarrollo del fruto, siendo mayor durante la fase I de crecimiento de la baya o fase herbácea y va disminuyendo conforme avanza la maduración (Keller, 2007).

Algunas prácticas de cultivo aumentan la capacidad de las bayas de acumular azúcares, un ejemplo de ello es la remoción de las hojas en la zona de los racimos lo cual produce un incremento de la temperatura en las bayas (Pszczólkowski et al., 1985). Efecto que también ha sido demostrado por diversos autores (Hunter et al. 1991, Dokoozlian et al. 2001,).

El raleo de racimos también ha demostrado ser una práctica eficiente en promover un aumento de los sólidos solubles de la uva, además de otras cualidades enológicas de importancia como los polifenoles (Barreiro et al. 1998, Ferrer y González Neves 2002, González Neves et al. 2003).

Ferrer y González Neves (2002) demostraron que la aplicación del raleo de racimos químico o manual en cuajado permite un incremento de los sólidos solubles de la baya y mejora en los atributos enológicos en general. Mediante esta práctica se modifica la relación fuente/fosa en el sentido de lo expresado por Echeverría et al. (2017).

### **2.5.2. Acidez**

Constituye uno de los parámetros clásicos de madurez de la uva, y además es un factor fundamental para evaluar la calidad de la vendimia e inclusive el destino de la uva (Fregoni, citado por Elerd, 2010).

Los ácidos orgánicos más importantes de la uva son el tartárico y el málico comprendiendo ambos entre un 70 a 90 % (Dai, citado por Keller, 2007), en menor proporción se encuentran otros ácidos como el cítrico, oxálico, succínico y otros. El tartárico es el ácido característico de la uva y además el responsable de influir mayoritariamente en el pH del mosto (Ribéreau-Gayón 2001).

La concentración de ácido málico es máxima durante el envero y decrece en forma gradual durante el periodo de maduración. El ácido málico es sintetizado en las hojas y translocado a las bayas, estas últimas tienen la capacidad de sintetizarlo pero la mayor parte proviene de la parte vegetativa (Coombe, 1973b).

La temperatura tiene un rol fundamental en el descenso de la acidez de la baya, ya que el aumento de temperatura induce a un incremento de la tasa respiratoria siendo el ácido málico el principal sustrato de dicho proceso metabólico (Coombe, 1973b).

A parte de la respiración celular, la acidez de la uva disminuye por otros procesos, entre ellos cabe destacar la neutralización de los ácidos por parte de bases que se movilizan en el medio celular y por un efecto de dilución por aumento en los niveles de agua desde envero (Ribéreau-Gayón et al., 1989).

El deshojado permite un descenso de los niveles de acidez total (Dokoozlian y Kliewer, 1995). Piccardo (2008) trabajando sobre Tannat obtuvo un descenso significativo de la acidez al realizar un deshoje en envero respecto a un testigo sin deshojar. Las fertilizaciones excesivas con potasio pueden tener implicancias directas en la acidez de la uva y el vino.

El ácido tartárico con el menor pKa, tiene menor capacidad de disociarse que el ácido málico y el cítrico. El descenso del tartárico durante la maduración se debe fundamentalmente a un efecto de dilución (Zamboni y Fregoni, 1991).

### **2.5.3. pH**

El pH constituye la acidez real de la uva (Peynaud, 1977), a iguales valores de acidez total pueden existir distintos valores de pH ya que el mismo va a estar dado por las concentraciones de ácido málico y tartárico que se encuentren en la uva (Keller, 2007).

Es un indicador importante para evaluar la calidad del mosto, valores de pH estarán directamente vinculados con algunos atributos enológicos como la intensidad colorante (González Neves, 2005).

El pH aumenta en el transcurso de la maduración, por un efecto de disminución de los ácidos orgánicos presentes en la uva (Andrades, 1990).

El potasio es la principal base encargada de neutralizar los ácidos orgánicos presentes en la uva. Durante el envero su concentración es baja, pero durante la maduración conjuntamente con el aumento de flujo de agua y sacarosa los niveles de potasio en la baya aumentan (Possner y Kliewer, 1985).

Los racimos que crecen en microclimas sombreados suelen tener menor concentración de azúcares, mostos con menor pH y mayor acidez (Carbonneau et al. 1978, Smart et al. 1985). Poni et al. (2006) verifican un aumento del pH en la variedad Trebbiano cuando se aplicó un deshoje pre floración que podría coincidir con una mayor producción in-situ de ácido tartárico. Mientras que Orio (2010) al aplicar deshojado precoz no observó diferencias en los valores de pH respecto a un testigo sin deshojar. Esta técnica en general no muestra una tendencia clara en el efecto sobre el pH, variable que pareciera depender más del genotipo y las condiciones ambientales propias del año (Diago 2010, Otero et al. 2010).

Ferrer y González Neves (2002) obtuvieron un aumento en los niveles de pH en uvas de la variedad Merlot conducida en espadera, cuando se realizó un raleo de racimos en envero. Sin embargo los resultados de esta práctica no son contundentes, encontrando en la bibliografía resultados divergentes como los reportados por Corino et al. (1991), Campostrini et al. (1991).

El rango de pH en cosecha manejados por González Neves et al. (2003) durante tres años de estudio en las variedades Cabernet- Sauvignon, Merlot y Tannat oscilan entre 3,33-3,58.

La principal causa de variabilidad del pH es la variedad (genotipo) seguido por la evolución del clima y las técnicas de cultivo (Zamboni y Fregoni, 1991).

#### **2.5.4. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos de la uva presentan una gran diversidad y complejidad de estructuras químicas, pero todos ellos cumplen con la particularidad de tener al menos un grupo fenólico en su estructura (Ribéreau-Gayón et al., 1989).

A pesar de que su proporción en relación a los demás componentes de la baya es muy minoritaria (Keller, 2007) son de suma importancia. Los polifenoles son una de

las familias de compuestos responsables de los atributos sensoriales de los vinos como por ejemplo el color y la “textura” de los vinos tintos (Ribéreau Gayón 2001, González Neves et al. 2004, Keller 2007, Martínez da Toda y Tardáguila 2007).

Ribéreau Gayón et al. (1989) definen dos grandes grupos de compuestos fenólicos: a) no Flavonoides y b) Flavonoides. Los primeros están compuestos por los ácidos cinámicos y benzoicos mientras que los segundos engloban a los flavonoles, antocianinas y taninos. Los ácidos cinámicos y benzoicos se encuentran en su mayoría en las células de la pulpa, los antocianos en las vacuolas de las células de los hollejos en invaginaciones vacuolares llamadas antocianoplastos (Peket y Small, 1980) y en la pulpa de aquellas variedades denominadas “tintoreras”, mientras que los taninos se encuentran en los hollejos y en la semilla, siendo los fenoles de importancia enológica más abundantes (Keller, 2007).

Los compuestos fenólicos se agrupan dentro del grupo de los compuestos del metabolismo secundario, ya que no provienen de las vías metabólicas primarias (Salisbury y Ross, 1992). A pesar de su importancia relativa para el vegetal son compuestos de suma importancia en el ámbito enológico (Champagnol, 1984). Algunos de los atributos sensoriales como: el color, la astringencia y la dureza de los vinos están dados por estas moléculas.

La composición fenólica de la uva tiene un componente genético de importancia trascendente, González Neves (2005) en un estudio de 4 años demostró el peso del factor variedad en la composición fenólica de la uva. Además el mismo autor obtuvo diferencias importantes de acuerdo a las condiciones en la cual se dio la maduración de la uva.

Las técnicas de cultivos pueden influir en la composición fenólica de la uva. Ferrer y González Neves (2002) realizando raleo manual y químico demostraron que los niveles de antocianos (mg/l) fueron mayores en los tratamientos raleados. Los mismos autores demostraron que la aplicación de ethrel a una dosis de 2 litros por hectárea en enero permite una mejora en los niveles de antocianos de la uva.

Las aplicaciones de ABA en la fase de enero permiten una mejora sustancial en el color de la uva de mesa (Garibaldi et al. 2009, Khun et al. 2013).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se instaló en un viñedo comercial de la variedad Tannat perteneciente al Establecimiento Juanico ubicado en el km 38 de la ruta nacional no. 5. Departamento de Canelones (34° 35'30 S, 56° 15'23 O). Se desarrolló en el ciclo productivo 2015-2016.

Cuadro No. 2. Características generales del viñedo

<u>Variable</u>	<u>Información del viñedo</u>
Variedad	Tannat
No. de clon	398
Portainjerto	SO4
No. de clon	762; 5
Distancia entre filas (m)	2,5
Distancia entre plantas (m)	1,25
Sistema de conducción	Espaldera
Tipo de poda	Guyot-bilateral
Edad (años)	16
Superficie del ensayo (m <sup>2</sup> )	2691
Orientación de las filas	NO-SE

El viñedo fue implantado en el año 1999 con una densidad de plantación de 3200 plantas/ha. El sistema de conducción empleado es espaldera, con poda larga o tipo Guyot- bilateral, dos cargadores por planta con un número promedio de 6-8 yemas cada uno, dejadas en la poda invernal. La orientación de las filas es noroeste-sureste, el cuadro presenta una pendiente de 2% con un sentido SO-NE, el manejo de la entre-fila es con cobertura vegetal (“empastado”) permanente, con control de crecimiento de la vegetación con maquinaria convencional, mientras que la fila se encuentra libre de vegetación mediante la aplicación de herbicidas. El manejo del suelo y sanitario fue el mismo para todas las parcelas del ensayo.

#### **3.1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental utilizado fue el DBCA (diseño en bloques completos al azar) en el cual se definieron 3 repeticiones por tratamiento. Cada bloque experimental cuenta con una población de 14 plantas lo que se traduce en un total de 42 plantas por tratamiento.

En las distintas evaluaciones se realizaron medidas en el total de la población de cada tratamiento, así como también sobre sub-muestras aleatorias dentro de los bloques experimentales y evaluaciones en plantas particulares.



Figura No. 7. Croquis de ensayo con diseño estadístico

### 3.1.1. Tratamientos

Cuadro No. 3. Tratamientos

Tratamiento	Sigla	Objetivo
Testigo comercial	TC	Comparación
Deshoje pre-floración	DPF	Raleo de bayas, descompactar el racimo
Pro-hexadione cálcico	REG	descompactar
Ethephon en momento 1	ET1	Raleo, descompactar
Ethephon en momento 2	ET2	Madurador
Ácido absícico 200 ml/ha	ABA2	Madurador
Ácido absícico 400 ml/ha	ABA4	Madurador
Ácido absícico 600 ml/ha	ABA6	Madurador

Testigo comercial (TC): es el tratamiento de referencia, el cual incluye los manejos que realiza habitualmente el viticultor. Implica deshojado en zona de racimo a partir de cuajado.

Deshojado pre-floración (DPF): deshoje temprano (17-19 E-L) de las primeras 6-8 hojas incluyendo feminelas si estas ya han brotado. El objetivo del tratamiento es descompactar el racimo por un efecto de raleo de bayas o partes de racimos.

Pro-hexadione cálcico (REG): aplicación de Viviful (pro-hexadiona cálcica) en floración y a días posteriores 30 días a una dosis de 1500 ml/ha por aplicación con el objetivo de descompactar el racimo.

Ethephon en momento 1 (ET1): aplicación de ácido 2-cloretifosfónico en cuajado-cierre de racimo (32 E-L) a una dosis de 360 ml/ha. Objetivo del tratamiento es ralear bayas, racimos o partes de racimos.

Ethephon en momento 2 (ET2): aplicación de ácido 2-cloretifosfónico en envero (35 E y L) a una dosis de 360 ml/ha. El objetivo de este tratamiento es provocar un adelanto de la maduración y mejora de los índices de madurez.

Ácido abscísico 200 ml/ha (ABA2): aplicación de ácido abscísico (Protone®) en envero (35 E y L) a una dosis de 200 ml/ha. El objetivo de este tratamiento es provocar un adelanto de la maduración y mejora de los índices de madurez.

Ácido abscísico 400 ml/ha (ABA4): aplicación de ácido abscísico (Protone®) en envero (35 E y L) a una dosis de 400 ml/ha. El objetivo de este tratamiento es provocar un adelanto de la maduración y mejora de los índices de madurez.

Ácido abscísico 600 ml/ha (ABA6): aplicación de ácido abscísico (Protone®) en envero (35 E y L) a una dosis de 600 ml/ha. El objetivo de este tratamiento es provocar un adelanto de la maduración y/o mejora de los índices de madurez.

### **3.1.2. Aplicación de los tratamientos**

Para determinar el momento preciso de aplicación de los tratamientos se realizó un seguimiento fenológico a partir del desborre con una cadencia semanal utilizando el fenograma de Eichhorn y Lorenz con la modificación propuesta por Coombe (1995).

Cuando la población de yemas del viñedo tiene una proporción mayor o igual al 50 % en el estadio fenológico que se corresponde con el momento oportuno de aplicación de tratamientos se procedió a efectuar los mismos.

Las aplicaciones se realizaron una atomizadora de mochila marca Sthil Sr 200 (U.S.A), con un volumen de capacidad máximo de tanque de 14 l. El cálculo de las dosis por tratamiento se efectuó tomando en cuenta la superficie foliar en m<sup>2</sup> de cada bloque experimental.

Se consideró una altura de la zona de aplicación de 0,5 m a partir del alambre de poda y, por cada lado de la espaldera totalizando una superficie foliar por tratamiento de 52,5 m<sup>2</sup>.

A partir de las recomendaciones de dosis de los fabricantes del productos se recalcula la dosis de producto por tratamiento tomando como referencia una superficie foliar máxima de 8000 m<sup>2</sup>/ha.

El gasto de agua se ajustó tomando, como referencia la recomendación del fabricante para cada producto y la superficie foliar por tratamiento (52,5 m<sup>2</sup>).

Para definir la velocidad de avance se realizó una calibración previa de la atomizadora, definiendo la velocidad de avance en función del gasto de agua, la cual dependerá de lo que requiera cada tratamiento.

Las aplicaciones fueron realizadas a paso de hombre, el cálculo del tiempo de avance se realizó en función del gasto de agua y la calibración previamente realizada.

Una vez realizado los cálculos de dosis por tratamiento, se procedió a preparar en el tanque de la atomizadora el doble de producto con el doble de agua, con el objetivo de cubrir pequeños déficit de preparado, que se pudieran registrar por un aumento de la velocidad de avance, dada la metodología de aplicación. A nivel de campo se utilizó ácido fosfórico para llevar el agua al pH óptimo para las aplicaciones. La curva de titulación con ácido fosfórico fue obtenida en Laboratorios Sur S.R.L de Montevideo (Figura 5).

Previo a las aplicaciones de los tratamientos: 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se realizó un deshojado de moderada intensidad en la zona de los racimos para permitir una distribución más homogénea del producto en esa zona.

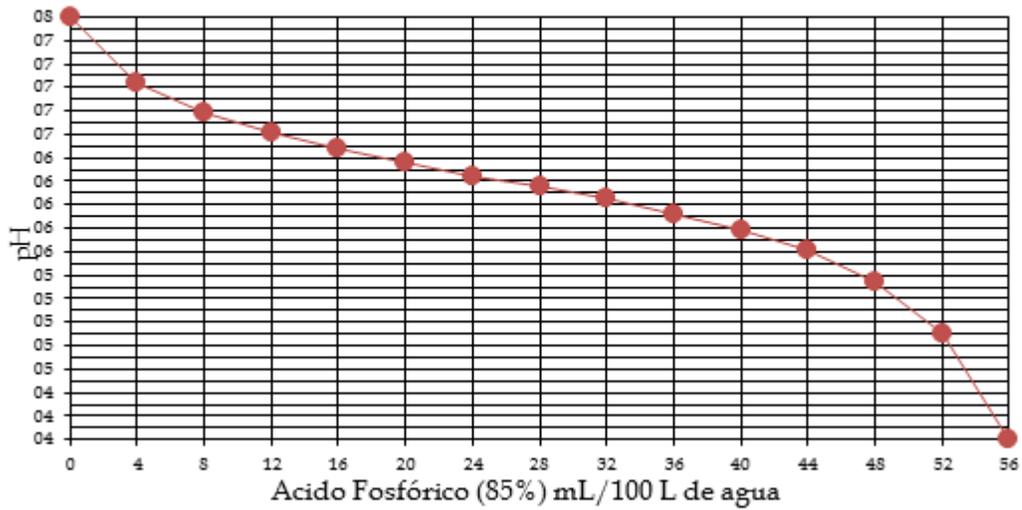
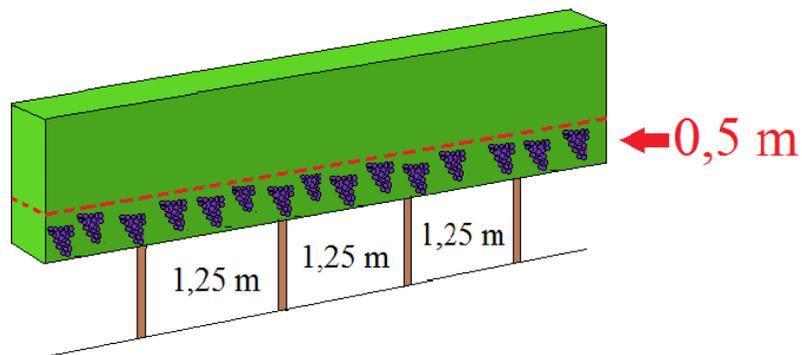


Figura No. 8. Curva de titulación del ácido fosfórico.



Distancia entre plantas= 1,25 m  
 Altura de follaje= 0,5m  
 No. de plantas = 42  
 Superficie foliar= 52,5 m

Superficie foliar/tratamiento=  $14 \times 1,25 \times 0,5 \times 2 \times 3 = 52,5 \text{ m}^2$   
 Dosis/tratamiento= 8000 m<sup>2</sup>.....Dosis recomendada  
 52,5 m<sup>2</sup>.....Dosis del tratamiento

Gasto de Agua= 8000 m<sup>2</sup>.....Gasto de agua recomendado  
 52,5 m<sup>2</sup>.....Gasto de agua del tratamiento

Figura No. 9. Representación esquemática de la zona de aplicación

Cuadro No. 4. Detalle de las aplicaciones

Tratamiento	ET1	ET2	ABA2	ABA4	ABA6	REG	REG
Fecha de aplicación	11/12/2015	21/01/2016	21/1/2016	21/1/2016	21/1/2016	25/11/2016	23/12/2016
Estadio fenológico	32	35	35	35	35	25	33
Dosis/ha	360 ml/ha	360 ml/ha	200 ml/ha	400 ml/ha	600 ml/ha	1500 ml/ha	1500 ml/ha
Sup foliar max (m <sup>2</sup> )	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
Sup foliar a tratar (m <sup>2</sup> )	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5
Concentración ensayo	2,15ml	2,15 ml	1,31ml	2,62 ml	3,9 ml	23,6 g	23,6 g
Concentración tanque	4,3 ml	4,3 ml	2,62ml	5,24 ml	7,8 ml	47,2 g	47,2 g
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

El control químico realizado por el viticultor registró un total de 16 aplicaciones en el ciclo 2015-2016, tres de las cuales fueron específicas para el control de *Botrytis* spp. Botrycidas: 24/11/2015 (50% caída de caliptra) carbendazim (bencimidazol-sistémico); 18/12/2015 (pre cierre de racimo) difeconazole (producto sistémico); 1/02/2016 (envero) dicarboximida (iprodiene- sistémico).

### 3.2. EVALUACIONES

Cuadro No. 5. Evaluaciones

<u>Parámetros de crecimiento vegetativo</u>	<u>Método o referencia</u>	<u>Momento del ciclo (sistema de Eichhorn y Lorenz modificado)</u>
Superficie foliar expuesta m <sup>2</sup> /ha	Carbonneau (1995)	35
Exposición de racimos	Point quadrat- Smart y Robinson (1991)	35
Número de capas de hojas	Point quadrat- Smart y Robinson (1991)	35
Partición de materia seca	Edson et al. (1993)	38
<u>Parámetros de rendimiento</u>		
Rendimiento (g/planta)	no corresponde	38
Peso del racimo (g)	no corresponde	38
Compacidad del racimo	Ipach et al., citados por Molitor et al. (2011b)	35 y 38
<u>Parámetros de composición</u>		
Sólidos solubles (g)	Refractometría (Brix°)	35 y 38
pH	Potenciometría	35 y 38
Acidez total	Titulación	35 y 38
Potencial antociánico (mg/l)	Glories y Agustin (1995)	38
Antocianos potencialmente extraíbles (mg/l)	Glories y Agustin (1995)	38
Índice de polifenoles totales (A280)	Glories y Agustin (1995)	38
<u>Parámetros de sanidad</u>		
Incidencia	Peso enfermo por planta (g)	38
Actividad lacasa	Absorbancia a 420 nm	35 y 38
<u>Componentes de la baya</u>		
Hollejos	No corresponde	38
Pulpa	No corresponde	38
Semillas	No corresponde	38
<u>Índices de respuesta</u>		
Potencial hídrico foliar de base	Scholander et al. (1965)	23 a 38
Índice de Ravaz	Champagnol (1984)	47
Relación hoja/fruta	Carbonneau (1978)	35

### **3.2.1. Superficie foliar expuesta potencial**

Fue estimada según el método propuesto por Carbonneau (1995). Se seleccionaron 3 plantas al azar por cada repetición y se realizó un registro fotográfico de cada una de ellas, por detrás de cada planta se colocaba un fondo blanco para luego calcular el porcentaje de porosidad de la canopia. Se registró el alto, ancho y profundidad de la canopia midiendo en la parte superior de la espaldera y luego se aplicó la fórmula propuesta por Carbonneau (1995).

### **3.2.2. Point quadrat**

Por medio de este método se estimó el porcentaje que había de racimos expuestos, internos, hojas expuestas e internas, pámpanos y/o espacios vacíos. El mismo fue descripto por Smart y Robinson (1991).

El procedimiento consiste en colocar una regla a la altura del alambre de poda que consta de orificios separados cada 10 centímetros. Se pasa una varilla por cada agujero atravesando la canopia y se registra si la varilla toca una hoja, racimo o existe un hueco en la canopia. De esta manera se puede obtener la cantidad de racimos expuestos y capas de la canopia, así como la cantidad de huecos en la canopia.

### **3.2.3. Partición de materia seca**

Se seleccionó y se tomó un pámpano de las plantas 3, 7 y 11 de cada repetición. Luego se pesó la materia fresca de las hojas, racimos y pámpanos por separado y se colocaron en bandejas de papel de aluminio. Se secaron en horno a 60° C hasta peso constante (Edson et al., 1993). El peso se tomó con una balanza marca OHAUS EB series de origen EEUU. Se calculó el porcentaje de materia seca (% MS) retenido en cada componente del pámpano (racimo, madera y hoja), en relación al peso fresco, así como su contribución al componente del peso seco total (g).

### **3.2.4. Cosecha**

De cada bloque experimental se cosecharon 7 plantas (todas las plantas de número par de cada repetición), se realizó conteo de racimos y peso de racimos por planta. Además se separaron y pesaron los racimos sanos y los enfermos. De esta manera se obtuvo el peso de cosecha en g/planta y g enfermo/planta.

### **3.2.5. Compacidad de racimos**

La compacidad de racimos se realizó de manera visual, tomando como referencia 5 valores según Ipach et al., citados por Molitor et al. (2011a). Se realizaron muestreos en enero de los tratamientos TC, DPF y REG, ET1. En esa ocasión se muestrearon 3 racimos por repetición de las plantas impares y se evaluó:

- número de bayas.
- peso del racimo (g).
- peso del raquis (g).
- ancho del raquis (cm).
- largo del raquis (cm).

La elección de los tratamientos a evaluar en enero se realizó de acuerdo a los efectos esperados de los mismos.

La siguiente evaluación de compacidad se realizó en todos los tratamientos al momento de la cosecha. Se tomaron 10 racimos por repetición y se determinó el valor de compacidad, ancho (cm) y largo (cm) de raquis y peso de racimos (g).

### **3.2.6. Seguimiento de la maduración**

Para determinar el momento de cosecha y la composición de la baya, se realizaron muestreos semanales a partir de enero (35 E y L) según el protocolo establecido por Carbonneau (1991), tomando de cada repetición 250 bayas al azar, de distintas plantas y a su vez de las diferentes partes del racimo.

La madurez tecnológica se fijó acorde a los rangos manejados para la variedad Tannat por González Neves (2005), los cuales corresponden a valores de pH de 3.3-3.6, acidez total (gH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/l) en el rango de 4,5-5,1, y grados Brix superior a 18,5°.

En la cosecha se realizaron muestreos por duplicado para el análisis de polifenoles y componentes de la baya.

### **3.2.7. Detección indirecta de la actividad lacasa**

Para la detección de la actividad lacasa se utilizó el método de absorbancia a 420 nm propuesto por González Neves<sup>1</sup>, a los efectos de este trabajo. Se trata de un método indirecto que consistió en realizar mediciones en mostos provenientes de uvas aparentemente sanas. Un aumento significativo de las unidades de absorbancia a 420 nm

---

<sup>1</sup> González Neves, G. 2016. Com. personal.

en un intervalo de tiempo determinado indicaría oxidaciones características debido a la actividad de enzima lacasa.

Las medidas se realizaron en envero y en cosecha, utilizando un espectrofotómetro modelo espectrofotómetro Shimadzu UV-1240 Mini (Shimadzu Crop., Japón). Se partió de muestras de mostos que fueron centrifugadas por 1 minuto y luego se procedió a medir la absorbancia a 420 nm con una celda de 1 mm de recorrido óptico. Las mediciones se realizaron en un tiempo “0” (correspondiente al momento inmediato luego de la elaboración del mosto), a los 15 minutos y a los 60 minutos (35 de E y L). En cosecha (38 de E y L) se repitió el procedimiento, en esta ocasión las mediciones fueron realizadas en el tiempo “0” y a los 60 minutos.

### **3.2.8. Peso de poda**

La poda se realizó durante el mes de Julio, se contabilizaron el número de sarmientos por planta y se pesó la madera del año de las plantas pares, con una balanza modelo OHAUS EB series.

## **3.3. ÍNDICES DE RESPUESTA**

### **3.3.1. Potencial hídrico foliar de base (- $\psi$ Fb)**

El potencial hídrico foliar de base se realizó a partir de floración (25 E y L) con una cadencia quincenal, en los tratamientos DPF y TC. Se utilizó la técnica de la cámara de presión propuesta por Scholander et al. (1965). Las medidas se hicieron durante las primeras horas de la madrugada, tomando 4 a 6 hojas por repetición.

### **3.3.2. Fertilidad de yemas**

La fertilidad de yemas se midió en noviembre del 2016 (año A+1), se contabilizaron el número de inflorescencia por planta y número de yemas fértiles de los tratamientos DPF, REG y TC.

### **3.3.3. Índice de Ravaz**

El índice de Ravaz es un indicador fisiológico que relaciona la producción de uva (kg) con la producción de madera (kg) durante un ciclo de crecimiento (Ravaz, citado por Champagnol, 1984). Permite tener un conocimiento acerca del equilibrio vegetativo/reproductivo de la planta.

### **3.3.4. Relación hoja/fruta**

La relación entre la expresión vegetativa SFEP ( $\text{m}^2/\text{planta}$ ) y la producción de uva ( $\text{kg}/\text{planta}$ ) es una medida que ha sido utilizada por varios autores como Carbonneau (1978), Gonzalez Neves y Ferrer (2000), Ferrer et al. (2008) entre otros, como un buen indicador de equilibrio fisiológico. Dicha relación permite tener una noción del balance fuente-fosa de las plantas y está altamente correlacionada con la calidad de la materia prima (Echeverría et al., 2017).

## **3.4. REGISTROS CLIMÁTICOS**

### **3.4.1. Cuantificación de las variables del clima a meso-escala**

Los datos de precipitaciones, temperaturas medias, temperaturas máximas, mínimas y humedad relativa se obtuvieron de la estación meteorológica más cercana, en este caso de INIA “Las Brujas” que cumple con las normas técnicas de la Organización Meteorológica Mundial y está situada a 11,7 km del ensayo.

### **3.4.2. Cuantificación del microclima de la canopia**

Las variables medidas fueron humedad relativa (%HR), luminosidad, y temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ). Se utilizaron sensores data logger HOBO pro-series con un intervalo de medición de 1 hora. Se ubicaron en los tratamientos DPF, TC, ET1, REG sobre el primer alambre de poda el día 29/12/2015. La elección de los tratamientos se realizó teniendo en cuenta posibles alteraciones en el microclima de la canopia a causa de la aplicación de los tratamientos.

### **3.4.3. Índices bioclimáticos**

La elaboración de los índices de bioclimáticos se realizó en base a los registros climáticos de la plataforma INIA. GRAS.

#### **3.4.3.1. Índice heliotérmico (IH)**

Este índice considera la acumulación térmica que es favorable para los principales procesos metabólicos. Permite cuantificar el nivel de heliotermia de una región o de un periodo en particular en base a una temperatura biológicamente aceptable ( $10^{\circ}\text{C}$  en caso de la vid) desde 1 de setiembre hasta 28 de febrero para el hemisferio sur (Ferrer, 2007b). Ofrece la posibilidad de tener una noción acerca del funcionamiento de los principales procesos metabólicos. Por tanto es permite tener un resultado cualitativo del nivel de azúcares potenciales de una región, se expresa a grados días  $^{\circ}\text{GD}$  (Tonnieto y Carbonneau, 2004).

### Índice heliotérmico de Huglin adaptado (Ferrer, 2007b)

$$IH = \Sigma \{(T_{med} - 10 + (T_{Max} - 10)) / 2 \cdot k$$

T<sub>med</sub>: temperatura media

T<sub>Max</sub>: temperatura máxima

K: constante de longitud de onda (1 para las condiciones de Uruguay)

#### 3.4.3.2. Índice de sequía (IS)

El índice de sequía está basado en el balance hídrico propuesto por Riou et al. (1994), el mismo toma en cuenta la disponibilidad hídrica durante los meses en los que se desarrolla el ciclo vegetativo-reproductivo de la vid. El fundamento de su cálculo son las implicancias que tiene la alimentación hídrica en la calidad enológica de la uva (Ojeda et al. 2001, Deloire y Carbonneau 2004). Para la elaboración del índice se toman en cuenta una serie de parámetros que cuantifican las principales variables que afectan el régimen hídrico. Este índice fue ajustado por Ferrer (2007b) teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de agua de los suelos del Uruguay (Molfino y Califra, citados por Ferrer, 2007b) y el ciclo del cultivo en nuestras condiciones de 01/09 al 28/02.

$$IS = W = W_0 + P - TV - ES$$

W = estimación de la reserva hídrica del suelo al momento de la cosecha

W<sub>0</sub> = reserva hídrica inicial útil del suelo explorable por las raíces

P = precipitación acumulada

TV = transpiración potencial del viñedo (ETP x kc)

ES = evaporación directa a partir del suelo

#### 3.4.3.3. Índice de frescor nocturno (IF)

El índice de frescor nocturno (IF) ha sido propuesto por Tonnieto (1999) y toma en cuenta la temperatura mínima promedio del mes previo a cosecha. Ya que es un indicador de la síntesis de metabolitos secundarios como los polifenoles y aromas. Para nuestras condiciones de cultivo se toma del 15/02 al 15/03.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron tratados mediante un análisis de componentes principales (ACP) en la cual se incluyeron variables como: compacidad, número de sarmientos, producción de madera del año, índice de Ravaz, capacidad de producir materia seca, superficie foliar expuesta (SFE) potencial, relación SFE potencial/ producción de uva, sólidos solubles, pH, acidez titulable, polifenoles, peso de baya, número de racimos por planta, producción de uva (g), producción de uva sana (g) y con podredumbre (g), y componentes de la baya. Las correlaciones de las variables se analizan a través del coeficiente de Pearson.

Cuadro No. 6. Variables

Variable	Sigla
Superficie foliar expuesta potencial	SFEp
Índice de Ravaz	IR
Índice hoja/fruta	RF
Sólidos solubles	SS
Acidez total	AT
Incidencia de podredumbre	I
Porcentaje de hollejos	% H
Porcentaje de semillas	% S
Porcentaje de pulpa	% P
Índice de compacidad (1-5)	IC
Potencial antociánico	ApH1
Antocianos potencialmente extraíbles	ApH 3,2
Índice de polifenoles totales	IPT
Porcentaje de racimos expuestos	% RE

El análisis de la varianza fue realizado utilizando el método de mínimos cuadrados y las comparaciones entre medias se realizaron con el test de Tukey ( $p > 0,05$ ) y también ( $p > 0,1$ ). Se utilizó el paquete estadístico Infostat® (2014).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

#### 4.1.1 Índices bioclimáticos

##### 4.1.1.1. Índice de sequía

La evolución del IS durante el ciclo anual (Cuadro 7), permite evidenciar un buen abastecimiento hídrico en período de setiembre a diciembre, existiendo un déficit o sequía moderada en los meses de enero y febrero, según el rango establecido por este índice. El mismo coincide con la clasificación agroclimática realizada por Ferrer (2007b), quien clasificó la región sur con un IS moderado. La capacidad de almacenaje máxima de agua del suelo considerada para los cálculos fue de 110 mm (Wo) según el tipo de suelo (brunisol subéutrico típico).

Cuadro No. 7. Índice de sequía

Mes	P (mm)	ETP (mm)	JP	JPm	N(No. días)	Es	Kc espaldera	Tv	IS	D - E
Set.	19	81,9	6	1	30	2,46	0,1	8,19	110	21,46
Oct.	59,4	107,8	9	3	31	9,39	0,1	10,78	110	68,79
Nov.	72,3	146,4	5	4	30	13,6	0,3	43,92	110	85,96
Dic.	121,3	177	10	6	31	6	0,5	88,5	110	137,3
Ene.	11	187,8	6	0	31	16,4	0,5	93,9	27	-83
Feb.	76,1	163,3	10	3	29	3	0,5	81,6	15	-94

##### 4.1.1.2. Índice de frescor nocturno (IF)

El índice de frescor nocturno del período del 15/2 al 15/3 fue de 30 días previos a cosecha fue óptimo, situándose en un valor de 16 ° grados tal como se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro No. 8. IF

<b>IF</b>	16 ° C
-----------	--------

Cuadro No. 9. IF serie histórica

<b>IF</b>	18 ° C
-----------	--------

#### 4.1.1.3. Índice de heliotérmico (IH)

La acumulación de grados días durante el ciclo 2015-2016 fue de 2320 °G10 situándose por encima del valor de la serie histórica, permitiendo alcanzar la madurez tecnológica.

Cuadro No. 10. Grados días acumulados

IH 2015-2016	2320 °G10
IH serie histórica	2100 °G10

#### 4.1.2. Temperatura y desarrollo del ciclo vegetativo

A continuación se presentan la evolución decádica de las temperaturas medias, máximas y mínimas desde setiembre (2015) a marzo (2016), las mayores temperaturas se registraron durante los meses de enero y febrero, en ocasiones por encima de los 35 grados. La temperatura media del mes previo a cosecha fue de 25° C con una temperatura mínima promedio de 20° C y máxima promedio de 30,8 ° C. Durante el mes de marzo la temperatura media descendió notoriamente a un valor promedio mensual de 17,5 °C.

En lo que refiere a las temperaturas medias durante los principales eventos fenológicos, cabe resaltar que las mismas fueron cercanas a 20° en torno a la floración, alcanzando valores superiores durante las fases de cierre de racimo (23 ° C) y envero (24° C), con un marcado descenso sobre la fecha de cosecha (18 °C, Figura 7).

El número de días mayores a 30 ° C desde el 1/1/2016 a cosecha, fueron de 37 para los tratamientos DPF, REG, ABA2, ABA4, ABA6. Mientras que para los tratamientos ET1, ET2 y TC fue de 34.

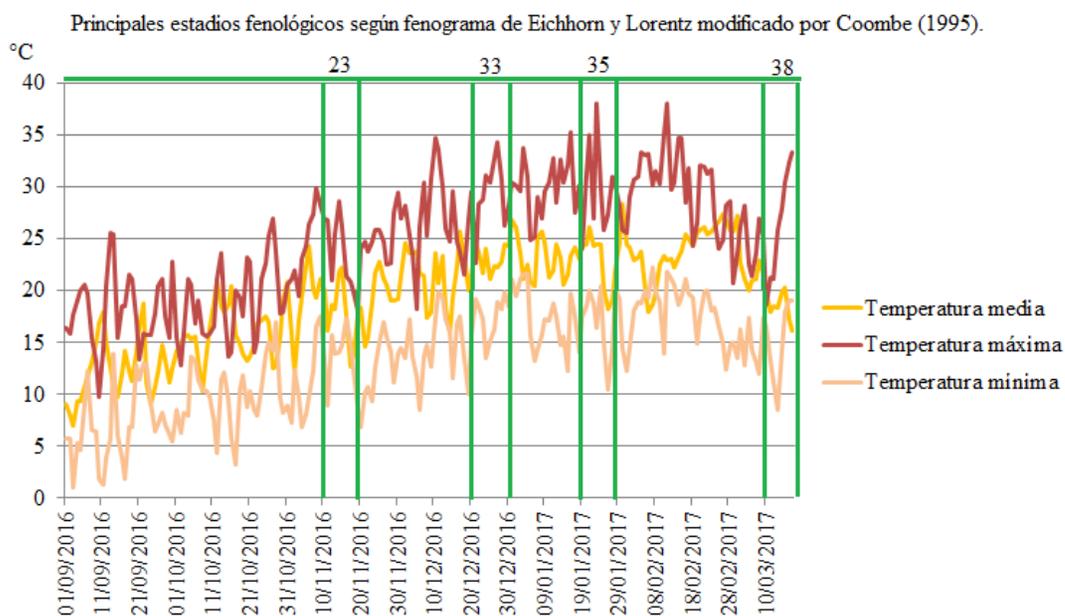


Figura No. 10. Evolución decádica de las temperaturas medias, máximas y mínimas y principales eventos fenológicos. Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS.

#### **4.1.3. Humedad relativa y precipitaciones**

La humedad relativa media tomo valores dentro de un rango de 80 a 90 % durante la plena floración (25 E y L), cierre de racimo (33 E y L), mientras que durante la fase de envero y cosecha las mismas rara vez superaron el 80 %. Sin embargo, la humedad relativa máxima toma valores de 90 % e incluso superiores en los estadios de floración y próximo a la cosecha.

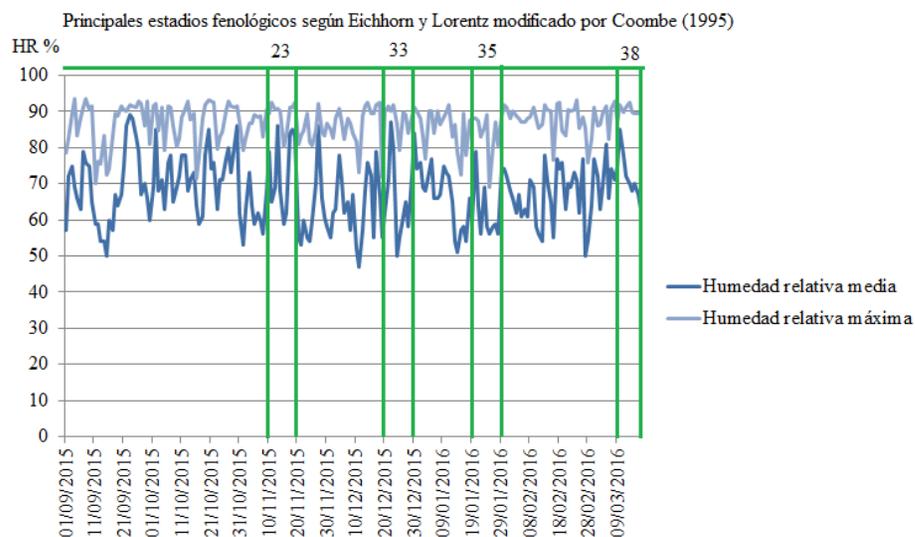


Figura No. 11. Evolución decádica de la humedad relativa media y máxima (% HR).

Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS.

La precipitación acumulada durante el mes previo a cosecha fue de 84 (mm) situándose por debajo de la media histórica registrada para dicho mes (90 mm), mientras que en el total del ciclo de cultivo se registró un caudal de 419 (mm) situándose por debajo de la media histórica (576 mm). La máxima concentración de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo se dio durante el mes de diciembre representando un 31 % del total registrado durante el ciclo.

Durante el mes de noviembre se registró un total de 73 mm, de los cuales 36,5 mm los días 26/11/2015 y 27/11/2015 (23 E y L). Durante el mes de enero se registró un escaso volumen de precipitaciones (11mm), estando muy por debajo de los valores de la serie histórica (80mm).

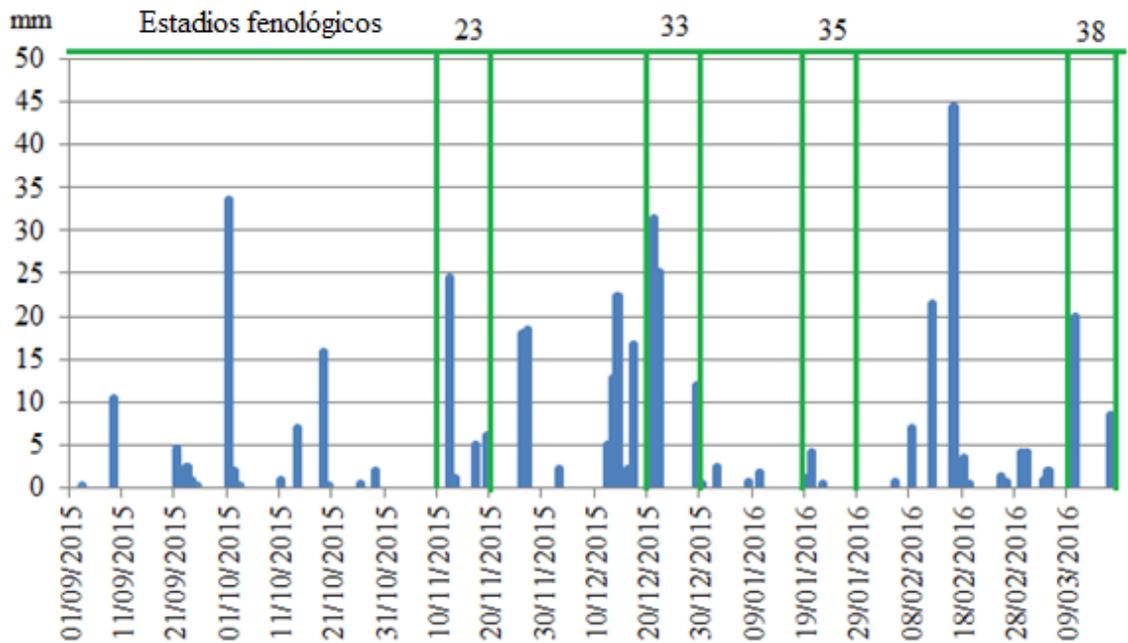


Figura No. 12. Precipitación acumulada. Fuente: elaborado en base a datos de INIA.  
GRAS

#### 4.1.4. Condiciones ambientales durante: floración, cierre de racimo y pre-cosecha

Durante la semana de floración y más concretamente hacia la plena floración (23 E y L) se registraron precipitaciones (36,5 mm), un incremento notorio de la humedad relativa (86%) y un leve aumento de temperatura (19,6° C). Téngase en cuenta que no fueron medidos otros factores, tales como el tiempo en que los tejidos se encuentran con agua libre, factor que tiene una importancia trascendente en el desarrollo de la enfermedad. Tomando como referencia los 30 días previos a la cosecha (Figura 13) los valores de temperatura media estuvieron cercanos 25° C, para descender durante la última fase del período a valores más cercanos a los 20° C. La humedad relativa máxima presentó mayor variabilidad, aunque situándose en rango de 80-90 % en la totalidad del período d referencia. Hacia fin del período se registraron precipitaciones cuyo máximo diario no superó los 20 mm.

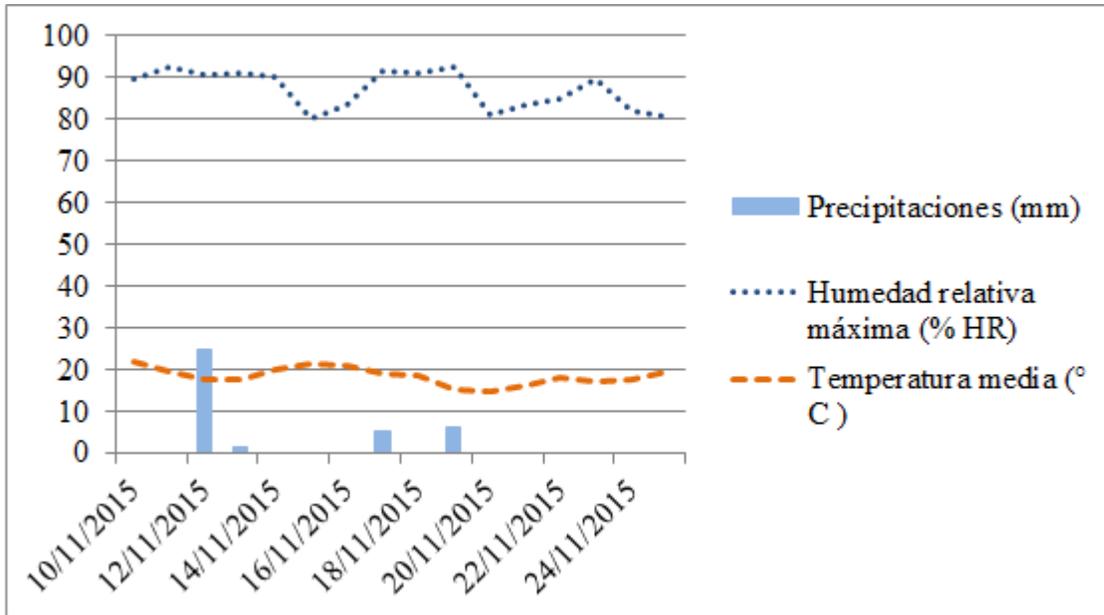


Figura No. 13. Condiciones ambientales durante la floración. Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS.

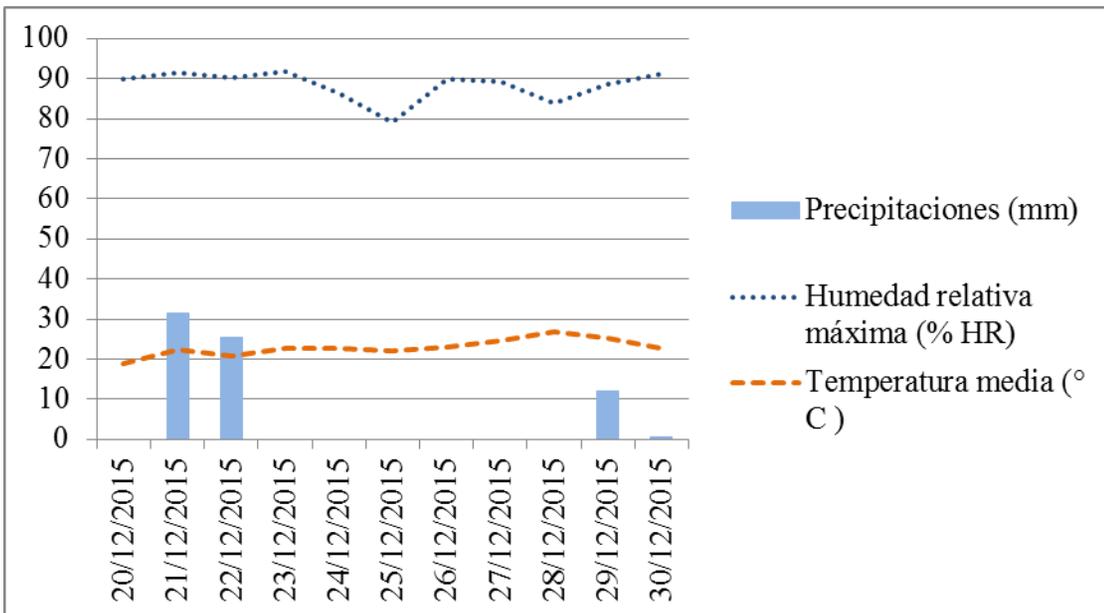


Figura No. 14. Condiciones ambientales en cierre de racimo (33 E y L). Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS.

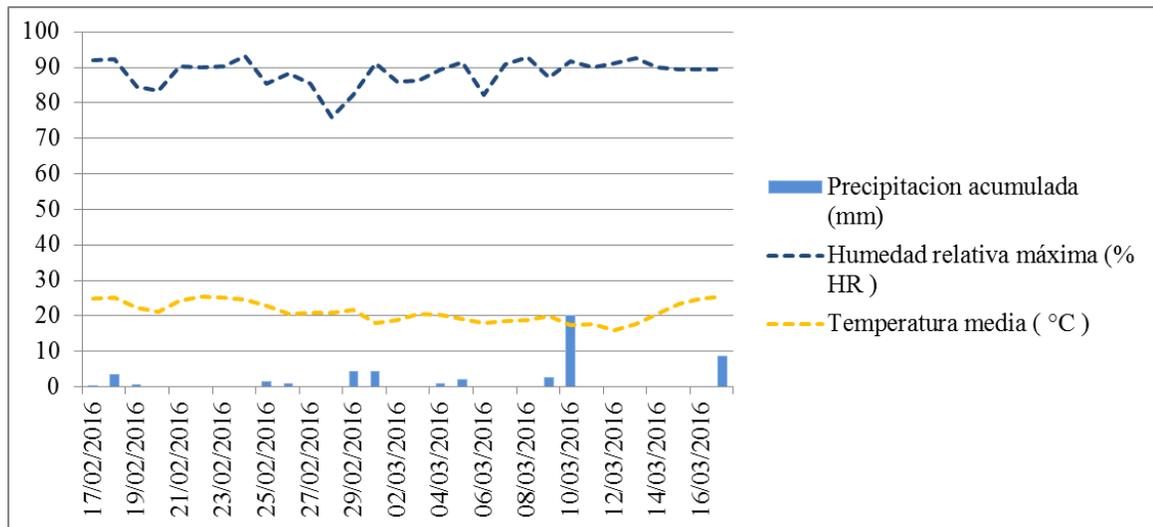


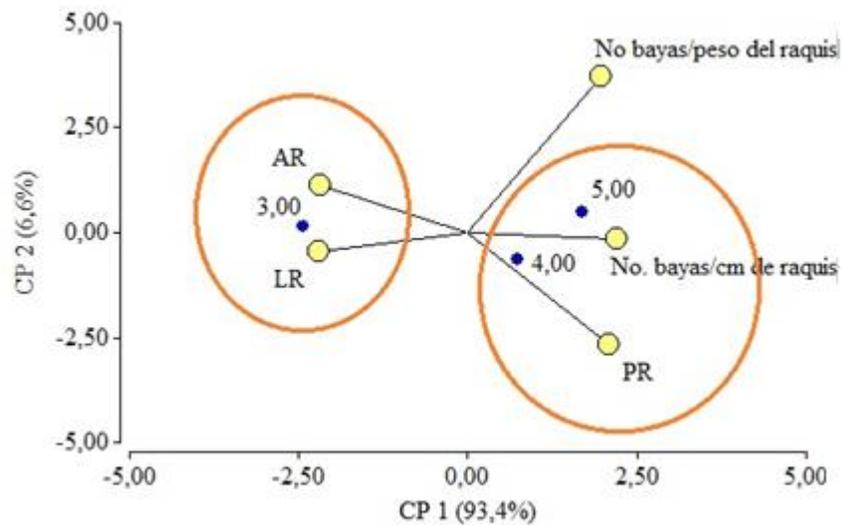
Figura No. 15. Condiciones ambientales 30 días previos a cosecha. Fuente: elaborado en base a datos de INIA. GRAS.

## 4.2. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN VARIABLES DE RESPUESTA AGRONÓMICAS

### 4.2.1. Compacidad del racimo

#### 4.2.1.1. Variables que explican la compacidad del racimo

En análisis de racimos de los tratamientos DPF, TC, REG y ET1, mostró que los mayores valores del índice de compacidad (IC 5 y 4) estuvieron correlacionados positivamente con el No. de bayas/cm de raquis ( $r= 0,54$ ;  $p < 0,0001$ ) (evaluación en envero 35 E y L). Tal como permite ver el análisis de componentes principales, los valores más altos del índice se asocian a dicha variable. En cambio el peso de la baya (g) y el peso del racimo mostraron una baja correlación con el índice de compacidad ( $r= 0,19$ ;  $r= 0,14$ ). El análisis de auto vectores demuestra que la variable No. de bayas/ peso de raquis determina el mayor porcentaje de la variabilidad en el componente principal 2, mientras que el ancho y largo del raquis son las variables que tienen más influencia en la variabilidad del componente principal 1.

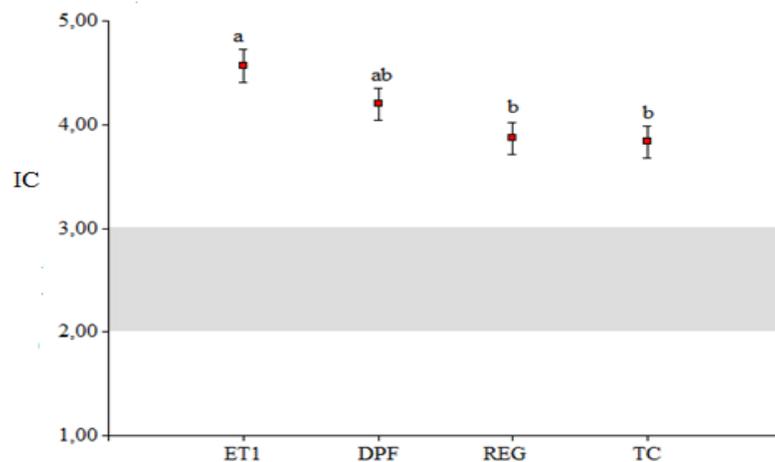


Círculos azules representan categorías de compactidad según Ipach et al., citados por Molitor et al. (2011a). AR: ancho de racimo; PR: peso del racimo; LR: largo del racimo.

Figura No. 16. Análisis de componentes principales. Variables que explican la compactidad de los racimos.

#### 4.2.1.2. Evaluación del índice de compactidad (IC) al momento de cosecha

La compactidad del racimo medida en cosecha mostró diferencias entre tratamientos ( $p= 0,003$ ). ET1 y DPF fueron los tratamientos que presentaron un valor promedio con mayor índice de compactidad (IC), 4,57 y 4,20 respectivamente. El tratamiento TC en conjunto con el tratamiento REG fueron los que presentaron menor valor del índice (TC: 3,83; REG: 3,87).



Letras iguales indican que no existe diferencia entre tratamientos (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 17. IC evaluado en cosecha.

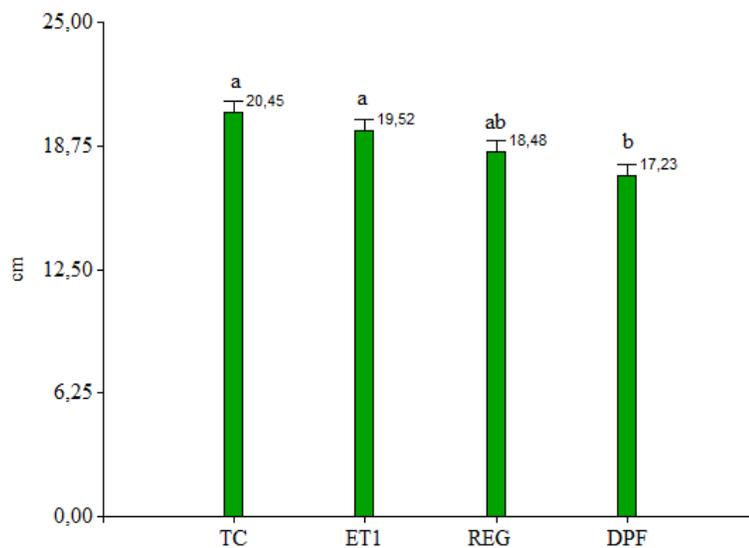
Considerando la metodología de evaluación, se presenta como complemento la moda de cada tratamiento considerando la variable índice de compacidad (IC, Cuadro 11).

Cuadro No. 11. Mediana y media del IC evaluado en cosecha según tratamiento

Tratamiento	Media	C.V	Moda	C.V	N
TC	3,83	20,65	4	20,16	30
REG	3,87	20,65	4	20,16	30
DPF	4,20	20,65	4	20,16	30
ET1	4,57	20,65	5	20,16	30

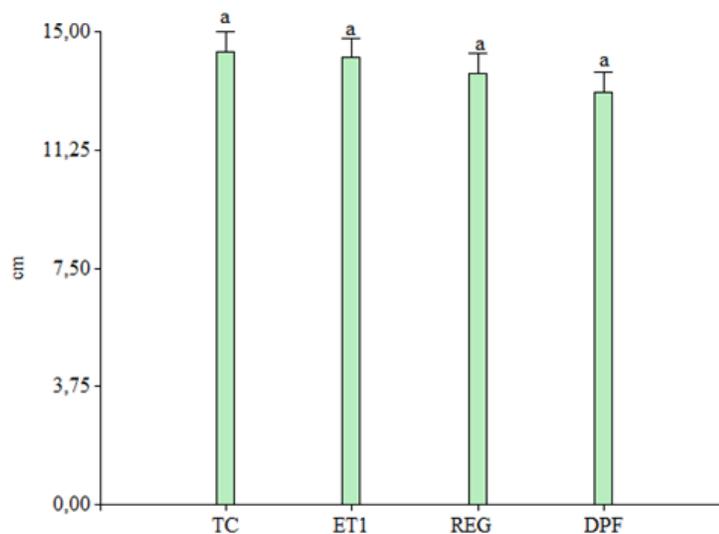
#### 4.2.1.3. Fisonomía del racimo

Referido a las características del racimo, fueron evaluados en cosecha ancho y largo de raquis. La variable largo de raquis presento diferencias entre tratamientos (p-valor= 0,0009), mientras que la variable ancho de raquis no registró diferencias significativas entre tratamientos (p-valor= 0,47, Figuras 17 y 18).



Letras iguales no presentan diferencia entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 18. Largo de raquis evaluados en cosecha (38 E y L).



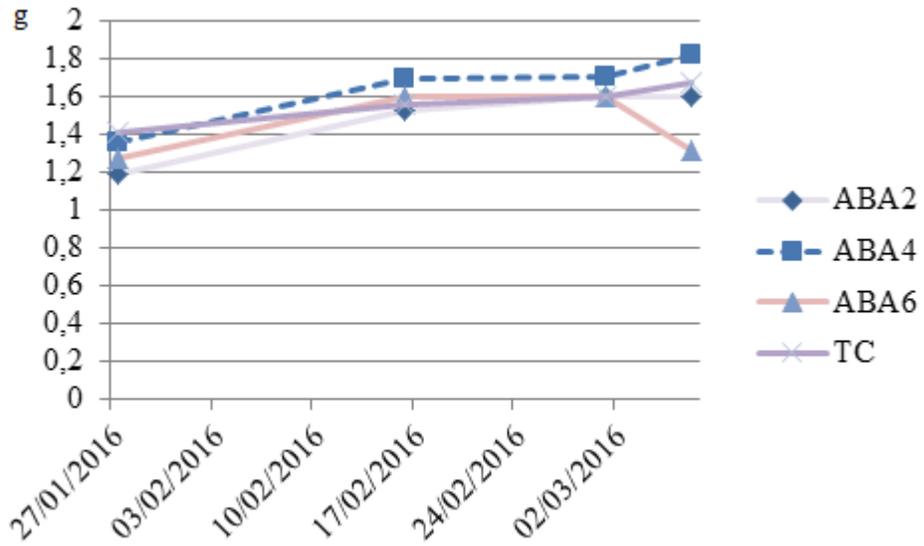
Letras iguales no presentan diferencia entre sí (Tukey  $\alpha = 0,05$ ).

Figura No. 19. Ancho del raquis evaluado en cosecha (38 E y L)

## 4.2.2. Evolución de la maduración

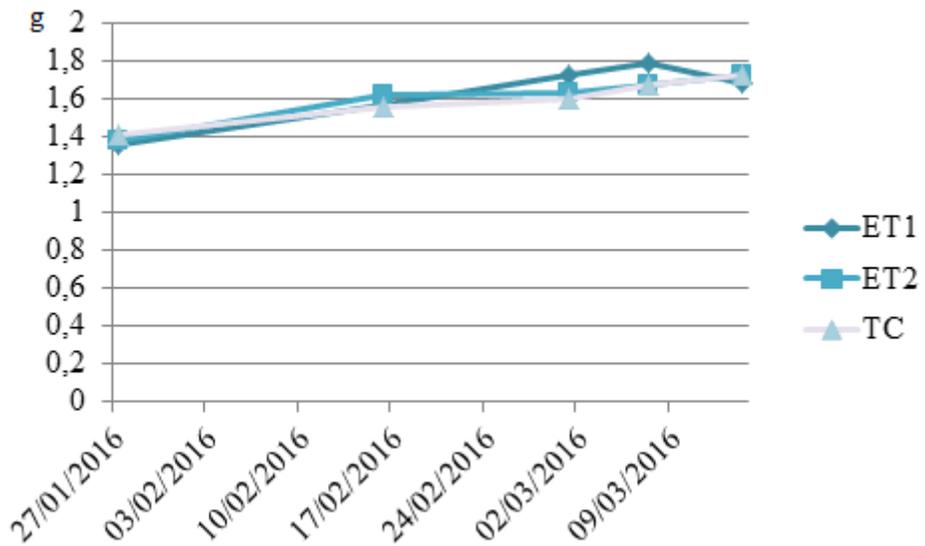
### 4.2.2.1. Evolución y peso final de la baya

A continuación se presentan la evolución del peso de la baya por grupo de tratamientos (Figuras 22, 23, 24). Las aplicaciones de ácido abscísico en envero no modificaron la evolución del peso de la baya en relación al tratamiento testigo, salvo un descenso del peso de la baya del tratamiento ABA6 que se registró al momento de la cosecha. Las aplicaciones de ethephon, tanto en cuajado (ET1) y en envero (ET2) no presentaron diferencias en relación al tratamiento TC. Por último el DPF, REG mostraron una evolución diferente del peso de la baya en relación al TC, el tratamiento REG tuvo el menor peso de baya durante todo el transcurso del periodo de maduración, registrando diferencias significativas en relación al testigo. El DPF presentó una disminución del peso de baya en el último muestreo (17/3/2017), probablemente por un efecto de deshidratación de las bayas (dato no mostrado).



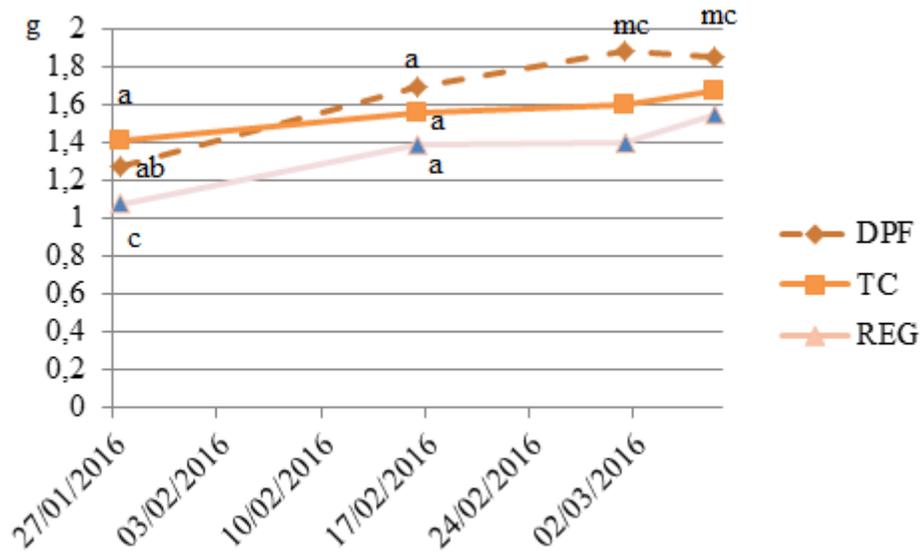
Grupo 1: ABA2, ABA4, ABA6, TC

Figura No. 20. Evolución del peso de la baya (g)



Grupo 2: ET1, ET2, TC

Figura No. 21. Evolución del peso de la baya (g).



Letras iguales no muestran diferencia significativa entre sí (Tukey=0,1).  
 Grupo 3: DPF, TC, REG. mc: muestreo compuesto (no corresponde ANAVA).

Figura No. 22. Evolución del peso de la baya

#### 4.2.2.2. Evolución de los sólidos solubles

La cinética de acumulación de los sólidos solubles no mostró diferencias según grupos de tratamientos. El grupo 1 conformado por los tratamientos ABA2, ABA4, ABA6 y TC no presentó diferencias significativas en ningún momento de muestreo durante el transcurso de la madurez, lo mismo sucedió con los grupos de tratamientos 2 (ET1, ET2 y TC) y 3 (DPF, REG y TC).

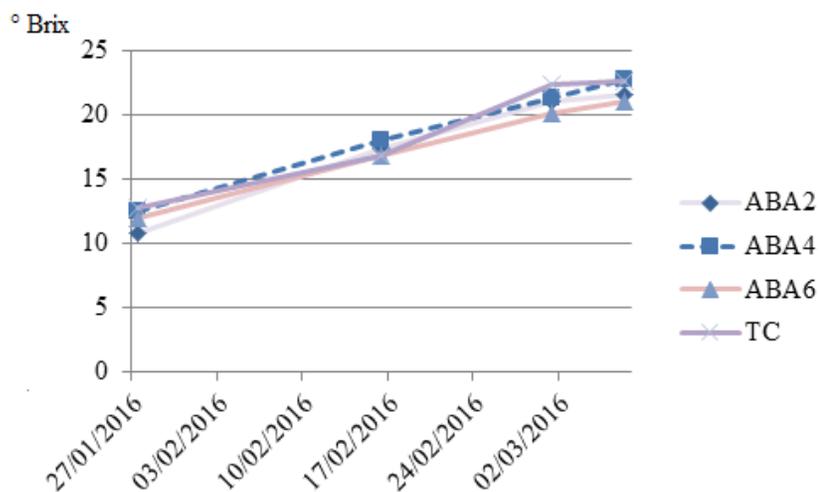


Figura No. 23. Evolución de los sólidos solubles (° brix) Grupo 1.

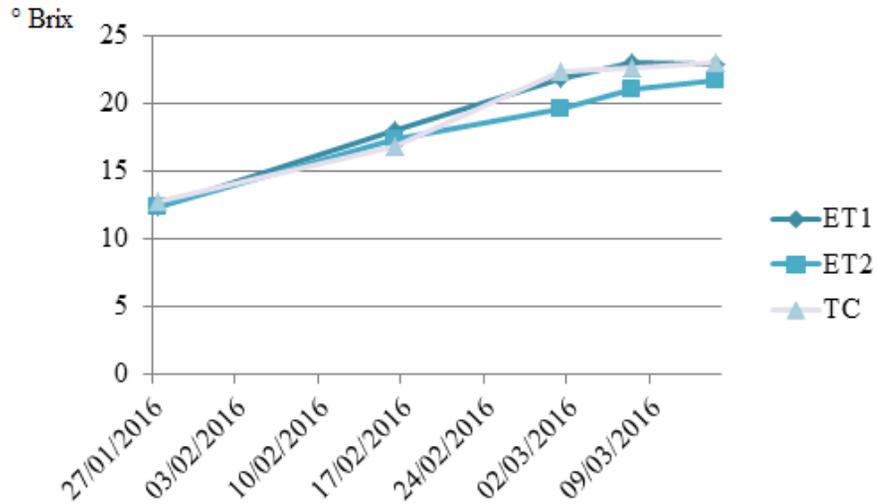


Figura No. 24. Evolución del contenido de sólidos solubles (° brix) Grupo 2

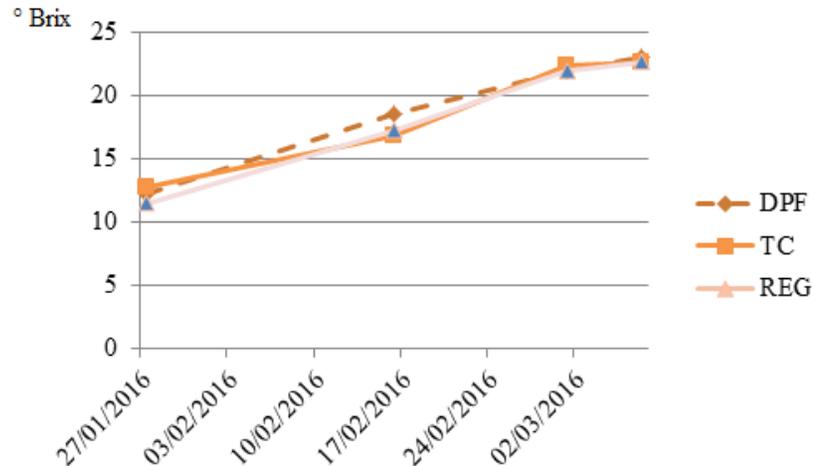


Figura No. 25. Evolución del contenido de solidos solubles (° brix) Grupo 3.

#### 4.2.2.3. Evolución de la acidez total (gH<sub>2</sub>S04/l)

La cinética de evolución de la acidez total no presentó diferencias entre tratamientos, los valores alcanzados al momento de la cosecha fluctúan en un rango de 4,15 - 4,25, sin presentar diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,18$ ).

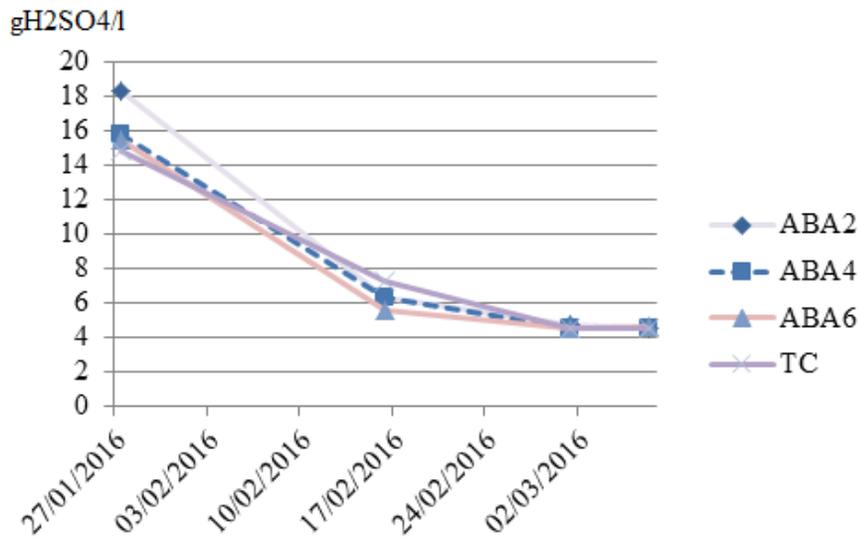


Figura No.26. Evolución de la acidez total (gH2SO4/l) Grupo 1.

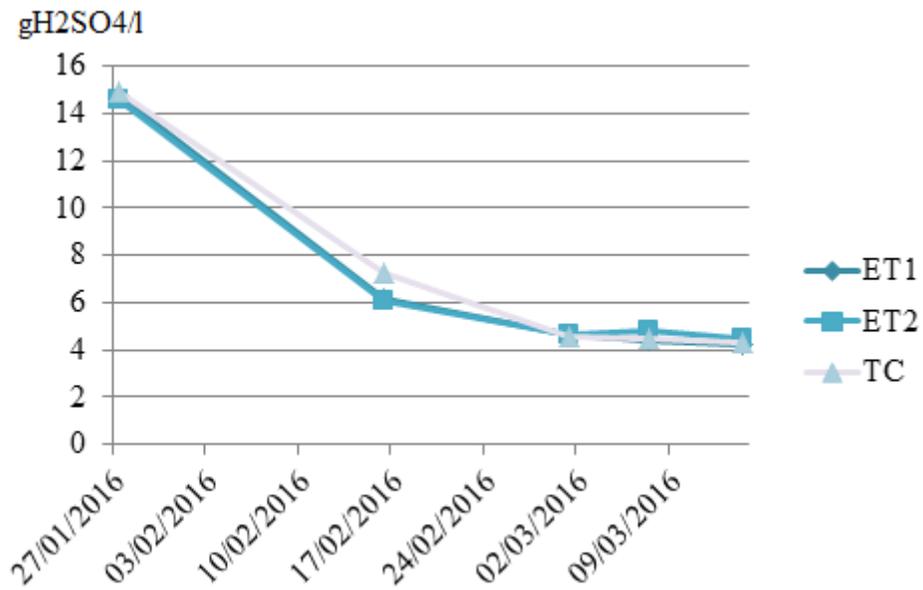


Figura No. 27. Evolución de la acidez total (gH2SO4/l) Grupo 2

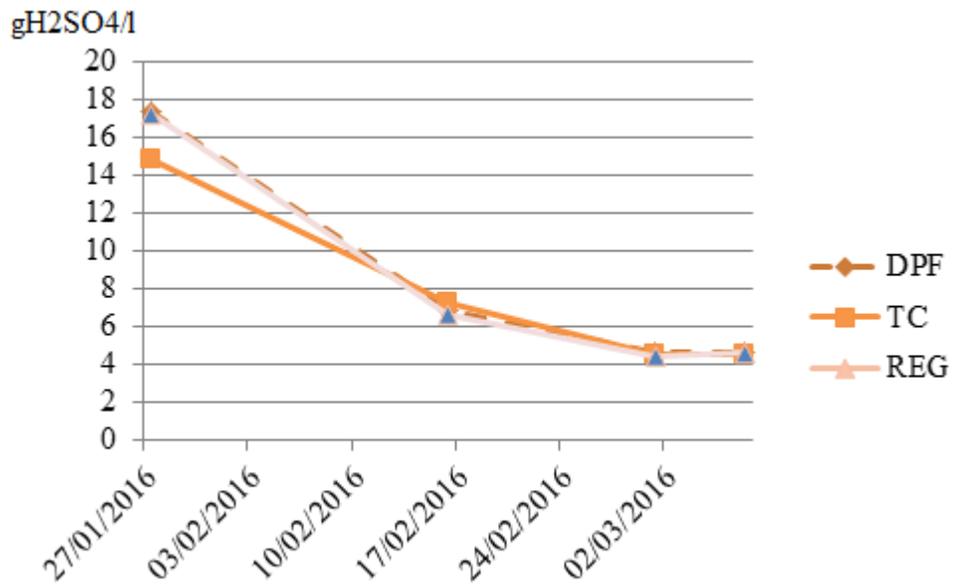


Figura No. 28. Evolución de la Acidez total (gH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/l) Grupo 3

#### 4.2.2.4. Evolución del pH

La cinética de evolución del pH, no mostró grandes diferencias entre tratamientos (Figuras 29, 30, 31).

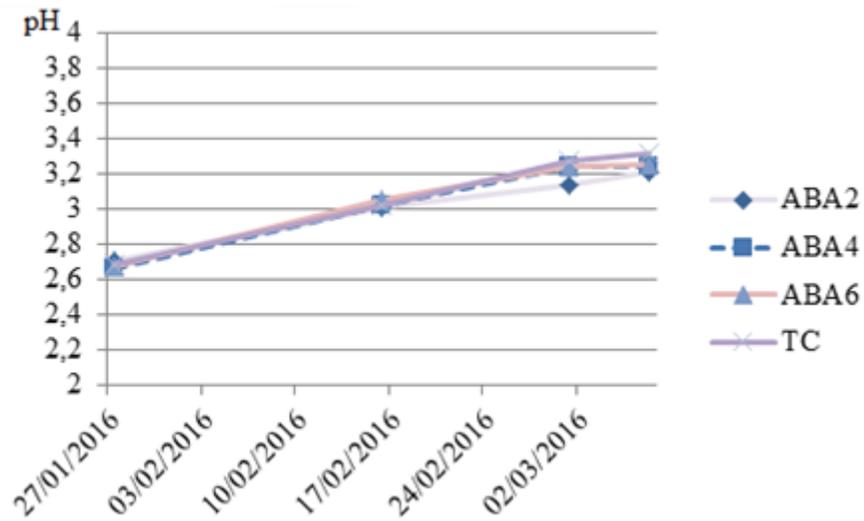


Figura No. 29. Evolución del pH. Grupo 1

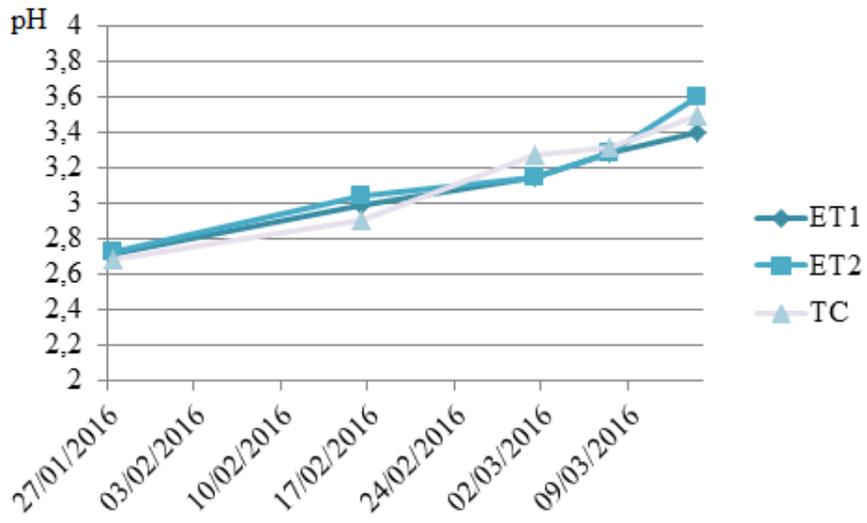


Figura No. 30. Evolución del pH. Grupo 2

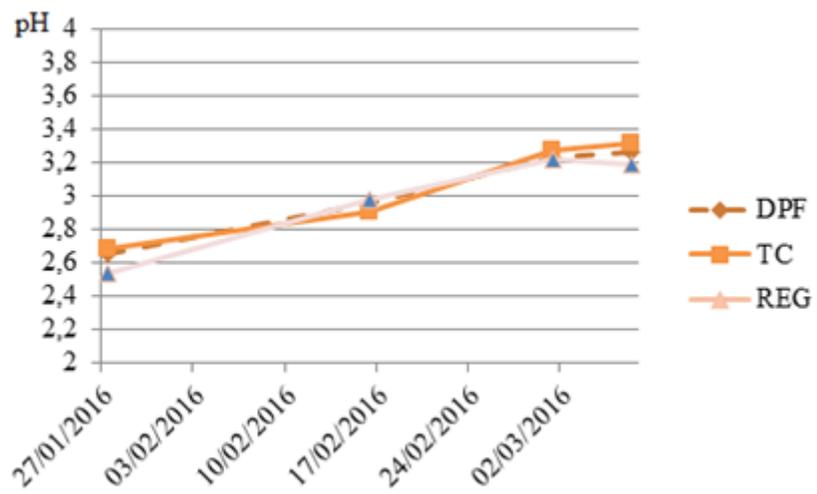


Figura No. 31. Evolución del pH. Grupo 3

Cuadro No. 12. Estado de madurez de la uva 7/3/2016 (37 E y L)

Tratamiento	Brix °	Acidez total gH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l	pH
DPF	23,0	4,62	3,26
REG	22,7	4,61	3,19
TC	22,6	4,51	3,32
ABA6	21,1	4,61	3,25
ABA4	22,8	4,56	3,26
ABA2	21,6	4,51	3,21
ET1	23,0	4,41	3,29
ET2	21,7	4,61	3,29

#### 4.2.2.5. Composición fenólica

La composición fenólica mostró diferencias significativas entre tratamientos. En cuanto al potencial antocianico (ApH1) el REG fue el tratamiento que se destacó sobre el resto seguido por el DPF, presentando diferencias significativas respecto al TC (Tukey  $\alpha=0,1$ ;  $p=0,0021$ ). En cuanto al potencial de antocianos extraíbles (ApH3,2) la tendencia fue similar, siendo el REG y el DPF los tratamientos que se destacaron sobre el resto (Tukey  $\alpha=0,1$ ;  $p=0,034$ ). El índice de polifenoles totales (IPT) también presentó diferencias entre tratamientos (Tukey  $\alpha=0,1$ ;  $p=0,08$ ), en este caso los mayores valores fueron logrados por el DPF. Las aplicaciones tanto de Protone® como ethephon no mostraron un aumento en la concentración fenólica del mosto en comparación con el tratamiento TC.

Cuadro No. 13. Composición fenólica de la uva en cosecha.

Tratamiento	ApH1 (mg/l)	ApH3,2 (mg/l)	IPT(A280)
REG	2073 a	894 a	49,6 ab
DPF	1638 ab	786 ab	54,1 a
ABA2	1425 b	784 ab	49,8 ab
ABA4	1533 b	724 ab	49,6 ab
ABA6	1473 b	711 ab	44,6 b
ET1	1466 b	670 b	46,3 ab
ET2	1480 b	770 ab	48,2 ab
TC	1339 b	667 b	44,8 b

Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha=0,1$ ).

### 4.2.3. Componentes de la baya

La proporción de los componentes de la baya no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, cabe destacar que el tratamiento REG incrementó en un 14 % la proporción de hollejos en relación al TC, aunque dicho incremento no tuvo una correlación importante con el potencial de antocianico de la uva ( $r=0,38$ ;  $p=0,07$ ).

Si bien la variable peso de la baya (g) no mostró diferencias significativas en este análisis, la evolución del peso de la baya (g) permitió evidenciar un efecto del tratamiento REG en disminuir el peso de las mismas.

El número de las semillas por baya no se vio modificado por las técnicas de cultivo, al igual que el resto de los componentes de la baya. El peso de 30 la semillas (g) mostro diferencias entre tratamientos, a su vez el peso de la semilla, mostró una relación de tipo lineal con el peso de la baya ( $r= 0,73$ ;  $p= < 0,0001$ ).

Cuadro No. 14. Componentes de la baya.

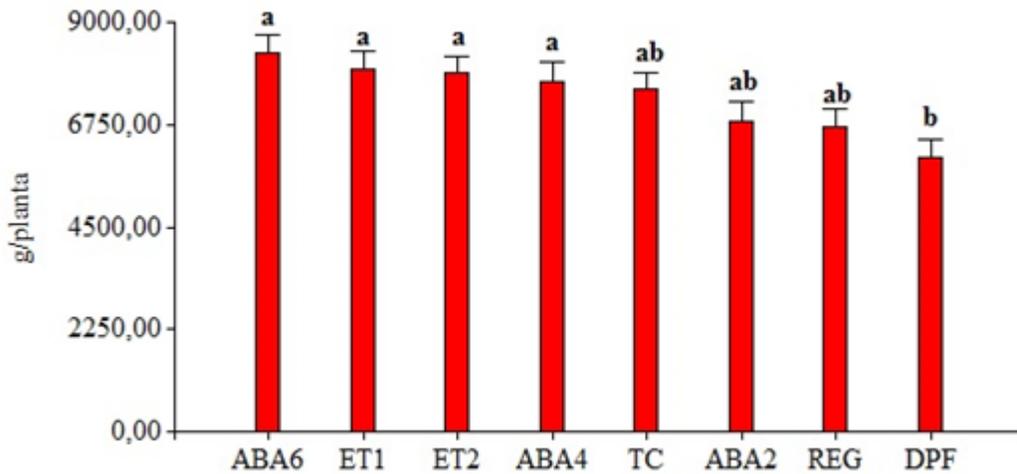
Tratamiento	Peso de baya (g)	Peso de 30 semillas (g)	% de hollejos	% de pulpa	% de semillas	No. de semillas/baya
REG	1,41 a	2,03 b	15,55 a	79,66 a	4,79 a	2,64 a
DPF	1,88 a	2,97 a	14,61 a	80,12 a	5,27 a	2,80 a
ABA2	1,78 a	2,80 ab	9,49 a	85,27 a	5,23 a	2,76 a
ABA4	1,77 a	2,47 ab	13,49 a	81,96 a	4,65 a	2,51 a
ABA6	1,47 a	2,27 ab	10,88 a	83,95 a	5,18 a	2,40 a
ET1	1,74 a	2,53 a	14,59 a	80,57 a	4,84 a	2,50 a
ET2	1,44 a	2,67 a	13,88 a	78,82 a	7,30 a	2,53 a
TC	1,83 a	2,73 ab	13,58 a	81,43 a	4,99 a	2,73 a

Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí Tukey  $\alpha= 0,1$

### 4.2.4. Parámetros de rendimiento

#### 4.2.4.1. Rendimiento promedio

La variable rendimiento (g/planta) presentó diferencias significativas entre tratamientos. En el ranking de medias, el DPF presentó el rendimiento promedio por planta más bajo 20 % respecto al testigo comercial y difiriendo estadísticamente con los tratamientos ABA6, ET1, ET2, ABA4.



Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre si (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 32. Rendimiento (g de uva /planta).

#### 4.2.4.2. Número de racimos promedio

El número de racimos promedio por planta se situó en un rango de 17 a 20 y no presentó diferencias significativas entre tratamientos (p-valor= 0,92).

#### 4.2.4.3. Peso promedio de racimo

El peso promedio del racimo presentó diferencias significativas entre tratamientos, el deshoje prefloración (DPF) registró el menor peso promedio de racimo (g) difiriendo estadísticamente de los tratamientos ABA4, ET1 y ABA6.

Cuadro No. 15. Peso promedio del racimo.

Tratamiento	Peso de racimo (g)	Ranking
ABA 4	434,49	A
ET1	421,02	A
ABA 6	408,82	A
TC	403,37	AB
ET2	401,69	AB
ABA2	374,77	AB
REG	343,71	AB
DPF	301,38	B

Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

#### 4.2.4.4. Peso de la baya al momento de cosecha

El peso de la baya al momento de la cosecha no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 16), cabe señalar que la cosecha de los tratamientos no se dió al mismo momento, los tratamientos ET1,ET2 y TC fueron cosechados el 14/3/2016 mientras que los tratamientos ABA2,ABA4,ABA6,DPF,REG fueron cosechados el día 17/3/2016.

Cuadro No. 16. Peso de la baya al momento de cosecha.

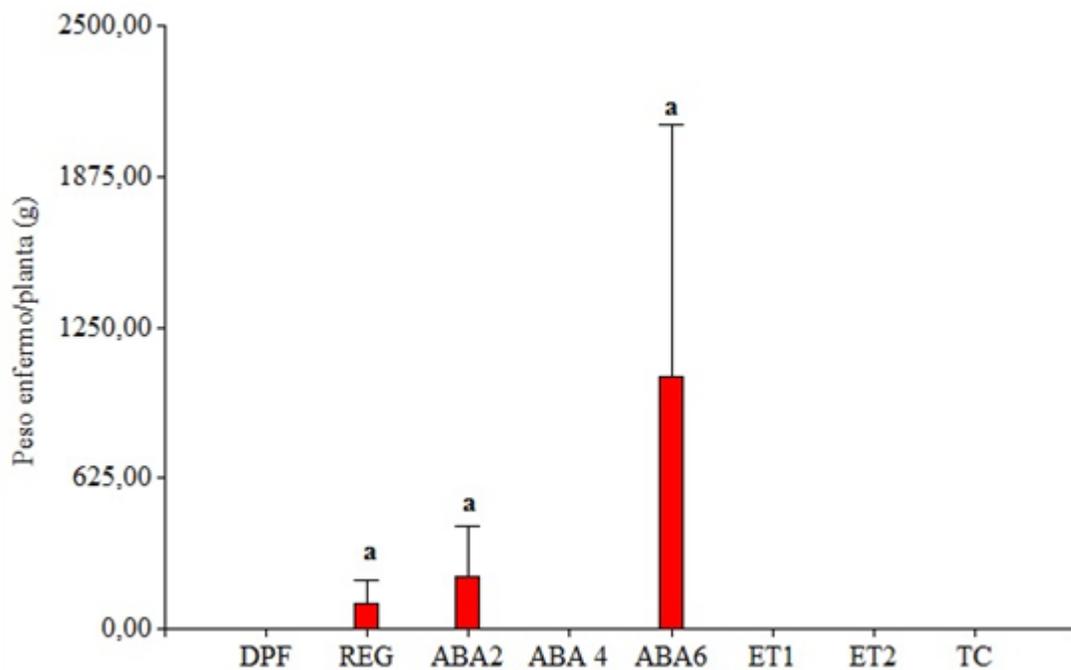
Tratamiento	Peso de la baya (g)	Ranking
DPF	1,77	A
ABA4	1,74	A
ET2	1,73	A
TC	1,73	A
ABA2	1,73	A
ET1	1,68	A
ABA6	1,53	A
REG	1,43	A

Letras iguales indican que no existe diferencia estadística entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

#### 4.2.5. Sanidad

##### 4.2.5.1. Incidencia de podredumbres de racimos

La incidencia de podredumbres expresada como peso enfermo por planta no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ( $p= 0,354$ ). Los tratamientos ABA2, ABA6 y REG, correspondiendo a un nivel de incidencia del 3,05 % (ABA2); 2,81 % (ABA6); 0,54 % (REG).



Letras iguales entre si no presentan diferencia estadística (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 33. Incidencia de podredumbres expresada en peso enfermo por planta.

#### 4.2.5.2. Microclima de la canopia: humedad y temperatura óptimas para la infección por *Botrytis cinerea*

A continuación se presentan el porcentaje de horas con condiciones óptimas de temperatura y de humedad a nivel de microclimas para la infección de *Botrytis cinerea* (Figura 34) durante el período comprendido entre cierre de racimo (33 E y L) a cosecha (38 E y L). En el tratamiento DPF el 16 % de las horas fueron favorables para la infección por *Botrytis sp* registrando los menores valores, el tratamiento TC tuvo un 26 % de las horas con condiciones favorables para la infección, mientras que los tratamientos REG y ET1 registraron 20 y 22 % de las horas con condiciones favorables

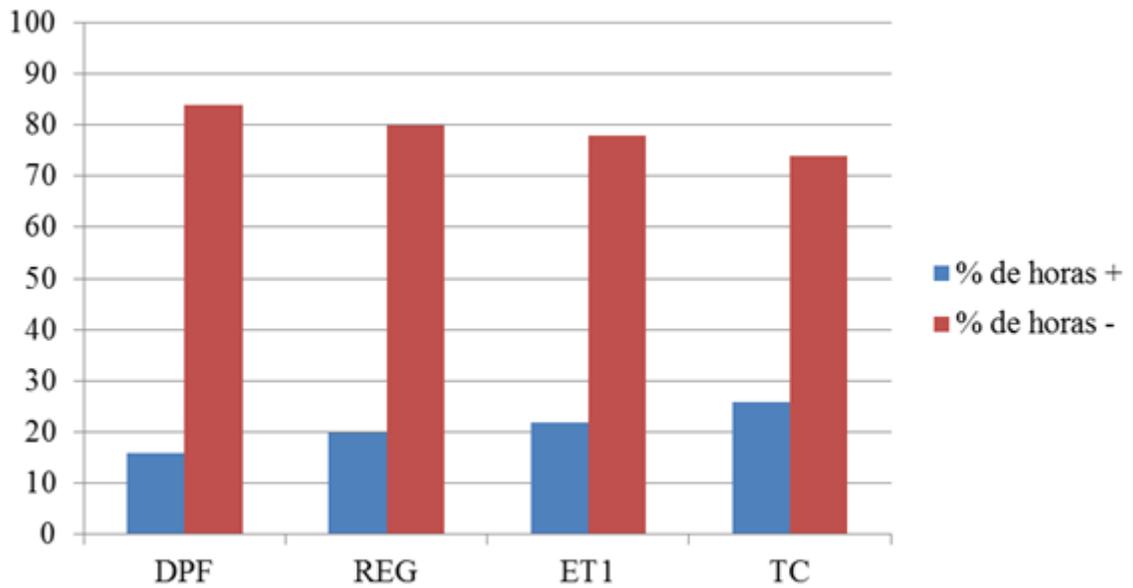
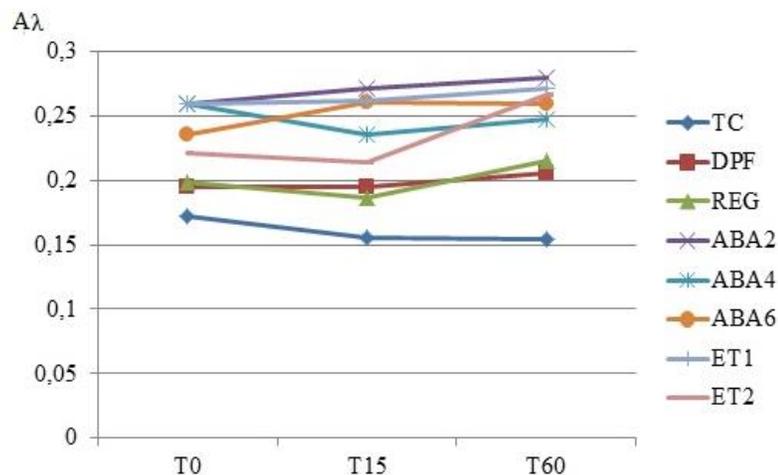


Figura No. 34. Porcentaje de las horas con condiciones óptimas de humedad y temperatura para la infección por *Botrytis sp.* (% de horas +) y porcentaje de las horas sin condiciones óptimas (% de horas -).

#### 4.2.5.3. Actividad lacasa

La determinación indirecta de la actividad lacasa no mostró diferencias entre tratamientos. Los valores de unidades de absorbancia ( $A_{\lambda}$ ) entre el tiempo “0”, “15” y en el tiempo “60” a 420 nm realizadas indican que no existió un aumento importante del color amarillo en el mosto. Las diferencias entre los valores de ( $A_{\lambda}$ ) entre tratamientos estarían explicadas por diferencias en la composición de la uva, particularmente a las variables que afectan el color. La evaluación realizada con los mostos en cosecha (38 E y L) tampoco mostró un aumento marcado en los valores de absorbancia a 420 nm.



To = tiempo inicial, T 15 y T 60 tiempo transcurrido 15 y 60 minutos respectivamente.

Figura No. 35. Determinación indirecta de actividad lacasa (35 de E y L).

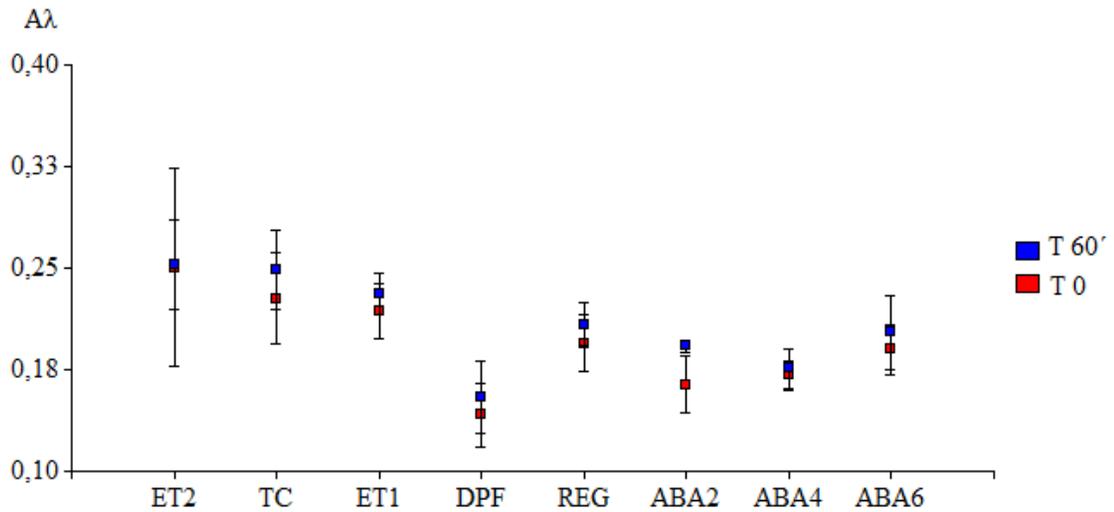


Figura No. 36. Determinación indirecta de actividad de la enzima lacasa (38 de E y L).

#### 4.2.6. Parámetros vegetativos

##### 4.2.6.1. Superficie foliar expuesta potencial

La superficie foliar expuesta potencial (SFEp) medida en envero no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Los valores de superficie foliar expuesta se ubican en un rango de 6897 m<sup>2</sup>/ha a 7639 m<sup>2</sup>/ha.

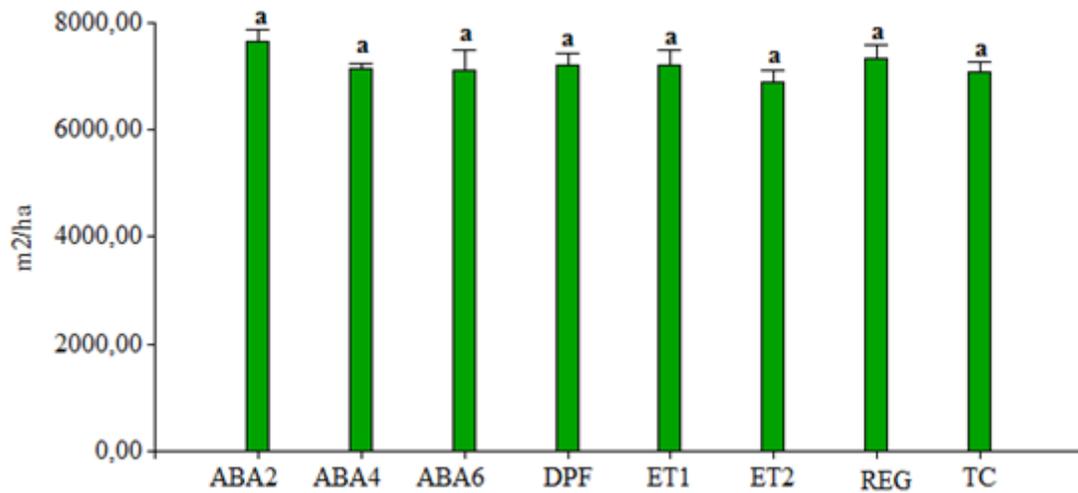
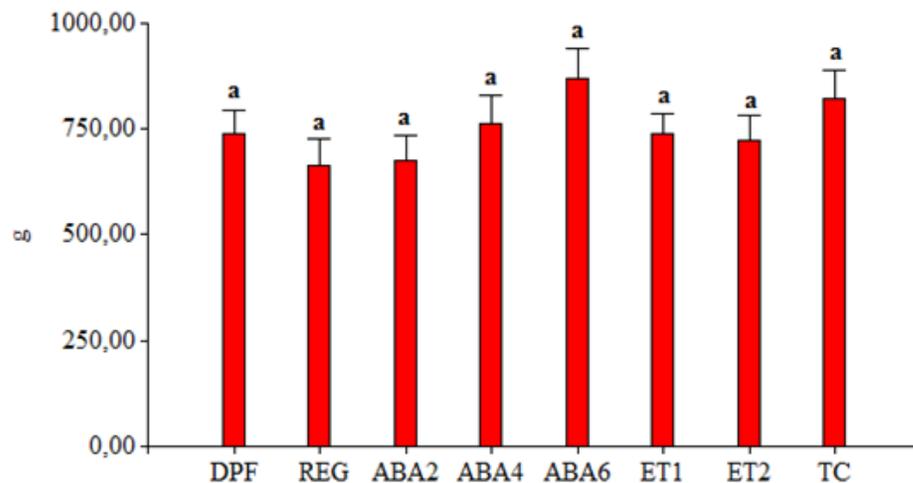


Figura No. 37. SFEp (m²/ha)

#### 4.2.6.2. Peso de poda y peso de sarmiento

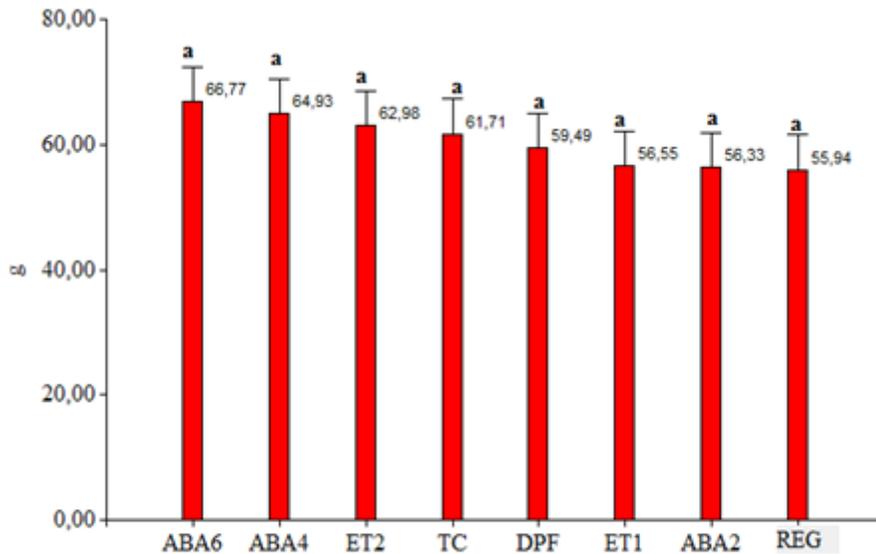
La variable peso de poda la cual está relacionada al vigor vegetativo no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Los valores más bajos (g/planta) corresponden a los tratamientos DPF y REG con 633,4 g/planta y 662,14 g/planta respectivamente. El tratamiento DPF presento la menor variabilidad en el peso de poda.



Letras iguales no presentan diferencia entre si (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 38. Peso de poda

Al igual que el peso de poda (g), el peso promedio del sarmiento (g) no presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,789$ ).

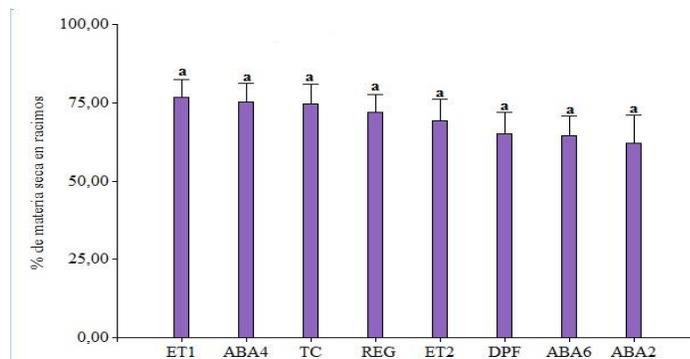


Letras iguales no presentan diferencia estadística (Tukey  $\alpha=0,05$ )

Figura No. 39. Peso de sarmiento

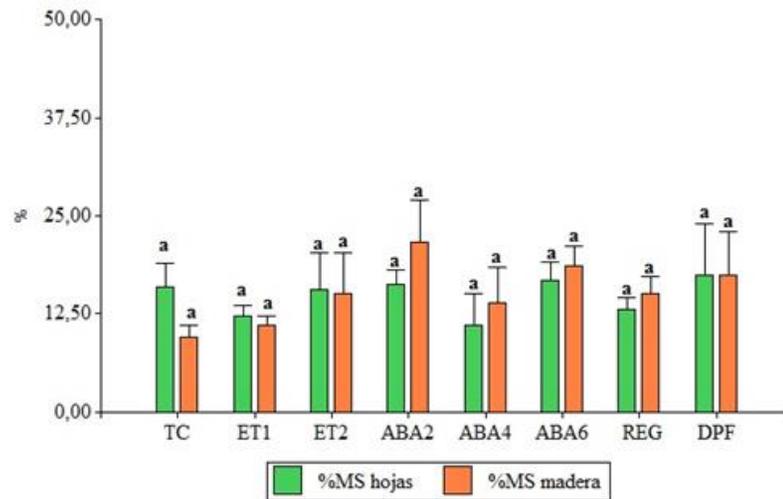
#### 4.2.6.3. Partición de materia seca

La cantidad de materia seca en los racimos no presentó diferencias entre tratamientos ( $p=0,70$ ), situándose los valores en el rango entre 62 y 77 %. A su vez el porcentaje de materia seca en hojas y madera tampoco presentó diferencias entre tratamientos ( $p\text{-valor}=0,83$ ;  $p\text{-valor}=0,38$ ).



Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 40. Contenido de materia seca en racimos.

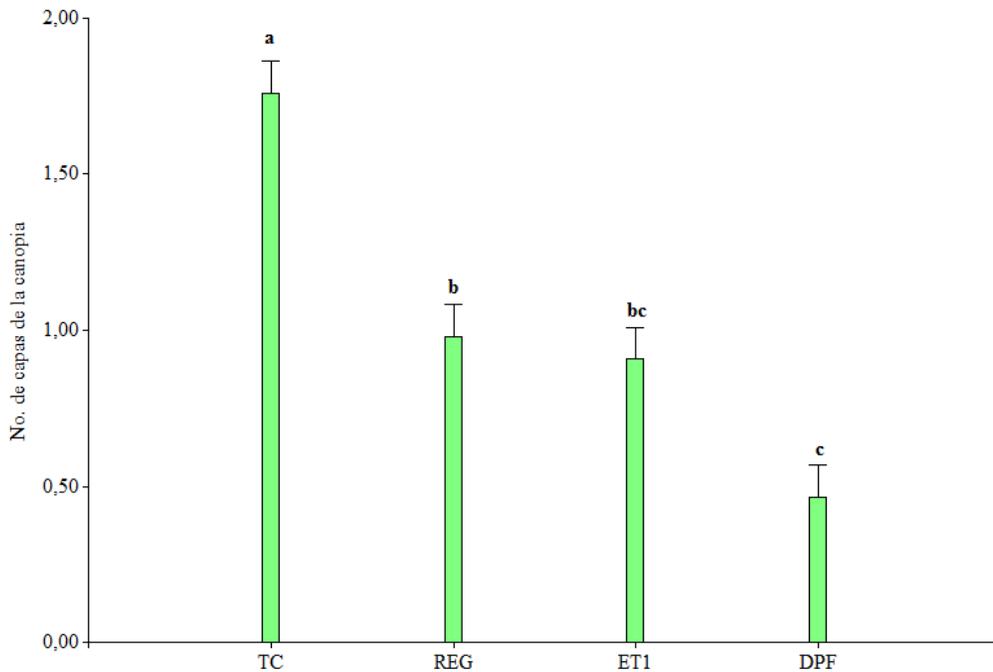


Letras iguales no difieren estadísticamente entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).  
 Figura No. 41. Contenido de materia seca en hojas.

#### 4.2.7. Estructura de la canopia

##### 4.2.7.1. Número de capas de hojas

La cantidad de capas de hojas de la canopia registrada en enero (35 Eichhorn y Lorenz) a través del método de point quadrat (Smart y Robinson, 1991) presentó diferencias entre tratamientos ( $p$ -valor  $< 0,0001$ ). El deshojado pre-floración (DPF) fue el tratamiento que presentó menor número de capas en la zona de los racimos difiriendo notoriamente con el testigo comercial (TC). A su vez el tratamiento REG y la aplicación de ethephon en cuajado (ET1) permitieron obtener un menor número de capas de hoja difiriendo significativamente con el testigo.



Letras iguales no presentan diferencias estadísticas entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 42. Número de capas de hojas en la canopia.

#### 4.2.7.2. Proporción de racimos expuestos

Se evaluó la proporción de racimos expuestos en enero (Eichhorn y Lorenz 35) a través del método de point quadrat (Smart y Robinson, 1991). Estadísticamente no hubo diferencias entre tratamientos ( $p = 0,0519$ ) para las variables % de racimos expuestos y % de racimos internos. Los tratamientos DPF y ET1 (87,1 %; 85,8 %) fueron los que presentaron mayor nivel de exposición de racimos, mientras el TC presentó un 74,9 % de racimos expuestos.

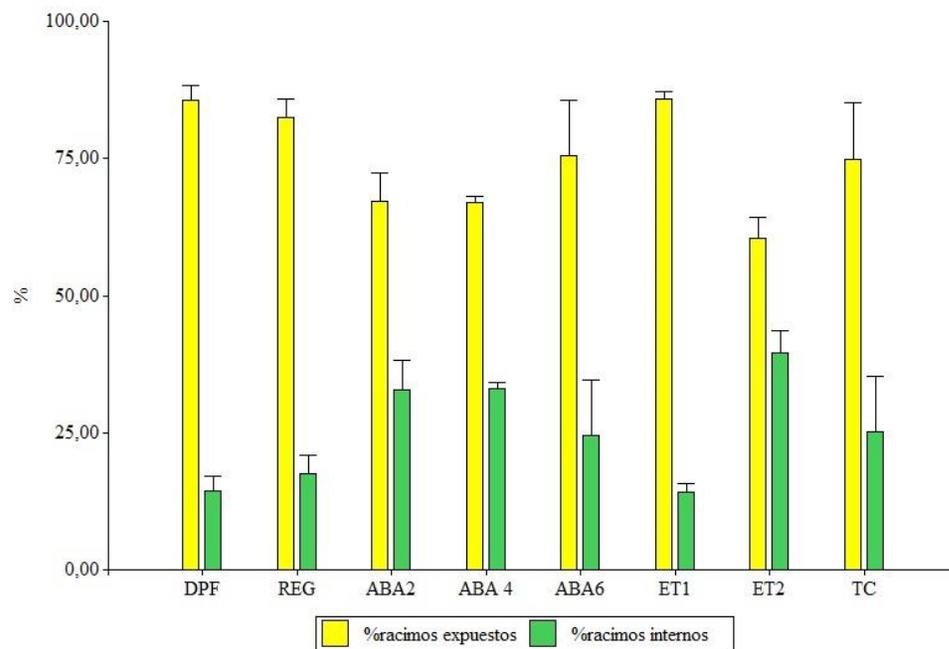
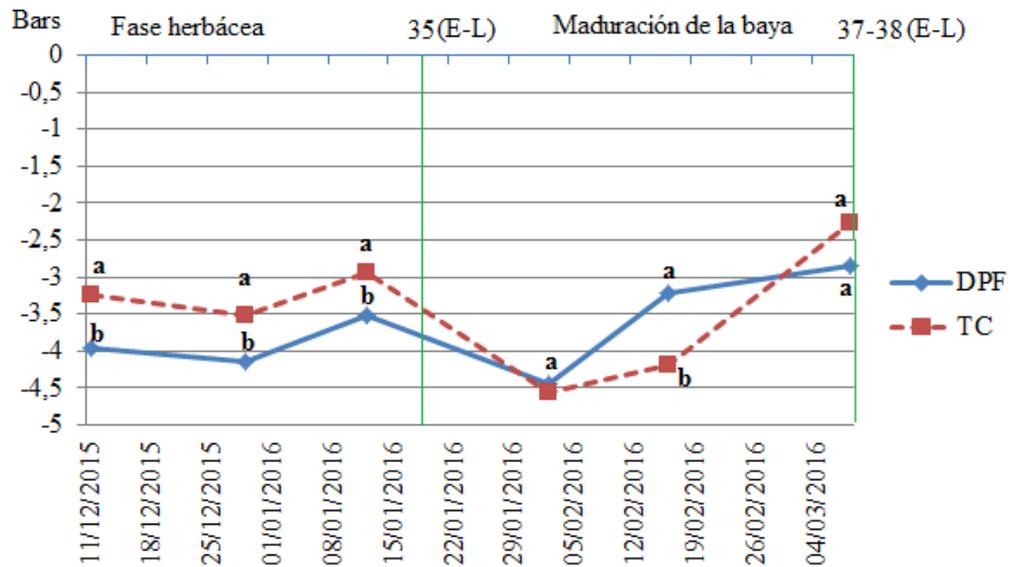


Figura No. 43. Exposición de los racimos de la canopia según tratamiento

#### 4.2.8. Índices de respuesta

##### 4.2.8.1. Evolución del potencial hídrico foliar de base ( $-\psi_{Fb}$ )

La evolución del potencial hídrico foliar de base presentó diferencias entre tratamientos. El DPF mostró valores de potencial hídrico mayores durante los primeros estadios correspondientes al crecimiento de la baya (33 y 35 Eichhorn y Lorenz). En enero se da un cambio de ranking en el  $-\psi_{Fb}$ , presentando el TC valores mayores que el DPF. Próximo a cosecha los valores de potencial hídrico no presentaron diferencia entre sí.



. Letras iguales no presentan diferencia estadística (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 44. Evolución del potencial hídrico foliar de base

#### 4.2.8.2 Índice de Ravaz

En general todos los tratamientos presentaron un equilibrio desplazado hacia la parte productiva, a pesar de ellos cabe destacar que el DPF se sitúa muy próximo a la zona de equilibrio, y fue el tratamiento que logró obtener el índice de Ravaz más adecuado y con menor variabilidad.

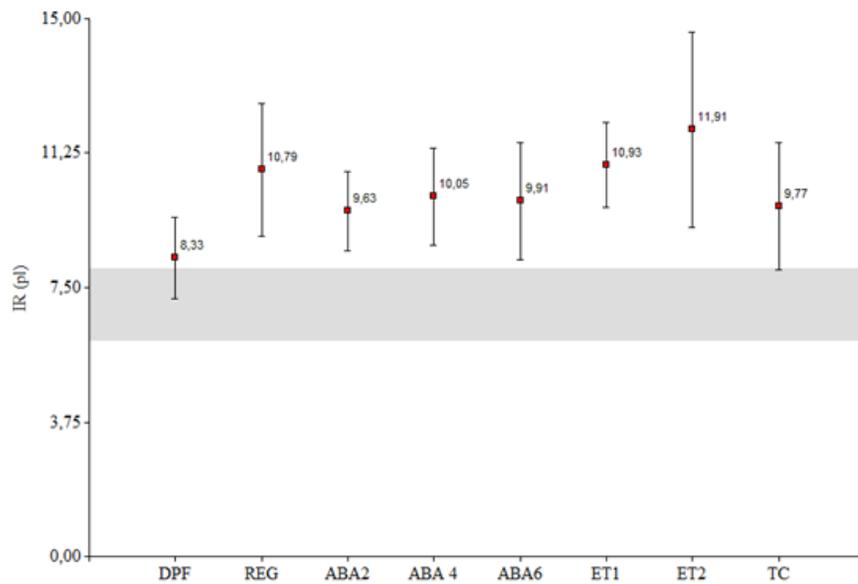


Figura No. 45. Índice de Ravaz

#### 4.2.8.3. Relación hoja-fruta

La relación hoja-fruta no tuvo diferencias entre tratamientos ( $p= 0,052$ ), los valores más bajos del índice fueron obtenidos por los tratamientos ABA4, ABA6, ET1, ET2 y TC. Mientras que los valores más altos del índice fueron obtenidos por los tratamientos ABA2, REG y DPF.

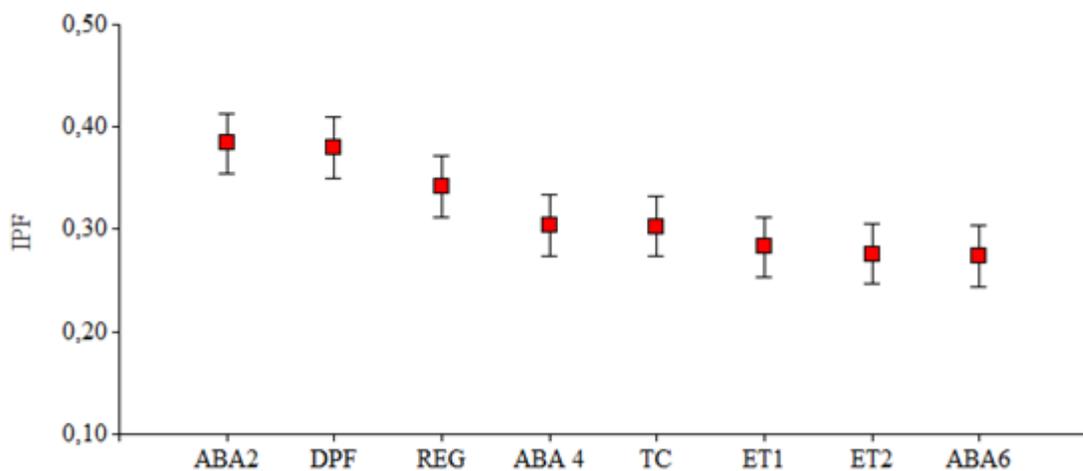
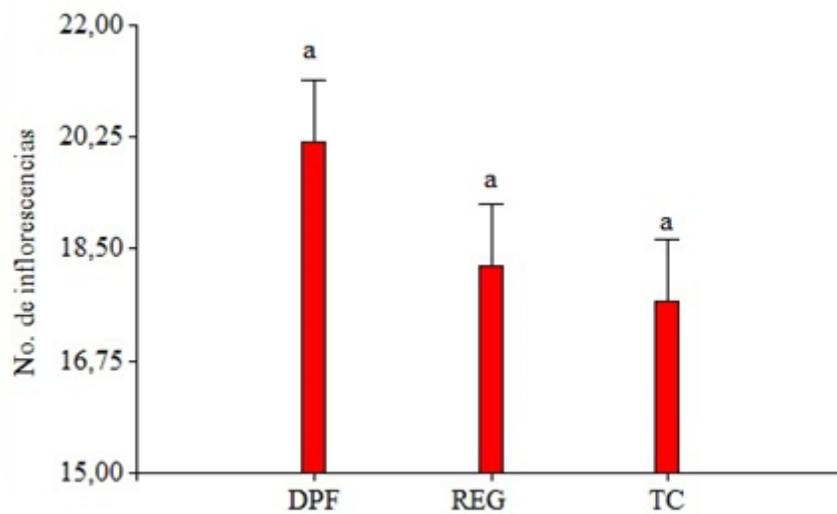


Figura No. 46. Índice de potencial fotosintético (SFEp/kg uva)

#### 4.2.8.4. Fertilidad de yemas

La fertilidad de yemas, fue medida en la siguiente ciclo en floración (año A+1) en los tratamientos REG, DPF y TC. El número de inflorescencias por planta no presentó diferencias entre tratamientos tal como muestra la Figura 33. Sin embargo cabe mencionar que el DPF presentó un mayor cantidad de yemas fértiles por planta comparado con el TC ( $p= 0,02$ ), particularmente en las yemas de la base del cargador.

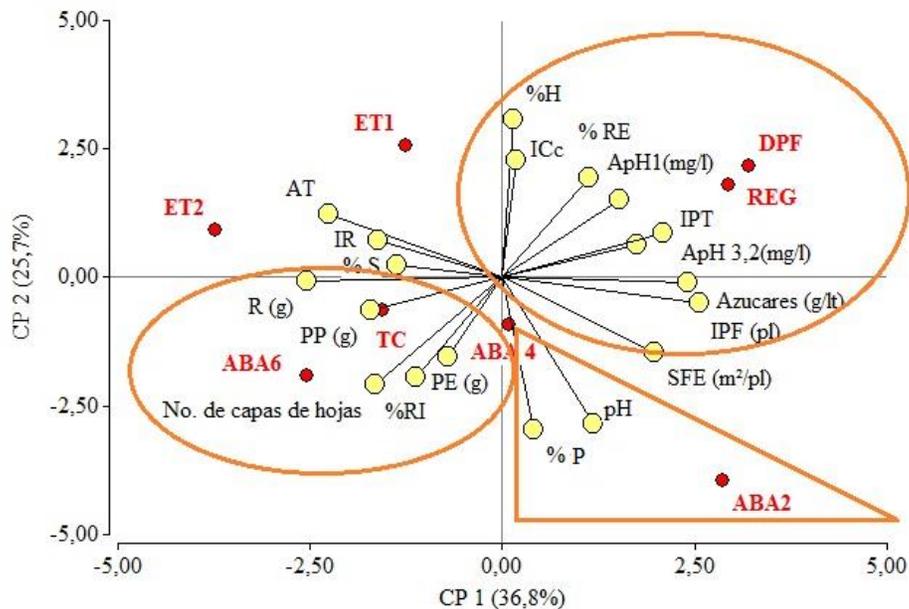


Letras iguales no presentan diferencias estadística entre sí (Tukey  $\alpha=0,05$ ).

Figura No. 47. Número de inflorescencias por planta.

### 4.3. SÍNTESIS DE PRINCIPALES RESULTADOS

El análisis de componentes principales (Figura 48) muestra la agrupación de las distintas variables de respuesta según tratamientos. En el componente principal 1 explicando un 36,8 % de la variabilidad total, se encuentran las variables R, azúcares, SFE, IPT y AT. En el componente principal 2 explica el 25,7 % de la variabilidad total, siendo las variables: % H, pH, No. de capas e ICc, las que explican la mayor parte de esa variabilidad. Las variables de composición de la uva como: ApH1, ApH 3,2, IPT se asocian a los tratamientos REG y DPF, mostrando una correlación con %RE y el IPF. Variables como: R (g), PP (g), %RI y el No. de capas de hojas se asociaron a los tratamientos TC y ABA6, mostrando una correlación con el PE (g). El pH se asoció al tratamiento ABA2 así como el mayor % P.



PP: peso de poda; PE: peso enfermo; ICc: índice de compacidad en cosecha; IPF: relación hoja/fruta; %RE: porcentaje de racimos expuestos; % RI: porcentaje de racimos internos; R: rendimiento (g); % P: porcentaje de pulpa; % H: porcentaje de hollejo; %S: porcentaje de semillas; IR: índice de Ravaz; IPF: índice de potencial fotosintético; ApH1: potencial antocianico; ApH3,2: antocianos potencialmente extraíbles; IPT: índice de polifenoles totales.

Figura No. 48. Análisis de componentes principales (ACP) principales variables de respuesta agronómica.

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO**

Las condiciones climáticas para la maduración durante el año de estudio fueron propicias para la obtención de alta calidad de la materia prima; la acumulación térmica (IH) permitió alcanzar la madurez tecnológica de la uva, a su vez el rango de IS, a partir del mes de enero y durante el transcurso de la madurez, fue moderado, favoreciendo la acumulación de compuestos asociados a la calidad de la baya (Ojeda et al. 2001, Carbonneau y Deloire 2004). El índice de fresco nocturno (IF) se ubicó por debajo al de la serie histórica, siendo propicio para la evolución de los metabolitos secundarios tal como cita Ferrer et al. (2007a). Durante la fase de crecimiento herbáceo de la baya existe una buena disponibilidad de agua acumulada en el suelo (Cuadro 7) y se dieron restricciones moderadas durante la maduración (Ferrer et al. 2007a, Ojeda et al. 2008)

Las condiciones climáticas durante la maduración no fueron propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo, los valores de las precipitaciones están por debajo de la media histórica para los meses de enero y febrero (Ferrer 2007b, Ferrer et al. 2011a). Las escasas precipitaciones ocurridas durante el mes previo a la cosecha sería una de las principales causas de ello, lo que concuerda con Fremaud et al. (2008), Ferrer et al. (2009), Ferrer et al. (2011b), Molitor et al. (2016) quienes encontraron una alta correlación entre el volumen de precipitaciones que se dan en el mes previo a cosecha y la incidencia de podredumbres. Por el contrario durante la floración se dieron condiciones ambientales favorables para que ocurrieran infecciones latentes causadas por *Botrytis sp* tal como sugieren autores como Nair y Allen (1993), Latorre et al. (2002). A pesar de ello, el análisis de la evolución de la población de hongos en muestras de los mismos tratamientos realizados en el laboratorio de Micología de la Facultad de Ciencias, no evidenció la presencia de *Botrytis sp* hasta el enero<sup>2</sup>. Estos resultados discrepan con los numerosos trabajos que citan la importancia de las infecciones latentes (Latorre et al. 1993, Pearson y Austin 1993, Hidalgo 2009, Airia et al. 2009).

### **5.2. LA COMPACIDAD DEL RACIMO**

Los valores de compacidad del racimo tuvieron alta correlación con el número de bayas por “cm” de raquis ( $r= 0,54; 0,04$ ) explicando buena parte de la variabilidad en la expresión del carácter, lo cual concuerda con lo reportado por Hed et al. (2009), pero no se estableció correlación con el peso del racimo (g), contrariamente a lo comunicado por Vail y Marois (1991).

---

<sup>2</sup> Alonso, R. 2016. Com. personal

La compacidad del racimo evaluada en cosecha se vió afectada por el efecto de los tratamientos. El DPF no logró obtener racimos más laxos, por el contrario, la compacidad de racimos presentó valores elevados, estos resultados no concuerdan con lo reportado por Poni et al. (2006), Diago (2010), Molitor et al. (2011a, 2011b), Silvilotti et al. (2016). Según lo comunicado por Intrigiolo et al. (2014) el momento en el que se realiza el deshojado tiene serias implicancias sobre los efectos logrados, una aplicación en un estadio fenológico no adecuado podría tener efectos no deseados. Por otra parte Ferrer y González Neves (2002) demostraron que un raleo manual de racimos en cuajado tiene un efecto de compensación en el peso de la baya, haciendo que los racimos se vuelvan más compactos, en este sentido el DPF y el ET1 podrían haber logrado un efecto similar en este estudio. El DPF habría logrado disminuir la disponibilidad de carbono a nivel de las inflorescencias, y en consecuencia provocado una disminución en el número de bayas. En la medida en que la planta recompuso parcialmente el área foliar por la promoción del crecimiento secundario, se habrían generado condiciones para una compensación del tamaño de las bayas, la cual se situó en los valores más altos respecto a los demás tratamientos, incluido el TC. La disminución del carbono determinó un menor crecimiento del raquis, el efecto en conjunto de un menor largo de raquis y la compensación del tamaño de la baya, podrían explicar en parte los valores altos de compacidad obtenidos por el tratamiento. Cabe destacar que los valores de temperatura y humedad relativa durante el periodo de floración-cuajado se mantuvieron dentro del rangos óptimos citados por May (2004), Collins et al. (2008), por tanto las condiciones para el desarrollo de estos procesos fisiológicos fueron propicias; en este sentido Molitor et al. (2016) concluyen que las primaveras secas, con temperaturas templadas a cálidas tienden a promover la formación de racimos de mayor compacidad, y por tanto un aumento el riesgo de infecciones tempranas por *Botrytis cinerea*.

La aplicación de etileno en cuajado (ET1) no logró los efectos reportados por Payan (1993, 1994), Ferrer y González Neves (2002), en el sentido de raleo racimos, partes de racimos o bayas y reducir la compacidad. Por el contrario el ET1 (ethephon en 32 E y L) se asoció a un valor alto del índice de compacidad, si bien existen diversas causas referidas a la tecnología de aplicación tal como señala Peña (2008) pueden condicionar los efectos obtenidos por la aplicación de ethephon, el momento de aplicación tal como señala Payan (1994) condiciona fuertemente los resultados obtenidos, en este trabajo la aplicación de Ethephon en el estadio 32 de E y L podría explicar la ausencia de los efectos del tratamiento, el raleo esperado a causa de la aplicación de Ethephon en este estadio sería de un 5 %, merma que tampoco se registró en este estudio.

Las aplicaciones de pro-hexadione cálcico (REG) mostraron un efecto en disminuir el tamaño de la baya coincidiendo con los resultados de Leborgne y Rodríguez (2003), Giudice et al. (2004). La compacidad del racimo se situó en un valor intermedio, similar al TC, lo cual difiere con Molitor et al. (2011a) quienes observaron una disminución de la compacidad del racimo cuando estos eran tratados con prohexadione

cálcico. Unos de los efectos del pro-hexadione cálcico citados por Rademacher et al. (2000) en ortos frutales es el incremento en la tasa de cuajado de los frutos, esto se debe a que el pro-hexadione cálcico tiene similitudes estructurales con el ácido ascórbico el co-sustrato de la oxidasa del ácido aminociclipropanocarboxílico, otra dioxigenasa que participa en la biosíntesis del etileno, la disminución del etileno y la mayor disponibilidad de asimilados para las bayas, podría explicar un incremento en la tasa de cuajado y por ende mayor número de bayas por racimo, resultado de este modo en racimos compactos.

### **5.3. SANIDAD Y MICROCLIMA DE LA CANOPIA**

Como se mencionó anteriormente las condiciones del año no fueron propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo, se registraron valores de incidencia de podredumbres inferiores al 5 % dichos valores no tendrían mayores implicancias en la vinificación (Ferrer et al., 2001). Los tratamientos ABA 6, ABA 2 y REG fueron los que tuvieron cierta incidencia de podredumbres, con porcentajes del 2,81; 3,05; 0,54; respectivamente.

A nivel de microclima de la canopia, el DPF mostró una mejora respecto al TC, registrando un menor porcentaje de horas con temperaturas y humedad relativa (%) predisponentes para la infección por *Botrytis* sp, a demás permitió obtener una mayor proporción de racimos expuestos a la radiación, resultados concuerdan con los reportados por Smart y Robinson (1991), Poni et al. (2005, 2006), Diago (2010). La mayor exposición de los racimos permite un rápido secado de los tejidos luego de una lluvia por efecto de una mejor ventilación, mayor incidencia de radiación y además permite una mejor eficiencia en los tratamientos fitosanitarios (English et al. 1989, Zoecklein 1992, Reynier 2005). La remoción de las hojas en estadios tempranos podría acarrear riesgos de “quemado por sol” de los granos, y afectar la calidad de la uva; hecho que no se verificó en el ensayo. Este resultado significa levantar un paradigma en cuanto al manejo del deshojado, ya que, en función de lo que se observa comúnmente cuando se hacen deshojados intensos en el lado oeste de la canopia entre cuajado y grano tamaño arveja, era esperable cierto nivel de daño con una alta exposición de inflorescencias en floración en el tratamiento DPF. En caso de percibir este problema en otros ensayos o variedades podría evaluarse la aplicación de caolinita como forma de mitigar el riesgo al quemado por sol tal como informa Coniberti et al. (2009). A su vez, el deshojado temprano podría aumentar significativamente la temperatura de las bayas por una mayor incidencia directa de la radiación y favorecer el desarrollo de otras enfermedades distintas a la podredumbre gris (Steel et al. 2007, Geer et al. 2012).

#### **5.4. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO, COMPONENTES DE LA BAYA Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA**

Respecto al rendimiento, los tratamientos presentaron diferencia entre sí; el DPF mostró una merma de 20 % respecto al TC aunque sin diferencias significativas, coincidiendo con los rangos manejados por Poni et al. (2006), Molitor et al. (2011b). El número de racimos por planta no se vió afectado por ninguno de los tratamientos, siendo este el componente principal del rendimiento. En su lugar, el rendimiento se correlacionó de manera significativa con el menor peso del racimo obtenido por el DPF (g) ( $r= 0,46$ ;  $p=0,02$ ) lo cual confirma la eficacia de la técnica en la obtención de racimos más pequeños (Orio 2010, Otero et al. 2010, Sababatini y Howell 2010, Sivilotti et al. 2016). El menor peso de los racimos estaría explicado por un menor número de bayas por racimo y menor largo del raquis. La disminución del peso de la baya no se vió en este estudio, no coincidiendo con lo comunicado por Poni et al. (2006), Diago (2010), Orio (2010) y en concordancia con lo comunicado por Sivilotti et al. (2016). Es este estudio el DPF promovió una compensación del peso de la baya, que podría estar explicada por las condiciones edafoclimáticas (en relación a la cantidad de agua disponible en floración-cuajado), al vigor del viñedo y las características propias de la variedad Tannat.

El peso de baya del tratamiento REG (1,43 g) fue el menor de todos, registrando un peso 20 % menor al peso de baya del TC (1,73 g). El menor peso de baya no se relacionó a un menor rendimiento (g/planta). El pro-hexadione cálcico interviene inhibiendo en etapas tempranas la biosíntesis de etileno (Radematcher 2000, Roemmler et al. 2003), lo que podría suponer un posible efecto negativo sobre la dinámica de abscisión ovárica, capaz de provocar un aumento de la tasa de cuajado (No. de bayas/ No. de flores). En dicho caso, existiría una compensación en la pérdida de peso de la baya por un incremento del número de bayas. El menor tamaño de la baya, estuvo correlacionado ( $r= 0,73$ ) con el peso fresco de la semilla en coincidencia con Ferrer et al. (2014). El embrión provee reguladores de crecimiento que promueven la división y la elongación celular (Grey y Coombe, citados por Ferrer et al., 2014), el modo de acción del pro-hexadione cálcico actuó inhibiendo la producción de GAs repercutiendo en el tamaño final de la baya.

La partición de materia seca, muestra indirectamente la fuerza de fosa de los órganos de la planta (Edson et al., 1993), en este estudio la partición hacia los distintos órganos (hojas, madera, racimos) no mostró diferencias entre tratamientos, en general los rangos de valores observados coinciden con los reportados por Ferrer et al. (2014) para la variedad Tannat. Cabe destacar que existió una alta correlación negativa entre la partición de materia seca hacia los brotes y la partición de materia seca hacia los racimos ( $r= - 0,85$ ;  $p= < 0,0001$ ). A su vez en este trabajo se confirma que en el cultivar Tannat la baya es la principal fosa destino de la producción de fotosintatos.

Los demás tratamientos ET1, ET2, ABA2, ABA4, ABA6 no modificaron el rendimiento o sus componentes: número de racimo, peso del racimo y peso de la baya (g). Las aplicaciones de ethephon en cuajado no mostraron un efecto raleador tal como lo reportado por Toscanini y Díaz (2001) y en desacuerdo con lo reportado por Blumetto et al. (2000), Ferrer et al. (2002) quienes mediante la aplicación de ethephon en cuajado obtuvieron una merma del rendimiento del 43 % respecto al testigo sin ralear. Una de las principales causas en la falta de ajuste entre lo esperado y los resultados obtenidos cuando se realizan aplicaciones de ethephon es referida a la fecha de aplicación (Payan, 1994) en este estudio el ethephon se aplicó cuando la población de yemas se encontraba en el estadio 32 de Eichhorn y Lorenz, en este estadio la merma esperada en el rendimiento es de un 5 %. Varios de los estudios realizados en raleo químico muestran resultados poco concluyentes (Weaver y Pool, citados por Diago, 2010), además las aplicaciones de ethephon pueden tener efectos no deseados en lo que respecta al crecimiento vegetativo y la producción de la siguiente temporada.

## **5.5. DESARROLLO VEGETATIVO**

Lo que refiere a los parámetros de vigor de la planta, la SFEP no mostró diferencias entre tratamientos, el DPF compenso la pérdida de hojas ocurrida tempranamente en el ciclo, no presentando diferencias significativas ( $p= 0,69$ ) en este parámetro respecto al TC, lo que coincide con Poni et al. (2006), Orio (2010), Diago (2010). Estos autores comprobaron un aumento notorio en el crecimiento de las feminas luego de que se produjo el deshojado, lo cual parecería ser la principal causa de la compensación en el crecimiento vegetativo. Aunque el comportamiento puede variar entre años y entre variedades, tal como es reportado por Diago (2010).

El tratamiento ET1 presento un nivel de exposición de racimos similar al DPF, en este sentido estudio realizados en Francia por Serrano y Engel (s.f.) con el fin de controlar el crecimiento vegetativo mediante la aplicación de SIERRA® demostraron que las aplicaciones durante los estadios 26 y 32 E y L lograron controlar el crecimiento secundario, y lograron disminuir la tasa elongación de los entrenudos; estos resultados podrían explicar el menor número de capas de hojas logrado por el tratamiento ET1 en este estudio.

## **5.6. EVOLUCIÓN DE LA MADRUREZ Y COMPOSICIÓN DE LA UVA**

En los parámetros de composición de la baya, los tratamientos mostraron diferencias entre sí, tal como muestra el análisis de componentes principales (Figura 48) las variables asociadas a la calidad enológica estuvieron asociadas al REG y al DPF. Esto concuerda con lo reportado por autores como Giudice et al. (2004), Vaquero Fernández (2010) quienes observaron una mejora notable en la calidad de las bayas tratadas con pro-hexadione cálcico. El calcio actúa como modulador y está vinculado a la activación de ciertos genes responsables de activar la expresión de enzimas

directamente vinculadas a la síntesis de polifenoles como la PAL (fenilalaninamonoliasa, Fry 2004, Ma et al. 2007); a su vez tal como señalan autores como Rademacher (2000), Roemmler et al. (2003), muchas de las enzimas implicadas en la síntesis de GAs también son importantes en la síntesis de flavonoides, ABA y etileno, esto podría explicar parte de los resultados obtenidos en este estudio, en el sentido de la notable mejora de la composición fenólica lograda por el tratamiento REG.

Poni et al. (2005, 2006), Diago (2010), señalan un incremento en la acumulación de azúcares en el racimo, cuando se practica un deshojado pre-floración, la mejora de la calidad de la fuente y una mejor relación hoja/fruto estarían asociadas a un incremento en la exportación de fotosintatos a las bayas. El mayor valor de potencial antociánico fue logrado por el REG mientras que el mayor valor índice de polifenoles totales (IPT) fue logrado por el DPF. El IPT se correlaciona de forma negativa con el rendimiento ( $r = -0,51$   $p = 0,01$ ) lo que confirma los resultados reportados por Ferrer y González Neves (2002), Poni et al. (2006), Diago (2010) respecto a una mejora de los atributos enológicos cuando se realiza una disminución de la carga (g) por planta. El DPF logró reducir la carga sin una disminución del área foliar fotosintéticamente activa, promoviendo una relación fuente-fosa más equilibrada y favoreciendo la síntesis de compuestos en la baya asociados a la calidad (Echeverría et al., 2017).

La aplicación de ethephon en enero (ET2) no tuvo el efecto positivo en la mejora de los atributos enológicos ni provocó un adelanto de la maduración no concordando con lo reportado por Ferrer y González Neves (2002), tal como señalan autores como Hale (1968), Fortes et al. (2007) una aplicación demasiado temprana de ethephon podría inducir a un incremento en los niveles endógenos de auxinas, ralentizando la maduración o sin efectos en adelantar la misma. En este estudio la aplicación de ethephon no tuvo el efecto buscado, en sentido de adelantar la maduración y por tanto disminuir el período de riesgo para la ocurrencia de las podredumbres de racimos.

Las aplicaciones de Protone® en enero no mostraron un efecto positivo en un aumento de la síntesis de metabolitos secundarios ni contribuyeron a la mejora de los contenidos de sólidos solubles, lo que no concuerda con lo reportado por autores como Balint et al. (2012), Khun et al. (2013), Ferrara et al. (2015), las aplicaciones de Protone® permitieron alcanzar los mayores valores de pH de la uva en cosecha, difiriendo los tratamientos ABA2 y ABA4 respecto al TC, coincidiendo con lo reportado por Ovalle (2011), aunque en este caso la mayor dosis de ABA aplicado no tiene los mayores valores de pH; a pesar de promover un aumento del pH, dicho aumento se registró hacia el final de la etapa de maduración, muy próximo a cosecha, no contribuyendo de manera importante a un adelanto de la madurez. El pH presentó correlación positiva con la proporción de pulpa ( $r = 0,39$ ;  $p$ -valor = 0,06), ambas variables se asociaron al tratamiento ABA2, de este modo la mayor proporción de pulpa en las bayas podría explicar los mayores valores de pH alcanzados al momento de cosecha, en

relación a una mayor concentración de ácidos orgánicos. Los valores de pH alcanzados al momento de la cosecha estarían fuera del rango citado como óptimo por González Neves et al. (2003) en la variedad Tannat para una vinificación en tinto clásica (ABA2: 4,03; ABA4: 3,85; ABA6: 3,80). En general los valores de pH mayores 4 podrían tener implicancias negativas tanto en la conservación del vino como en la expresión de algunos atributos de importancia desde el punto de vista sensorial como el color (Ribéreau-Gayón y Peynaud 1982a, Ribéreau-Gayón et al. 1989).

El ET1 presentó el menor valor de pH (3,45) el cual se encuentra más cercano a los valores comunicados por González Neves et al. (2003) para la variedad Tannat, el efecto de la aplicación de ethephon en cuajado en la disminución del pH coincide con lo reportado por Szyjewicz y Kliewer (1983) aunque el incremento en la acidez total no se evidenció en este estudio. A su vez el pH se correlacionó negativamente con la cantidad de racimos expuestos en la canopia ( $r = -0,41$ ;  $p = 0,05$ ), en concordancia con lo comunicado por Smart y Robinson (1991).

El Cuadro 12 muestra la composición de la uva muy próximo a cosecha (37 E y L), los tratamientos que fueron evaluados como maduradores, no mostraron un incremento en la calidad enológica en dicho momento de muestreo, en relación a los demás tratamientos ni al TC. Como se hizo mención en párrafos anteriores. En este estudio la aplicación de Protone® en envero y de ethephon no justificaron su utilización como maduradores, no disminuyendo el período de maduración de manera significativa.

## **5.7. ÍNDICES DE RESPUESTA**

Los tratamientos influyeron sobre el equilibrio vegetativo/reproductivo de la planta, el índice de Ravaz permitió observar que en general las plantas estaban desequilibradas hacia el componente del rendimiento. El DPF logró corregir el equilibrio de las plantas, obteniendo valores del indicador fisiológico similares a lo reportado por Ferrer et al. (1997) para el cultivar Tannat. Respecto a la relación hoja-fruta, ABA2 DPF, y REG fueron los tratamientos que alcanzaron mayores valores del índice, aproximándose a los citados por Ferrer et al. (1997).

El DPF no mostró una reducción de la fertilidad de yemas, tal como lo reportado por Poni et al. (2006), Diago (2010), Silvilloti et al. (2016) pero no coincidiendo con Sabbatini y Howell (2010) quienes observaron una disminución de la fertilidad de yemas en la próxima temporada. Parte de las diferencias en estos resultados estarían explicados por las características varietales de la variedad Tannat, tal como evidencian estudios en esta temática, la respuesta de la planta es muy dependiente de la variedad (Diago, 2010). En la siguiente floración DPF permitió obtener una mayor cantidad de yemas fértiles respecto al testigo. Este efecto podría haber sido logrado por una mayor incidencia de radiación producto de la remoción temprana de las hojas, indirectamente también provocando un aumento de la temperatura mejorando las

condiciones para la inducción, ambos factores están directamente implicados en la iniciación floral (Sánchez y Dookozlian 2005, Vasconcelos et al. 2009). A su vez las hojas basales de la cepa son fuente importante de citoquininas, estos reguladores del crecimiento juegan un rol importante y modulan positivamente la expresión de algunos genes responsables de la inducción floral la cual depende del balance citoquininas/giberelinas; la remoción de las mismas en un estadio temprano pudo haber permitido una mayor disponibilidad de citoquininas para el tratamiento en cuestión repercutiendo positivamente en la inducción (Carmona et al. 2007, Vasconcelos et al. 2009). La remoción temprana de las hojas no implicó una disminución aparente del abastecimiento de carbohidratos en desacuerdo con lo reportado con Buttrose (1970), en sentido de afectar los procesos de inducción y diferenciación floral. Sin embargo estudios realizados por Pallioti et al. (2011) indican un efecto acumulativo de la práctica del deshojado sobre el rendimiento por planta, estos autores encontraron un aumento en la merma del rendimiento al segundo año de aplicar un deshojado temprano, explicado por racimos de más pequeños.

Las aplicaciones de pro-hexadione cálcico no influyeron sobre la fertilidad de yemas de las plantas; las giberelinas están reportadas como inhibidoras de la inducción por lo que la aplicación de un regulador que interviene afectando negativamente en la síntesis de estas hormonas podría suponer un aumento del número de primordios de inflorescencias iniciados en el año 1 y por tanto un incremento del número de inflorescencias en el año siguiente (año A+1). Las aplicaciones de pro-hexadione (23 E y L) suceden luego de la inducción floral (12-17 E y L) lo cual parecería ser la principal causa de la carencia de efectos sobre esta variable.

Los valores de potencial hídrico foliar de base, registrados a partir de floración muestran valores menores para el DPF en relación con el TC, a pesar de que las viñas defoliadas presentan una menor superficie evapotraspirante se mostraron más estresadas (aunque dentro de un mismo rango de estrés), sobre todo al comienzo del ciclo. Estos valores estarían ligados al cambio de la dinámica fotosintética de las hojas remanentes (Hunter y Vissier 1989, Cadolfi-Vasconcelos 1994, Poni et al. 2006, Pallioti et al. 2011) una compensación de la tasa fotosintética implicaría un aumento de la conductancia estomática, lo cual fue reportado por Hunter y Vissier (1989) encontrando altas correlaciones entre el rango de fotosíntesis y la tasa transpiratoria. A su vez la luz tiene un efecto directo sobre el funcionamiento estomático (Kriedeman, 1968). La evolución del potencial hídrico foliar de base, muestra una tendencia similar a la tasa de asimilación neta de CO<sup>2</sup> que reportan los estudios realizados por Pallioti et al. (2011), estos autores observaron un incremento notorio de esta variable en las hojas remanentes de las vides que fueron defoliadas en pre-floración, comparadas con un testigo sin defoliar, a su vez notifican una mejor eficiencia en el uso del agua (WUE). Estos efectos en conjunto estarían explicando los mayores valores de potencial hídrico foliar registrados en este estudio por el DPF. Dicho estrés en etapas tempranas del ciclo podrían estar asociadas a incrementos de fitohormonas como el ABA la cual es conocida

como un precursor en la síntesis de metabolitos secundarios (Ovalle 2011, Ferrara et al. 2013, Khun et al. 2013). Los niveles de estrés hídrico alcanzados en el período de floración podrían operar como una herramienta para desvigorizar las plantas, ya que la máxima tasa de crecimiento del pámpano se registra en este período del ciclo fenológico, por tanto un estrés moderado en etapas tempranas del ciclo implicaría una merma del crecimiento vegetativo con una probable disminución del rendimiento ( Ferreyra et al. 2013) aunque con posibles efectos negativos en los fenómenos fisiológicos como la inducción floral (Ferreyra et al., 2013). Por otra parte luego del envero las viñas que fueron defoliadas previo a floración muestran un nivel de estrés menos acusado que las viñas no defoliadas, esto podría explicarse por un efecto sinérgico dado por una canopia con menor superficie evapotranspirante y una menor eficiencia de las hojas del tratamiento DPF a causa de una mayor edad de las mismas; además el tratamiento TC tuvo un deshojado cuajado, que pudo haber inducido crecimiento secundario más adelantado el ciclo y por tanto hojas con mayor actividad fotosintética.

## **6. CONCLUSIONES**

- La compacidad del racimo se asoció al mayor número de bayas por centímetro de raquis. El peso del racimo y el peso de la baya no mostraron buena correlación con dicho índice.
- En este estudio los tratamientos no se mostraron efectivos en disminuir la compacidad del racimo, sin embargo fueron capaces de alterar la fisonomía del mismo. En particular el DPF permitió obtener racimos más pequeños explicados por un menor peso y menor largo de raquis. Las aplicaciones de pro-hexadione cálcico en floración permitieron obtener racimos con bayas más pequeñas, con una mayor proporción de hollejos respecto al testigo comercial.
- Las condiciones del año no fueron propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo, por tanto no fue posible poder evaluar directamente el impacto de las técnicas en la sanidad de la baya.
- El microclima de la canopia fue modificado por el deshojado pre-floración (DPF) registrando un menor porcentaje de horas con temperatura y humedad relativa óptimas para la infección por *Botrytis sp.*
- El deshojado pre-floración (DPF) permitió obtener una merma del 20 % del rendimiento (kg/ha) respecto al testigo comercial (TC), dicha merma estuvo asociada a la obtención de racimos de menor volumen, de menor peso y más cortos. Esta práctica podría ser evaluada como medida sustituta al raleo de racimos en envero, con el beneficio adicional de mejorar el microclima de la canopia.
- Las variables evaluadas asociadas al vigor como: peso de poda (g), peso de sarmiento (g), SFEp (m<sup>2</sup>) no mostraron diferencias entre tratamientos.
- La composición de la uva se vio modificada por los tratamientos, el pro-hexadione cálcico (REG) y el deshojado pre-floración (DPF) permitieron obtener uvas con mayor concentración de sólidos solubles (° brix) y con una mayor riqueza fenólica.
- Las aplicaciones de ABA en envero aumentaron el pH de la uva sin tener efectos en los demás índices de madurez. Las aplicaciones de etileno no tuvieron efecto en mejorar la composición fenólica de la uva ni promovieron un adelanto de la madurez tecnológica. Ninguno de los tratamientos evaluados como maduradores se mostraron efectivos en adelantar la maduración y/o mejorar atributos enológicos.
- La producción del año siguiente no se vio resentida por el deshojado-precoz ni por las aplicaciones de pro-hexadione cálcico. El DPF provocó un aumento de las yemas fértiles por planta

## **7. RESUMEN**

Durante la zafra 2015-2016 se llevó a cabo un experimento con el objetivo de evaluar un paquete de técnicas cuya finalidad fue disminuir la compacidad del racimo, adelantar la maduración, a su vez se analizaron los efectos sobre la sanidad, el rendimiento y la composición de la uva. El ensayo se instaló en un viñedo de la variedad Tannat conducido en espaldera alta con poda guyot bilateral, ubicado en un predio comercial de la localidad de Juanico, departamento de Canelones. Los tratamientos fueron un deshoje pre-floración (17 E y L) (DPF), dos aplicaciones de Viviful® (pro-hexadione cálcico) una en floración (23 E y L) y a los 30 días posteriores a una dosis de 1500 ml/ha y una aplicación de ethephon entre cuajado y cierre de racimos (27-32 E y L) (ET1). En otro sentido se evaluaron aplicaciones en envero (35 de E y L) de Protone® (ácido (S)-absísico) a razón de 200 ml/ha (ABA2), 400ml/ha (ABA4) y 600ml/ha (ABA6) y una aplicación de ethephon (ET2) a una dosis de 360ml/ha, con el objetivo de adelantar la maduración y mejorar algunos de los índices de madurez. Todos los tratamientos se compraron con un testigo con manejo tradicional del viticultor. El control fitosanitario para las podredumbres de racimo fue el mismo para todos los tratamientos. Los tratamientos no fueron eficientes en disminuir la compacidad del racimo, pero lograron cambiar la fisionomía del mismo, en particular el DPF logró obtener racimos de menor peso (g) y con menor largo de raquis (cm). Las aplicaciones de ABA promovieron un incremento en el pH de las uvas en la última fase del periodo de madurez pero no lograron mejorar la concentración de sólidos solubles ni la composición fenólica de la uva. El tratamiento ET2 no logro provocar un adelanto de la madurez ni mejorar los atributos enológicos de la uva. Las condiciones atmosféricas durante la zafra no fueron propicias para el desarrollo de podredumbres de racimo, la I% de podredumbres estuvo acotada a los tratamientos ABA2, ABA6 y REG, en todos los casos por debajo del 5 %. El rendimiento se vio afectado por el DPF, provocando una merma del 20 % respecto al TC, el descenso del rendimiento se correlaciono positivamente con la mejora de los atributos enológicos. El REG promovió destacado incremento de la riqueza fenólica, en particular los antocianos. El DPF logró obtener un mayor porcentaje de racimos expuestos en relación al TC y consecuentemente obtuvo una menor cantidad de horas de temperatura y humedad relativa pre-disponentes para la infección por *Botrytis sp.* La práctica de deshojado pre-floración logró mejorar el equilibrio vegetativo/reproductivo de las plantas, las que presentaban un desplazamiento del equilibrio hacia el componente rendimiento (g/planta), el tratamiento no produjo una reducción de la fertilidad de yemas. Algunas de las técnicas evaluadas se han mostrado como promisorias en sentido de mejorar los atributos enológicos de la uva, mejorar el equilibrio vegetativo/productivo de las plantas y provocar una mejora del microclima de la canopia.

Palabras clave: Compacidad del racimo; Podredumbres de racimos; Composición de la baya.

## **8. SUMMARY**

During the 2015-2016 seasons, an experiment was carried out with the objective of evaluating a package of techniques whose purpose was to reduce the compactness of the bunch, to advance maturation, and to analyze the effects on sanity, yield and composition of the grape. The trial was installed in a commercial vineyard of the variety Tannat conducted on high trellis with bilateral guyot pruning, located the locality of Juanico, department of Canelones. The treatments were an early leaf remove (17 E and L) (DPF), two applications of Viviful® (pro-hexadione calcium) one in flowering (23 E and L) and at 30 days after a dose of 1500 ml / ha and an application of Ethephon between fruit set and clusters close (27-32 E and L) (ET1). In another sense, applications of Protone ® (S - abscisic acid) (35 E and L) were evaluated at 200 ml / ha (ABA2), 400ml / ha (ABA4) and 600ml / ha (ABA6) and an application of ethephon (ET2) at a dose of 360ml / ha, with the aim of advancing ripening and improving some of the maturity indexes. All treatments were compared with a traditional management witness (TC). The phytosanitary control for the rot of cluster was the same for all treatments. Weather conditions during the harvest were not conducive to the development of bunches rot, 1% rots was limited to the treatments ABA2, ABA6 and REG, in all cases below 5 %. The treatments were not efficient in decreasing cluster compactness, but they changed its physiognomy, in particular the DPF get bunches of lower weight (g) and less long rachis (cm). Applications of ABA promoted an increase in the pH of the grapes in the last phase of the period of maturity but failed to improve the concentration of soluble solids or the phenolic composition of the grape. The treatment ET2 did not lead to an advancement of maturity or improve the enological attributes of the grape. The yield was affected by the DPF, causing a decline of 20 % with respect to the TC, the decline in the performance was positively correlated with the improvement of the enological attributes. The REG promoted significant increase of enological attributes, in particular the phenolic anthocyanins. The DPF achievement to obtain a higher percentage of clusters exposed in relation to the TC and consequently obtained a smaller amount of hours with temperature and relative humidity optimal for infection by *Botrytis sp.* Early leaf remove (DPF) improve the vegetative/reproductive balance of the plants, which showed a displacement in the balance toward the component yield (g/plant), the treatment did not produce a reduction in the fertility of buds. Some of the techniques evaluated have been shown to be promising in the sense of improving the oenological attributes of the grape, improve the balance vegetative/production of plants and lead to an improvement of the microclimate of the canopy.

Key words: Bunch compactness; Bunch rot; Grape composition.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. N. 1995. Fitopatología. 2ª. ed. México, D. F., Noriega/Limusa. 838 p.
2. Aira, M. J.; Fernández-González, M.; Rodríguez-Rajo, F. J.; Jato, V. 2009. Modelo de predicción para *Botrytis cinerea* en un viñedo de Galicia (España). Boletín Micológico. no. 24: 27-35.
3. Alfonso, C.; Raposo, R.; Melgarejo, P. 2000. Genetic diversity in *Botrytis cinerea* populations on vegetable crops in greenhouses in south-eastern Spain. Plant Pathology. 49 (2): 243-251.
4. Allue-Lagunas, L.; Soria, M. T. M.; Fernández, L. V.; Zurbano, P. F.; Asensio, J. S.; Alonso, M. L.; Garcia, C. M. 2008. Proceso fermentativo de uvas de la variedad tempranillo en presencia del fungicida Boscalid; determinación de residuos durante la elaboración. In: Foro Mundial del Vino (6º., 2008, La Rioja, España). Trabajos presentados. La Rioja, s.e. pp. 56-61.
5. Alonso, S. 2005. Efecto de la pro-hexadiona de calcio en manzano y su relación con; auxinas, giberelinas y citocininas endógenas. Tesis Maestro en Ciencias en Horticultura. Buena Vista, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". 43 p.
6. Álvarez, M. 1991. Resistencia cruzada negativa de los fungicidas benomil y dinitofencarb en aislamientos de *Botrytis cinerea* de vides. Agricultura Técnica (Chile). 51 (2): 171-176.
7. Álvarez, T. 1909. Viticultura general. Montevideo, Dormaniche y Reyes. 322 p.
8. Andrades, M. 1990. Fisiología de la maduración de la uva. Viticultura y Enología Profesional. no. 9: 21-30.
9. Antolín, M. C.; Santesteban, H.; Santa María, E.; Aguirreolea, J.; Sánchez, M. 2008. Involvement of abscisic acid and polyamines in Berry ripening of *Vitis Vinifera* (L.) subjected to water deficit irrigation. Australian Journal of Grape and Wine Research. 14(2): 123-133.
10. Amaya Atucha, A. 2006. Efecto del prohexadione cálcico sobre la productividad y desarrollo del palto (*Persea americana* Mill.) cv Hass. Tesis Ing. Agr.

Valparaíso, Chile. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 72 p.

11. Arana, A.; Téllez, A.; González, A. 2002. Aspectos generales de la biodegradación de la madera; aplicaciones industriales de las lacasas. *Bio-Tecnología*. 7 (3): 40-55.
12. Arbillaga, L.; López de Cerain, A. 2004. ¿Es la ocratoxina A una micotoxina mutagénica? (en línea). *Revista Toxicología*. 21 (1): 1-10. Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/919/91921101/>.
13. Arias, C. 1992. Los parásitos de la vid; estrategias de protección razonada 3<sup>a</sup>. ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 303 p.
14. \_\_\_\_\_.1998. Los parásitos de la vid; estrategias de protección razonada. 4<sup>a</sup>. ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. pp. 303-306.
15. Asénjo, J. L.; Arranz, C.; Yuste, J. 2004. Mejora de la calidad de la uva a través del deshojado. (en línea). *Vida Rural*. (187): 46-50. Consultado 25 abr.2016. Disponible en [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_vrural%2FVrural\\_2004\\_187\\_46\\_50.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural%2FVrural_2004_187_46_50.pdf)
16. Asín, L.; Alegre, S.; Monserrat, R. 2007. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield, and return bloom, in a Blanquilla pear orchard. *Scientia Horticulturae*. 113 (2): 142-148.
17. Avizcuri-Inac, J. M.; Gonzalo-Diago, A.; Sanz-Asensio, J.; Martínez-Soria, M. T.; López-Alonso, M.; Dizy-Soto, M.; Fernández-Zurbano, P. 2013. Effect of cluster thinning and prohexadione calcium applications on phenolic composition and sensory properties of red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 61 (5): 1124-1137.
18. Azcón-Bieto, J.; Talón, M. 2008. *Fundamentos de fisiología vegetal*. 2<sup>a</sup>. ed. Barcelona, España, Universidad de Barcelona. 649 p.
19. Baethgen, W.; Giménez, A. 2004. La variabilidad climática, el cambio del clima y el sector agropecuario. (en línea). *In: Jornada de Clima y Restricción Hídrica en las Pasturas (Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados*. Montevideo, INIA. pp. 1-9. Consultado 27 set. 2016. Disponible en [http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/clima\\_tcbo\\_0406.pdf](http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/clima_tcbo_0406.pdf)

20. Baeza, P.; Bartolomé, M. C.; Sotés, V.; Ruirz, C.; Lisarrague, J. R. 1999. Diferencias en la superficie foliar de cuatro sistemas de conducción de la vid y sus consecuencias en el desarrollo y la producción. Investigación Agropecuaria Producción Protección Vegetal. no. 14: 174-190.
21. 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.
22. Balsari, P.; Scienza, A. 2004. Formas de cultivo de la vid y modalidades de distribución de los productos fitosanitarios. Madrid, España, Mundi-Prensa. 339 p.
23. Barreiro, L.; Visintin, R. B.; Burgeño, J.; Gil, G.; Gabard, Z.; Neves, G. G.; Ferrer, M. 1998. Efecto de la regulación de la producción por planta mediante diferentes intensidades de poda invernal, raleo químico y raleo manual de racimos, sobre los parámetros productivos y enológicos del cv. Tannat. In : Congres Mundial de la Vigne et du Vin (23ème., 1998, Lisboa, Portugal). La vitiviniculture mondiale de l'avenir. Lisboa, Portugal, s.e. pp. 42-50.
24. Bascopé, J. 2013. Cambio climático, impacto en la agricultura, heladas y sequía. (en línea). Santiago de Chile, Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 36 p. Consultado 14 ago. 2016. Disponible en [http://www.odepa.cl/wpcontent/files\\_mf/1388169148cambioClimatico.pdf](http://www.odepa.cl/wpcontent/files_mf/1388169148cambioClimatico.pdf)
25. Battistella, M.; Rodríguez, M.; Pacheco, D.; Recabarren, A.; Pugliese, B.; Carelli, L.; Zuluaga, M. 2013. Uso de reguladores de crecimiento para incrementar el color de uvas y vinos tintos. In: Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología (14º., 2013. Tarija, Bolivia). Trabajos presentados. Tarija, Bolivia, s.e. pp. 42-50.
26. Becerra, V.; Catanida, C.; Navarro, R.; Del Monte, A.; Barbeito, M. E.; Manzano, H.; Garganti, R. 1995. Uso de pesticidas en el cultivo de la vid y su influencia en la vinificación. Curvas de degradación de procimidone, vinclozolin e iprodione. Vinífera. Revista del Instituto Nacional de Vitivinicultura. no. 2: 86-96.
27. \_\_\_\_\_. 2001. Residuos de pesticidas en el cultivo de la vid. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. no. 21: 57-59.

28. Bidegain, M.; Caffera, R.; Blixiel, F.; Shennikov, V. P.; Lagomarsino, L. L.; Forber, E. A.; Nagay, G. J. 2005. Tendencias climáticas, hidrológicas y oceanográficas en el Río de la Plata y costa Uruguaya. *El Cambio Climático en el Río de la Plata*. no. 14: 137-143.
29. Bloy, P. 1995. Eclaircissage chimique sequentiel. *In: Journées Internationales GESCO (8ème., 1995. Vairao, Portugal)*. Actas. Vairao, Portugal, s.e. pp. 268-273.
30. Blumetto, G.; Espino, M.; Irurtia, 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.
31. Bondada, B.; Covarrubias, J. I.; Tessarin, P.; Boliani, A. C.; Marodin, G.; Rombola, A. D. 2016. Postveraison shoot trimming reduces cluster compactness without compromising fruit quality attributes in organically-grown Sangiovese grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 67 (2): 206-211.
32. Böttcher, C.; Keyzers, R. A.; Boss, P. K.; Davies, C. 2010 Sequestration of auxin by the indole-3-acetic acid-amido synthetase GH3-1 in grape berry (*Vitis vinifera L.*) and the proposed role of auxin conjugation during ripening. *Journal of Experimental Botany*. 61: 3615-3625.
33. \_\_\_\_\_; Boss, P. K.; Davies, C. 2011a. Acyl substrate preferences of an IAA-amido synthetase account for variations in grape (*Vitis vinifera L.*) berry ripening caused by different auxinic compounds indicating the importance of auxin conjugation in plant development. *Journal of Experimental Botany*. 62 (12): 4267- 4280.
34. \_\_\_\_\_; Harvey, K.; Forde, C. G.; Boss, P. K.; Davies, C. 2011b. Auxin treatment of pre-veraison grape (*Vitis vinifera L.*) berries both delays ripening and increases the synchronicity of sugar accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 17 (1): 1-8.
35. \_\_\_\_\_; Burbidge, C. A.; Boss, P. K.; Davies, C. 2013. Interactions between ethylene and auxin are crucial to the control of grape (*Vitis vinifera L.*) berry ripening. *Plant Biology*. 13 (1): 222-234.

36. Boubals, D. 1991. Los factores de calidad de las viníferas tintas. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 14: 48-50.
37. Bregante, A. 2003. La viticultura en Uruguay, contribución a su conocimiento. Montevideo, Uruguay, s.e. 31 p.
38. Buttrose, M. S. 1970. Fruitfulness in grape vines; the response of different cultivars to light, temperature and daylength. *Vitis*. no. 9: 121-125.
39. Cabanne, C.; Doneche, B. 2015. Polygalacturonase isozymes produced during infection of the grape berry by *Botrytis cinerea*. *Journal of Grapevine Research*. 41 (3): 129-132.
40. Calvo, R. 2008. La viticultura Uruguayana luego de 100 años de existencia. *Anuario OPYPA 2008*: 363-372.
41. Camili, E. C.; Rodríguez, J. D.; Ono, E. O. 2013. Giberelina, citocinina e auxina na qualidade química de bagas de uva superior seedless. *Bioscience Journal*. 29 (6): 1761-1770.
42. Campositrini, F.; Bertamini, M.; De Micheli, L.; Iacono, F. 1991. Esperienze pluriennali di diradamento dei grappoli sui vitigni. *Vignevini*. no. 10: 29-35.
43. Camussi, G.; Ferrer, M. 2003. Aplicaciones de Calcio en uva de mesa para conservación frigorífica. In: Congreso GESCO (13°. Montevideo, Uruguay). Actas. Montevideo, Uruguay, s.e. pp. 121-124.
44. Candolfi Vasconcelos, M. C.; Candolfi, M. P.; Werner, K. 1994. Retranslocation carbon reserves from the woody storage tissue into the fruit as a response to defoliation stress during the ripening period in *Vitis vinifera*. *Plantae*. 192: 567-573.
45. Carbonneau, A.; Casteran, P.; Leclair, P. 1978. Essai de détermination en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. *Méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. Annales de l'Amélioration des Plantes*. (France). 28 (2) : 195-221.
46. \_\_\_\_\_. 1980. Reserche sur les systemes de conduite de la vigne; essai de matrise du microclimat et de la plante entiere pour produire economiquement du raisin de la qualite. These Doctorat. Bordeaux, France. Université de Bordeaux II. 235 p.

47. \_\_\_\_\_; Moueix, A. ; Leclode, N. ; Renoux, J. 1991. Proposition d'une méthode de prélèvement de raisin á partir de l'analyse de l'heterogénéité de maturation sur un cep. Bulletin OIV. 64 : 679-690.
48. \_\_\_\_\_. 1995. La surface foliaire exposée – guide pour sa mesure. Le Progres Agricole et Viticole. no. 9: 204-212.
49. Carmona, M. J ; Cubas, P. ; Calonje, M. ; Martínez-Zapater, J. 2007. Flowering transition in grapevine (*Vitis vinifera L.*). Botany. 85 (8) : 701-711.
50. Cawthon, D. L.; Morris, J. R. 1982. Relationship of seed number and maturity to berry development, fruit maturation, hormonal changes and uneven ripening of Concord (*Vitis vinifera L.*) grapes. Journal of the American Society of Horticulturæ Science. 107: 1097–1104.
51. Chambilla, A.; Clemente, W. 2011. Niveles de fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento de vid (*Vitis vinifera L.*) Cv. Cabernet Sauvignon en el Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria-Tacna. Tesis Ing Agr. Tacna, Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre. 121 p.
52. Champagnol, F. 1984. Elements de pshysiology de la vigne et de viticulture generale. Montpellier, Déhan. 351 p.
53. Chaoyu, C.; Junxi, J.; Hui, O.; Cheng, L. I.; Dengquan, L. ; Ting, H. 2015. First report of *Greeneria uvicola* causing bitter rot of grape in China. Journal of Phytopatology. 173: 580-582.
54. Chen. K.; Li, F.; Zhang, S.; Ross, G. S. 1999. Role of abscisic acid and indole-3-acetic acid in kiwifruit ripening. Acta Horticulturæ. no. 26: 81-86.
55. Chervin, C.; El-Keramy, A.; Roustan, J. P.; Latché, A.; Lamon, J.; Bouzayen, M. 2004. Ethylene seems required for the berry development accumulation in grape, a non-climateric fruit. Plant Science. no.167: 1301-1305.
56. Coertez, S.; Holtz, G. 2001. Germination and establishment of infection on grapes berries by single airborne conidia of *Botrytis cinerea*. Plant Disease. 85: 668-677.
57. 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.

58. Coombe, B. G.; Hale, C. R. 1973a. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiology*. 51 (4): 629-634.
59. \_\_\_\_\_. 1973b. The regulation of set and development of the grape berry. *Acta Horticulturae*. no. 34: 261-273.
60. \_\_\_\_\_.; Bovio, M.; Schneider, A. 1987. Solute accumulation by grape pericarp cells; relationship to berry size and effects of defoliation. *Journal of Experimental Botany*. 38 (11): 1789-1798.
61. \_\_\_\_\_. 1992. Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture*. 43 (1): 101-110.
62. \_\_\_\_\_. 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.
63. \_\_\_\_\_.; Mc Carthy, M. G. 2000. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 6 (2): 131-135.
64. Cossio, L. 2013. Cátedra de Fisiología Vegetal. Guía de estudio. (en línea). Buenos Aires, UNNE. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. 29 p. Consultado 14 ago. 2017. Disponible en <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20de%20Crecimiento%20en%20las%20plantas.pdf>.
65. Constantini, E.; Landi, L.; Silvestroni, O.; Pandolfini, T.; Spena, A.; Mezzetti, B. 2007. Auxin synthesis-encoding transgene enhances grape fecundity. *Plant Physiology*. 143 (4): 1689-1694.
66. Corino, L.; Ruaro, P.; Renosio, G.; Rabino, M.; Malerba, G. 1991. Esperienze di diradamentograppoli sul vitigno Barbera in alcuni ambienti del Monferrato. *Vignevine*. 7 (8): 51-55.
67. Culasso, J. I.; Maresca, A. 2015. Análisis comparativo de la respuesta agronómica y composición de la uva de la variedad Tannat en diferentes

situaciones de vigor. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 67 p.

68. Davies, C.; Boss, P. K.; Robinson, S. P. 1997. Treatment of grape berries, a non climacteric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alters the expression of developmentally regulated genes. *Plant Physiology*. 115 (3): 1155-1161.
69. D'innocenzo, S. H.; Rodríguez Romera, M. C.; Combina, M.; Oriolani, E. J. A. 2010. Grado de madurez necesaria para que inicie el desarrollo la podredumbre ácida. In: Congreso Argentino de Horticultura (33°, Santa Fe, Argentina). Trabajos presentados. Rosario, Argentina, ASAHo. pp.71-73.
70. Deis, L.; Cavagnaro, J. B.; Silva, M. F.; Talaguirre, M.; López, R. s.f. Efecto del estrés hídrico y aplicaciones de ABA sobre la concentración de compuestos polifenólicos en uvas y vinos (*Vitis vinífera*. L Cv. Cabernet-Sauvignon). (en línea). Mendoza, Universidad de Cuyo. 5 p. Consultado 16 mar. 2017. Disponible en <http://ina.gob.ar/pdf/CRA-VFERTI/CRA-RYD-9-Deis.pdf>.
71. Deloire, A.; Carbonneau, A.; Wang, Z.; Ojeda, H. 2004. Vine and water; a short review. *Oenological One*. 38 (1): 1-13.
72. Delteil, D. 2005. Vinos tintos vinificados en termo; las buenas prácticas de vinificación de las uvas alteradas. *Enología*. no. 6: 32-35.
73. \_\_\_\_\_. 2006. Vinos blancos; buenas prácticas para la vinificación de uvas con podredumbre. *Enología*. 2 (11): 40- 45.
74. 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 (20°, 2009, La Rioja, España). Actas. Logroño, España, s.e. pp. 899-905.
75. \_\_\_\_\_. 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 Doctoral. La Rioja, España. Universidad de la Rioja. 328 p.

76. Díaz, P.; Toscanini, L. Efecto de la regulación de la producción por planta mediante diferentes intensidades de poda invernal, raleo químico y raleo manual de racimos, sobre parámetros productivos y enológicos del cv. Tannat. Temporada 1997/1998. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
77. Disegna, E.; Coniberti, A.; Ferrari, V. 2014. Clones de Tannat en Uruguay. Montevideo, Uruguay, INIA. 12 p. (Boletín de Divulgación no. 109).
78. Dokoozilian, N.; Kliewer, W. 1995. The light environment within grapevine canopies. Description and seasonal changes during fruit development. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46 (2): 209-218.
79. \_\_\_\_\_; Peacock, W. L. 2001. Gibberellic acid applied at bloom reduces fruit set and improves size of Crimson Seedless table grapes. *Horticultural Science*. 36 (4): 706-709.
80. Donoso, A.; Latorre, B. 2006. Caracterización del moho azul causado por *Penicillium* spp. en uva de mesa almacenada en frío. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 33 (2). 143-155.
81. Dubernet, M.; Ribereau-Gayon, P.; Lerner, H. R.; Harel, E.; Mayer, A. M. 1977. Purification and properties of laccase from *Botrytis cinerea*. *Phytochemistry*. 16 (2) : 191-193.
82. Dubourdiou, D.; Grassin, C.; Deruche, C.; Ribéreau-Gayón, P. 1984. Mise au point d'une mesure rapide de l'activité laccase dans les moûts et dans les vins par la méthode à la syringaldazine. Application à l'appréciation de l'état sanitaire des vendanges. *Oenological One*. 18 (4) : 237-252.
83. \_\_\_\_\_; Peacock, W. L. 2001. Gibberellic acid applied at bloom reduces fruit set and improves size of Crimson Seedless table grapes. *Horticultural Science*. 36 (4): 706-709.
84. Düring, H.; Alleweldt, G. 1980. Effects of plant hormones on phloem transport in grapevines. *Plant Biology*. 93 (1): 339-347
85. Echeverría, G. 2003. Luces y sombras en el desarrollo de la competitividad vitícola de Uruguay; un enfoque evolucionista. Tesis Master en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 105 p.

86. \_\_\_\_\_.; Ferrer, M.; Mirás-Ávalos, J. M. 2017. Quantifying the relative impact of physical and human factors on the viticultural expression of terroir. *International Journal of Environmental and Agriculture Resarched*. 3: 2454-1850.
87. Edson, C.; Howell, G.; Flore, J. 1993. Influence of crop load on photosynthesis and dry matter portioning of Seyval grapevines; single leaf and whole vine response pre-and post-harvest. *American Journal of Enology and Viticulture*. 44 (2): 139-149.
88. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1995. Influence of crop load on photosynthesis and dry matter partitioning of Seyval grapevines; seasonal changes in dry matter partitioning, vine morphology, yield, and fruit composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46 (4): 478-485.
89. Elad, Y.; Williamson, B.; Tudzynsky, P.; Delen, N. 2007. *Botrytis*; biology pathology and control. Dordrecht, The Netherlands, s.e. 403 p.
90. El-Kereamy, A.; Chervin, C.; Roustan, J. P.; Cheynier, V.; Souquet, J. M.; Moutounet, M.; Bouzayen, M. 2003. Exogenous ethylene stimulates the long-term expression of genes related to anthocyanin biosynthesis in grape berries. *Physiologia Plantarum*. 119 (2): 175-182.
91. English, J. T.; Marois, J. J.; Guble, W. D. 1989. Microclimate of grapevine canopies associated with leaf removal and control of *Botrytis* bunch rot. *Phytopathology*. 79: 395-401.
92. Fernández, L. V. 2010. Nuevas aportaciones al conocimiento y utilización de productos fitosanitarios para el control de enfermedades de la vid; evaluación de posibles efectos sobre la fermentación y elaboración de vinos de calidad. Tesis Doctoral. La Rioja, España. Universidad de la Rioja. 327 p.
93. Ferrara, G.; Mazzeo, A.; Matarrese, A. M. S.; Pacussi, C.; Pacifico, A.; Gambacorta, G.; Mastrorilli, 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. *Journal of Plant Growth Regulation*. 32 (3): 491-505.
94. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Punzi, R.; Fraccia, M.; Gambacorta, G. 2015. Application of abscisic acid (S-ABA) and sucrose to

improve colour, anthocyanin content and antioxidant activity of cv. Crimson Seedless grape berries. Australian Journal of Grape and Wine Research. 21 (1): 18-19.

95. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Triani, A.; Matthew Gambacorta, G. 2016. Ethephon as a potencial abscission agent for table grapes; effects on pre-harvest abscisión, fruit quality and residue. *Frontiers in Plant Science*. no. 7: 1-6.
96. Ferraro, R. 1998. El viñedo uruguayo y sus variedades. Montevideo, Impal. 106 p.
97. Ferrer, M.; Gonzáles Neves, G.; García, L.; Gabard, Z. 1995. Efecto de diferentes técnicas de manejo de la planta en la composición de mostos y vinos del cv. Tannat. *In*: Congreso Mundial de la Viña y el Vino (21°. 1995, Punta del Este, Montevideo). Actas. Punta del Este, Uruguay, s.e. s.p.
98. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; 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 Vigne et du Vin (22ème., 1997, Buenos Aires, Argentina). Actas. Buenos Aires, Argentina, Corradi. s.p.
99. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Gil, G.; Gabard, Z.; Barreiro, L.; Bochicchio, R.; Gatto, G.; Tessore, A. 1998. Efecto de la regulación de la producción por planta mediante diferentes intensidades de poda invernal, raleo químico y raleo manual de racimos, sobre los parámetros productivos y enológicos del cv. Tannat. *In*: Congreso Mundial de la Viña y el Vino (23°. 1998, Lisboa, Portugal). Actas. Lisboa, Portugal, s.e. pp. 1- 42.
100. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Camussi, G. 2001. Influencia del sistema de conducción, el raleo de racimos y el sistema de poda sobre el daño de podredumbres de racimo. *In*: Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología (8°. 2001, Montevideo, Uruguay). Actas. Montevideo, Uruguay, s.e. s.p.
101. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 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.
102. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Carbonneau, A.; Moutmounet, M. 2003. Composición y color de los vinos provenientes de viñedos de la variedades Tannat conducidos en Lira y en Espaldera. *In*: Congreso Mundial GESCO (13°. 2003, Montevideo, Uruguay). Actas. Montevideo, Uruguay, s.e. s.p.

2003, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, s.e. pp. 158-161.

103. \_\_\_\_\_.; Pedochi, R.; Michelazzo, M.; González Neves, G.; Carbonneau, A. 2007a. Delimitación y descripción de regiones vitícolas del Uruguay en base al método de clasificación climática multicriterio utilizando índices bioclimáticos adaptados a las condiciones del cultivo. *Agrociencia* (Uruguay). 11 (1): 47-56.
104. \_\_\_\_\_. 2007b. Etude du climat des régions viticoles de l'Uruguay des variations climatiques et de l'interaction apportée par le microclimat et l'écophysiologie des systèmes de conduite Espalier et Lyre sur Merlot. Thèse Doctorat. Montpellier, France. Université de Montpellier II. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. 357 p.
105. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Priore, E.; Montaña, A.; Carbonneau, A. 2008. Los componentes del rendimiento, la expresión vegetativa y los indicadores fisiológicos de *Vitis vinifera L.* cv Merlot en función de la arquitectura de la planta. *Agrociencia* (Uruguay). 12 (1): 6-19.
106. \_\_\_\_\_.; 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.
107. \_\_\_\_\_.; González Neves, G.; Echeverría, G.; Camussi, G.; Avondet, R.; Salvarrey, J.; Favre, G.; Fourment, M. 2011a. Comportamiento agronómico y potencial enológico de la uva Tannat en tres regiones climáticas diferentes. *Agrociencia* (Uruguay). 15 (1): 37-49.
108. \_\_\_\_\_.; Camussi, G.; González Neves, G.; Echeverría, G.; Montaña, A. 2011b. Condiciones predisponentes para las podredumbres de racimo; clima, variedad y técnicas de cultivo. (en línea). *Revista Enología*. no. 4: s.p. Consultado 5 abr. 2017. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~viticultura/Publicaciones/PublicacionesPDFs/12-VIT-2009-05.MilkaFerrer.pdf>.
109. \_\_\_\_\_.; González Neves, G.; Camussi, G.; Echeverría, G.; Carbonneau, A. 2011c. Variety, plant architecture and pruning method; influence of gray mould of grapevine. *Le Progrés Agricole et Viticole*. 128 (18) : 367-371.

110. \_\_\_\_\_ ; 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.
111. 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.
112. Fitchet, T. 2005. Las relaciones fitohormonales durante el crecimiento y desarrollo de la baya en uva vinífera. Universidad de Chile. Aconex. no. 87: 18-25.
113. 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-en-una-region-viticola-de-Uruguay.pdf](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-en-una-region-viticola-de-Uruguay.pdf).
114. Fremaud, M. ; Valdés-Gómez, H. ; Calonnec, A. ; Roudet, J. ; Gary, C. 2008. A multivariate analysis of combined effects of (micro) climate, vegetative and reproductive growth on gray mould incidence in grapevine. Integrated Protection in Viticulture. 36 : 91-94.
115. Fry, S. 2004. Primary cell wall metabolism; tracking the careers of wall polymers in living plant cells. New Phytologist. 161 : 641-675.
116. Galet, P. 1977. Les maladies et les parasites de la vigne. Montpellier, Déhan, Imprimerie du Paysand du Midi. 264 p.
117. García-Escudero, E.; López, D.; Pérez, J. L.; Martínez, J. s.f. Control del rendimiento en la variedad Tempranillo blanco (*Vitis vinifera L.*) mediante la utilización del deshojado precoz. Actas de Horticultura. no. 60: 643-646.
118. Garibaldi, M.; Hartung, W.; Schubert, A. 2009. The effects of abscisic acid on grape berry ripening are affected by the timing of treatment. International Journal of Vine and Wine Science. 43:1-7.

119. Gepp, V.; Vero, S.; Cassanello, M. E.; Romero, G.; Silvera, E.; Gonzales, P.; Bentancur, O. 2012. Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinerea* en el Uruguay. *Agrociencia* (Uruguay). 16 (1): 97-107.
120. Giudice, D. L.; Wolf, T. K.; Zoecklein, B. W. 2004. Effects of prohexadione-calcium on grape yield components and fruit and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 55 (1): 73-83.
121. Glories, Y.; Agustin, M. 1995. Procédure` journée technique. In: Conseil Inter Professionnel du Vin de Bordeaux (3ème., 1995, Bordeaux, France). Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques; application aux millésimes 1991 et 1992. Bordeaux, France, s.e. pp. 56–61.
122. Goldschmid, E. E. 1997. Ripening of citrus and other non-climacteric fruits: a role for ethylene. *Acta Horticulturae*. no.42: 335-340.
123. González Neves, G.; Ferrer, M. 2000. Estudio plurianual de la incidencia de distintas técnicas de manejo del viñedo sobre los parámetros productivos y la composición de vinos tintos de la variedad Tannat. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 66: 30-43.
124. \_\_\_\_\_; 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 Goncalves, Brasil). Actas. Bento Goncalves, Brasil, s.e. pp. 3-5.
125. \_\_\_\_\_; 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*. no. 513 : 197–202.
126. \_\_\_\_\_. 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.
127. \_\_\_\_\_; 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.

128. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Gil, G. 2012. Differentiation of Tannat, Cabernet-sauvignon and Merlot grapes from Uruguay according to their general composition and polyphenolic potential. *Comunicata Scientiae*. 3 (1): 41-49.
129. Grassin, C.; Dunourdieu, D.; Bernard, J. L. 1987. Estimation of negative consequences of vine grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.) on wine qualities; the control of oxidation risks. *Phytoma* (France). 48: 40-91.
130. Greer, L. A.; Harper, J. D. I.; Savochia, S.; Smuelian, S. K.; Stell, C. C. 2011. Ripe rot of south-eastern Australian wine grapes is caused by two species of *Colletotrichum*; *C. acutatum* and *C. gloeosporioides* with differences in infection and fungicide sensitivity. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 17 (2): 123-128.
131. Hale, C. R. 1968. Growth and senescence of the grape berry. *Journal Agriculture Researched*. 19 (6): 939-945.
132. Hawerth, F. J. 2010. Uso de fitorreguladores para controle do desenvolvimento vegetativo e aumento da frutificação em macieira e pereira. Tese Doutorado. Pelotas, Brasil. Universidad Federal de Pelotas. 158 p.
133. Hed, B.; Ngugi, H. K.; Travis, J. W. 2009. Relationship between cluster compactness and bunch rot in vigneoles grapes. *Plant Disease*. 93 (11): 1195-1201.
134. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2011. Use of gibberellic acid for management of bunch rot on Chardonnay and vigneoles grape. *Plant Disease*. 95 (3): 269-278.
135. Hidalgo, L. 2009. La podredumbre gris de las uvas. (en línea). Ministerio de Agricultura (España). Hojas divulgadoras no. 1- 78. 15 p. Consultado 20 feb. 2017. Disponible en [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1978\\_01.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1978_01.pdf).
136. Hunter, J. E.; Visser, J. H. 1989. The effect of partial defoliation, leaf position and develoment stage of the vine on leaf chlorophyll concetration in relation to the photosinthetic activiti and light intensisty in the canopy of *Vitis vinifera*. L.cv Cabernet Sauvignon. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 10: 67-73.

137. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1990. The effect of partial of growth characteristics of *Vitis vinifera* L.cv. Cabernet- sauvignon I. South Africa Journal of Enology and Viticulture. 11: 18-25.
138. \_\_\_\_\_.; De Villiers, O. T.; Watts, J. E. 1991. The effect of partial defoliation on quality characteristics of *Vitis vinifera* L. cv.Cabernet- sauvignon grapes. II. Skin color, skin sugar, and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture. 42 (1): 13-18.
139. IFV (Institut Français de la Vigne et du Vine, FR). s.f. L'éclaircissage chimique ou physiologique. (en línea). Grau du Roi, s.n.t. Consultado 27 jul. 2016. Disponible en <http://www.vignevin-sudouest.com/publications/fiches-pratiques/eclaircissage-chimique#ancr2>
140. INAVI (Instituto Nacional de Vitivinicultura, UY). 2015. Estadística de viñedos; datos nacionales 2015. Canelones. 64 p.
141. \_\_\_\_\_. 2017. Estadística de viñedos; datos nacionales 2017. Departamento de viñedos, s.e. Canelones. 65 p.
142. Intieri, C.; Filipetti, I.; Allegro, G.; Centinari, M.; Poni, S. 2008. Effetti della defogliazione precoce sulla morfologia dei grappoli, la qualità e la produttività delle uve Sangiovese. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura. 70 (1): 28-31.
143. Intrigiolo, D.; Llacer, E.; Revert, J.; Esteve, M.; Climent, M.; Palau, D.; Gomez. I. 2014. Early defoliation reduces cluster compactness and improves grape composition in Mandó, an autochthonous cultivar of *Vitis vinifera* from southeastern Spain. Scientia Horticulturae. 167: 71–75.
144. Jordán, M.; Casaretto, J. 2006. Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. In: Squeao, F, A.; Cardemil, L. eds. Fisiología vegetal. La Serena, Chile, Universidad de la Serena. pp. 1-28.
145. Johannes, C.; Majcherczyk, A. 2000. Laccase activity tests and laccase inhibitors. Journal of Biotechnology. 78 (2): 193-199.
146. Kader, A. A. 1994. Regulation of fruit physiology by controlled/modified atmospheres. Acta Horticulturae. no. 398: 59-70.
147. Keller, M. 2007. Grapevine anatomy and physiology. 2<sup>nd</sup>. ed. Washington, D. C., USA, Washington State University. 202 p.

148. \_\_\_\_\_. 2015. The science of the grapevine. Anatomy and physiology. 3<sup>rd</sup>. ed. Washington, D. C., USA, Washington State University. 487 p.
149. Kliewer, M.; Bledsoe, A. 1986. Influence of hedging and leaf removal on canopy microclimate, grape composition, and wine quality under California conditions. *Acta Horticulturae*. no. 206.: 157-168.
150. \_\_\_\_\_.; Smart, R. E. 1989. Canopy manipulation for optimizing vine microclimate, crop yield and composition of grapes. *In*: Jackson, J. E. ed. *Manipulation of fruiting*. London, Butterworth. pp. 275-291.
151. \_\_\_\_\_. 1992. Nuevas tendencias en sistemas de conducción de vides. *In*: Seminario Internacional la Vitivinicultura del Futuro (1992, Chillan, Chile). *Actas*. Chillan, Chile, s.e. pp. 24-27.
152. \_\_\_\_\_.; Dokoozlian, N. 2001. Leaf area/ crop weight ratios of grapevines; influences on fruit composition and wine quality. *In*: Annual Meeting of the American Society for Enology and Viticulture (20<sup>th</sup>., 2001, Seattle, USA). *Proceedings*. Seattle, USA, s.e. pp. 285-295.
153. Kretschmer, M.; Kassemayer, H. H.; Hahn, M. 2007. Age-dependent grey mould susceptibility and tissue-specific defence gene activation of grapevine berry skin after infection by *Botrytis cinerea*. *Journal of Phytopathology*. 155 (5): 258-263.
154. Kuhn, N.; Guan, L.; Dai, Z. W.; Wu, B. H.; Lauvergeat, V.; Gomés, E.; Delrot, S. 2014. Berry ripening; recently heard through the grapevine. *Journal of Experimental Botany*. 65 (16): 4543-4559.
155. Lacampagne, S.; Gagné. S.; Gény. L. 2010. Involvement of abscisic acid in controlling the proanthocyanidin biosynthesis pathway in grape skin; new elements regarding the regulation of tannin composition and leucoanthocyanidin reductase (LAR) and anthocyanidin reductase (ANR) activities and expression. *Journal of Plant Growth Regulation*. 29 (1): 81-90.
156. Latorre, B. A. 1986. Manejo de *Botrytis cinerea* en uva de mesa. *Revista Frutícola (Chile)*. 7: 75-88.
157. \_\_\_\_\_.; Rioja, M. E. 2001. Effect of timing on the efficacy of fungicide treatments applied against *Botrytis cinerea* of grapevine. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 28 (2): 61-66.

158. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; 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 (Chile)*. 29 (3): 145-151.
159. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2003. Effect of temperature on flower and berry infections caused by *Botrytis cinerea* on table grapes. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 29 (3): 145-152.
160. \_\_\_\_\_.; Torres, R. 2012. Prevalence of isolates of *Botrytis cinerea* resistant to multiple fungicides in Chilean vineyards. *Crop Protection*. 40: 49-52.
161. Leguizamón, G.; González, L.; Baez, S. 2005. Grape anthocyanins (*Vitis vinifera* L.) and their relation to color. *Revista Fitotecnia (México)*. 28 (4): 359-368.
162. Leroux, P.; Fritz, R.; Debideu, D.; Albertini, C.; Lanen, C.; Bach, J.; Gredt, M.; Chapeland, F. 2002. Mechanisms of resistance to fungicides in field strains of *Botrytis cinerea*. *Pest Management Science*. 28: 876–888.
163. Lisboa, M. 2003. Efectividad de *Bacillus subtilis* y de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia y severidad de pudrición gris (*Botrytis cinerea*) en vid (*Vitis vinifera* L.). Tesis Ing. Agr. Talca, Chile. Universidad de Taca. Facultad de Ciencias Agrarias. 45 p.
164. Longland, J. M.; Sutton, T. B. 2008. Factors Affecting the Infection on fruit of *Vitis vinifera* by the bitter rot pathogen *Greeneria uvicola*. *The American Phytopathological Society*. 98: 580-584.
165. López de Cerain, A. 2003. Ocratoxina A; exposición en España y nuevos aspectos sobre su toxicidad. *Revista de Toxicología*. 15 (20): 72-73.
166. Ma, Y. Y.; Liu, Z. H.; Guo, X. L.; Li, G. M. 2007. The changes of Ca<sup>2+</sup> localization in cells and cytological electromicroscopic structure of *Zea mays* L. leaflets in response to oxidative stress. *Plant Physiology*. 111: 1031-1042.
167. Mc Anish, M. R.; Clayton, H.; Mansfield, T. A.; Hetherington, A. M. 1996. Changes in stomatal behaviour and guard cell cytosolic free calcium in response to oxidative stress. *Plant Physiology*. 111: 1031-1042.

168. Marois, J. J.; Nelson, J. K.; Morrison, J. C.; Lile, L. S.; Bledsoe, A. M. 1986. The influence of berry contact within grape cluster on the development of *Botrytis cinerea* and epicuticular wax. *American Journal of Enology and Viticulture*. 37 (4): 293-296.
169. Martínez da Toda F.; Tardáguila, J. 2007. El deshojado precoz: nueva técnica para reducir la compacidad de los racimos y la producción de uva. (en línea). *Revista Enomaq-Tecnovid*. no. 2: 19-23. Consultado 20 feb. 2017.  
Disponible en [http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/investigacion/evega/esfolla\\_precoz\\_sevi\\_2007.pdf](http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/investigacion/evega/esfolla_precoz_sevi_2007.pdf)
170. \_\_\_\_\_. 2008. Claves de la viticultura de calidad; nuevas técnicas de estimación y control de la calidad de la uva en el viñedo. Madrid, España, Mundi-Prensa. 214 p.
171. Martins Marques Costas, T. 2013. Caracterización fisiológica y genética de las poblaciones naturales de *Botrytis cinerea* de los viñedos de Castilla y León. Tesis de Doctorado. Castilla y León, España. Universidad de Salamanca. Centro Hispano Luso de Investigaciones Agrarias. 299 p.
172. Marzouk, H. A.; Kassem, H. A. 2011. Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Scientia Horticulturae*. 130 (2): 425-430.
173. May, P. 2000. From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 6 (2): 82-98.
174. Mayer, A. M.; Staples, R. C. 2002. Laccase: new functions for an old enzyme. *Phytochemistry*. 60 (6): 551-565.
175. Molitor, D.; Rothmeir, M.; Behr, M.; Fischer, S.; Hoffman, L.; Evers, D. 2011a. Crop cultural and chemical methods to control grey mould on grapes. *VITIS-Journal of Grapevine Research*. 50 (2): 81-87.
176. \_\_\_\_\_.; Behr, M.; Fischer, S.; Hoffman, L.; Evers, D. 2011b. Timing of cluster-zone leaf removal and its impact on canopy morphology, cluster structure and bunch rot susceptibility of grapes. *Oenological One*. 45 (3): 149-159.
177. \_\_\_\_\_.; 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): 231-244. Consultado 22 jun. 2017. Disponible en <http://oeno-oneeu/article/view/36>.

178. Montereali, M. R.; Della Seta, L.; Vastarella, W.; Pilloton, R. 2010. A disposable Laccase-Tyrosinase based biosensor for amperometric detection of phenolic compounds in must and wine. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 64 (3): 189-194.
179. Mori, K.; Sato, H.; Goto-Yamamoto, N.; Kitamaya, M.; Kobasayi, S.; Sugaya, S.; Hashisume, K. 2015. Effects of abscisic acid treatment and night temperatures on anthocyanin composition in Pinot noir grapes. *VITIS- Journal of Grapevine Research*. 44 (4): 161-165.
180. Munaro, D.; Do Santos, M. C. 2016. Evaluation of gibberellins effects in association with fungicides for control grey mould in grapes merlot. *In: World Congress of Vine and Wine (39<sup>th</sup> ., 2016, Bento Goncalves, Brasil)*. Actes. Bento Goncalves, Brasil, s.e. pp. 10-38.
181. 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.
182. Nair, N. G.; Allen, R. N. 1993. Infection of grape flowers and berries by *Botrytis cinerea* as a function of time and temperature. *Mycological Research*. 97 (8): 1012-1014.
183. Nir, G.; Lavee, S. 1981. Persistence, uptake and translocation for (14C) ethephon (2-chloroethyl phosphonic acid) in Perlette and Cardinal grapevines. *Australien Journal of Plant Physiology*. 8 (1): 57-63.
184. Núñez, S.; García, S.; Paullier, J.; Pagani, C.; Maeso, D. 1998. Guía para el manejo integrado de plagas y enfermedades en frutales. Montevideo, Uruguay, INIA. 117 p. (Boletín de Divulgación no. 66)
185. OIV (Organisation Internationale de la Vigne et du Vine, FR). 1983. Codes des caractères descriptifs des variétés et espèces de vitis. Paris, Dedon. s.p.
186. \_\_\_\_\_. 2009. Description des cepages du monde. 2ème. ed. Paris, s.e. 560 p.
187. Ojeda, H.; Deloire, A.; Carbonneau, A. 2001. Influence of water déficits on grape berry growt. *Vitis*. 40 (3): 141-145.

188. \_\_\_\_\_.; Andary, C.; Kraeva, E.; Carbonneau, A.; Deloire, A. 2002. Influence of pre-and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. American Journal of Enology and Viticulture. 53 (4): 261-267.
189. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Whang, Z.; Carbonneau, A. 2008. Determinación y control del estado hídrico de la vid. Revista Enología. no. 6: 1-16.
190. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Carbonneau, A. 2015. Influence of water deficits on grape berry growth. VITIS-Journal of Grapevine Research. 40 (3): 141-153.
191. Oliva, J.; Martínez-Gil, A. M.; Lorenzo, C.; Cámara, M. A.; Salinas, M. R.; Barba, A, Garde-Cedrán, T. 2015. Influence of the use of fungicides on the volatile composition on Montastrell red wines obtained from inoculated fermentation. Food Chemistry. no. 170: 401-406.
192. Orio, L. P. 2010. Efectos del deshojado precoz, durante cuatro años, sobre las características de la producción en las variedades Tempranillo, Mazuelo y Graciano (*Vitis vinifera* L.) Tesis Doctoral. La Rioja, España. Universidad de La Rioja. 226 p.
193. Orioliani, E.; Rodríguez- Romera, M.; Cassasa, F.; Sari, S., Catania, A, C.; 2007. Medición de la actividad lacasa mediante la puesta a punto del método de la syringaldazina en uvas y mostos de la zona alta del Río Mendoza. Revista Enología. 2 (4): 1-2.
194. Ortega-Farías, S.; Salazar-Mejías, R.; Moreno- Simunovic, Y. 2007. Efecto de distintos niveles de poda y reposición hídrica sobre el crecimiento vegetativo, rendimiento y composición de bayas en vides cv. Cabernet Sauvignon. Agricultura Técnica. 67 (4): 401-413.
195. Otero, I.; Diago, P.; Genisheva, L.; Zlatina, G.; Oliveira, J. M.; Tubio, M.; Álvarez, K.; Vilanova, M. 2010. Efectos del deshojado precoz sobre la composición aromática del vino Albariño en el valle del Salnés (D.O. Rías Baixas). In: Foro Internacional del Vino (7º., 2010. La Rioja, España). Actas. La Rioja, España, s.e. pp. 12-18.
196. Ovalle, J. I. 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://repositorio.uchile/biltream/handle/2250/11279/Juan%20Ignacio%20Memoria%20de%20titulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

197. 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.
198. Passardi, F.; Penel, C.; Dunad, C. 2004. Performing the paradoxical; how plant peroxidases modify the cell wal. *Trends in Plant Science*. 9 (11): 534-540.
199. Paya, P.; San Nicolás, F. T.; Navarro, A. B.; Oliva, J. 2005. Efecto de residuos de fungicidas en la composición fenólica de vinos tintos (var. Monastrell). *Tecnología del vino; tratamientos y equipos para viticultura y enología*. no 23: 37-41.
200. Payan, J. 1993. Raisonement de la charge des ceps par ébourgeonnage et interventions sur les grappes. *In: Congress GESCO (6ème., 1993, Reims, France)*. Actes. Reims, France, s.e. pp. 86-88.
201. \_\_\_\_\_. 1994. Regulation de la production par l'éclaircissage. *In: Congress GESCO (7ème., 1994, Valladolid, España)*. Actes. Valladolid, España, s.e. pp. 165-168.
202. Pecket. R. C.; Small, C. J. 1980. Occurrence, location and development of anthocyanoplasts. *Phytochemistry*. 19: 2571-2576.
203. Peña, M. 2008. Experiencias de la aplicación de fitorreguladores para mejorar la calidad de la uva. *In: Curso de verano de Viticultura y Enología (8º., 2008, Burgos)*. Ponencias. Burgos, se. pp. 17-21.
204. Percival, D. C.; Fisher, K. H.; Sillivan, J. A. 1994a. Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera L.* cv. Riesling grapevines. I. Effects on canopy structure, microclimate, bud survival, shoot density, and vine vigor. *American Journal of Enology and Viticulture*. 45 (2): 123-132.
205. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1994b. 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.
206. Peppi M. C.; Fidelibus M. W.; Dokoozlian N. K. 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.

207. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008. Effect of forchlorfenuron and abscisic acid on the quality of Flame Seedless grapes. *Horticulturae Science*. 43 (1): 173-176-
208. Petrie, P. R.; Trought, G. S.; Howell, G. D.; Bunchan. F. 2003. The effect of leaf removal and canopy height on whole-vine gas exchange and fruit development of *Vitis vinifera* L. Sauvignon blanc. *Plant Biology*. 30: 711-717.
209. Peynaud, E. 1977. *Enología práctica; conocimiento y elaboración de vino*. Madrid, s.e. 414 p.
210. \_\_\_\_\_. 1984. *Enología práctica; conocimiento y elaboración de vinos*. 2ª. ed. Madrid, s.e. 405 p.
211. Poni, S.; 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.
212. \_\_\_\_\_.; Casalini, L.; Bernizioni, F., Civardi, S., Intieri, C. 2006. Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57 (4): 397-407.
213. Possner, D. R. C.; Kliewer, W. M. 1985. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grapes berries. *Vitis*. 24: 229-240.
214. Pszczóllowsky, P.; Morales, Y.; Cava, S. 1985. Composición química y calidad de mosto y vinos obtenidos de racimos diferentes asoleados. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*. 12 (3): 181-187.
215. Quenol, H.; Nöljkgrosset, M.; Barbeau, G.; Van Leeuwen, K.; Hofmman, M. ; Foss Miranda, C. 2014. Adaptation of viticulture to climate change; high resolution observations of adaptation scenarios for viticulture (The Adaptation of Viticulture to Climate Change European Project). *Bulletin de l'OIV*. 87:395-406.
216. Rademacher, W. 2000. Growth retardants; effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Review of Plant Biology*. 51 (1): 501-531.
217. \_\_\_\_\_.; Kober, R. 2003. Efficient use of prohexadione-Ca in pome fruits. *European Journal of Horticultural Science*. 68: 101-107.

218. \_\_\_\_\_; Spinelli, F.; Costa, G. 2006. Prohexadione-Ca: modes of action of a multifunctional plant bioregulator for fruit trees. *Acta Horticulturae*. no. 727: 97-106.
219. Ramírez, H.; Alvarez-Maldonado, V. M.; Aguilar, C. N.; Wong-Paz, J. E.; Zermeño-González, A.; Vazquez-Badillo, M. E.; Zabala-Ramírez, M. G.; Mendóza-Castillo, J. 2017. La prohexadiona-Ca aumenta rendimiento y contenido de antioxidantes en vid cultivar Shiraz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios (México)*. 4 (10): 13-20.
220. Redl, H.; Redl, M.; Redl, C. 2014. Unberechenbare Gefahr im “modernen” Weinbau: *Botrytis* erfordert neue Wege. *Der Winzer*. 70: 6-12.
221. Retamales, J. 2005. Actualización en hormonas vegetales y reguladores de crecimiento; aspectos básicos y modos de acción. *Revista de Toxicología (Chile)*. 2 (20): 72-73.
222. Reynier, A. 2002. Manual de viticultura; guía técnica de viticultura. 6ª.ed. Madrid, España, Mundi-Prensa. 489 p.
223. \_\_\_\_\_. 2005. Manual de viticultura. 6ª. ed. España, Madrid, Mundi-Prensa. 451 p.
224. Reynolds, A. G.; Wardle, D. A.; Zurowski, C.; Lonney, N. E. 1992. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 177 (1): 85-89.
225. Ribéreau-Gayón, J.; Peynaud, E. 1982a. Ciencias y técnicas de la viña. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 671 p.
226. \_\_\_\_\_. 1982b. Incidences oenologiques de la pourriture du raisin. *EPPO Bulletin (France)*. 12 (2): 201-214.
227. \_\_\_\_\_.; Peynaud, E. 1986. Ciencias y técnicas de la viña. Buenos Aires, Hemisferio Sur. t. 2, 659 p.
228. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Sudraud, P.; Ribéreau-Gayón, P. 1989. Tratado de Enología. Ciencias y técnicas del vino. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 537 p.

229. 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.
230. Risco, D. 2012. Riego deficitario controlado y deshojado temprano en la vid (*Vitis vinifera* L.) var. Tempranillo en Utiel-Requena; efectos sobre la respuesta agronómica y la calidad de la uva. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 14: 48-50.
231. Roblero, Y. 2011. Determinación del efecto portainjerto sobre la producción y la calidad de la uva en la variedad Shiraz (*Vitis vinifera*.L). Tesis Ing Agr. Torreón, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. 74 p.
232. 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.
233. Rodríguez, M. S. A.; San José, M. G. 1995. Influencia climática en la maduración de la uva: estudio de cultivares de la Rioja y de Madrid. *Zubía*. (7): 79-102.
234. Rodríguez Romera, M. C.; Oriolani, E. J. 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 15 mar. 2016. Disponible en [http://www.inv.gob.ar/inv\\_contenidos/pdf/foro/2010/12-INTA-PodredumbreAcidaDeRacimosDeVid19-08-10.pdf](http://www.inv.gob.ar/inv_contenidos/pdf/foro/2010/12-INTA-PodredumbreAcidaDeRacimosDeVid19-08-10.pdf)
235. Rodríguez, H. R.; Maldonado, V. M. A.; Aguilar, C. N.; Paz, J. E. W; Gonzáles, A. Z.; Badillo, M.; Castellanos, J. M. 2016. La prohexadiona-Ca aumenta rendimiento y contenido de antioxidantes en vid cultivar Shiraz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios (México)*. 4 (10): 13-20.
236. Rojas, J. E. 2016. Estudio de la diversidad genética de *Botrytis sp* en orquídeas y la resistencia al ataque del hongo. Tesis Ing. Agr. Madrid, España. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Superior Técnica de Ingenieros Agrónomos. 136 p.
237. Román- Ramos, A. E. 2014. Caracterización genética y fenotípica de aislados chilenos de *Botrytis cinerea* de diferente grado de sensibilidad a Boscalid. Tesis Master. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 46 p.

238. Rufato, L.; Broghenti, A. F.; Macedo, T. A.; Bem, B. P.; Allebrandt, R.; Souza, D. S.; Filho, M. s.f. Effects of Prohexadione-calcium on yield components and fruit composition of Cabernet- sauvignon in southern of Brazil. (en línea). Santa Catalina, Brazil, s.e. s.p. Consultado 21 mar. 2017. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Alberto\\_Brighenti/publication/281006095\\_EFFECTS\\_OF\\_PROHEXADIONE-CALCIUM\\_ON\\_YIELD\\_COMPONENTS\\_AND\\_FRUIT\\_COMPOSITION\\_OF\\_CABERNET\\_SAUVIGNON\\_IN\\_SOUTHERN\\_BRAZIL/links/55d107ad08ae6a881385e81c.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Brighenti/publication/281006095_EFFECTS_OF_PROHEXADIONE-CALCIUM_ON_YIELD_COMPONENTS_AND_FRUIT_COMPOSITION_OF_CABERNET_SAUVIGNON_IN_SOUTHERN_BRAZIL/links/55d107ad08ae6a881385e81c.pdf).
239. Sabbatini, P.; Howell, G. S. 2010. Effects of early defoliation on yield, fruit composition, and harvest season cluster rot complex of grapevines. *Horticulturae Science*. 45 (12): 1804- 1808.
240. Salisbury, F.; Ross, C. 1992. *Plant physiology*. 4<sup>th</sup>. ed. Belmont, California, USA, s.e. 682 p.
241. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1994. *Fisiología vegetal*. México, Grupo Editorial Iberoamericana. 441 p.
242. Sánchez, L. A.; Dookozlian, N. K. 2005. Bud microclimate and fruitfulness in *Vitis vinifera L.* *American Journal of Enology and Viticulture*. 56 (4): 319-329.
243. Schildberger, B.; Faltis, C.; Arnold, M.; Eder, R. 2011. Effects of prohexadione-calcium on grape cluster structure and susceptibility to bunch rot (*Botrytis cinerea*) in cv. Grüner Veltliner. *Journal of Plant Pathology*. 93 (1): 33-37.
244. Schmitzer, V.; Veberec, R.; Stampar, F. 2012. Prohexadione-Ca application modifies flavonoid composition and color characteristics of rose (*Rosa hybrida L.*) flowers. *Scientia Horticulturae*. 146: 14-20.
245. Scholander, P.; Hammel, H.; Bransbree, P.; Hammingsen, E. 1965. Sap pressure in vascular plant. *Plant Sciences*. 148: 339-346.
246. Serrano, E.; Engel, D. s.f. Limitation de la végétation par pulvérisation d'Ethephon. (en línea). Pole Sud-Quest- Vinnopole, Institut Francais de la Vigne et du Vin. s.p. Consultado 28 ago. 2017. Disponible en <http://www.vignevin-sudouest.com/publications/compte-rendus-recherche/pdf/limitation-vegetation-pulverisation-ethephon.pdf>.

247. Sivilloti, P.; Herrera J. C.; Sabbatini, P.; Peterlunger, E. 2016. Impact of leaf removal, applied before and after flowering, on anthocyanin, tannin, and metoxipirazin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 64 (22): 4487-4496.
248. Smart, R.; Shaulis, N.; Lemon, E. 1982. The effect of Concord vineyard microclimate on yield; the interrelation between microclimate and yield expression. *American Journal of Enology and Viticulture*. 33 (2): 109-116.
249. \_\_\_\_\_; Robinson, J. B.; Due, G. R.; Brien, C. J. 1985. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis*. 24: 17-31.
250. \_\_\_\_\_; Robinson, M. 1991. Sunlight into wine; a handbook for winegrape canopy management. Adelaide, Winetitles. 88 p.
251. Sotés, V. 2011. Avances en viticultura en el mundo. (en línea). *Revista Brasileira de Fruticultura*. no. 2: 131-143. Consultado 15 jul. 2017. Disponible en [http://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2011/10/pag131\\_143-Palestra207-11.pdf](http://wp.ufpel.edu.br/fruticultura/files/2011/10/pag131_143-Palestra207-11.pdf)
252. Spinelli, F.; Speakman, J. B.; Rademacher, W.; Halbwirth, H.; Stich, K.; Costa, G. 2005. Luteoferol, a flavan 4-ol, is induced in pome fruits by prohexadione-calcium and shows phytoalexin-like properties against *Erwinia amylovora* and other plant pathogens. *European Journal of Plant Pathology*. 112 (2): 133-142.
253. Spiroa, M. 1996. Influencia del aclareo manual, el aclareo con ethephon y el deshojado sobre la producción y la composición del fruto de Moristell, Cariñena y Chenin Blanc. *Viticultura y Enología Profesional*. no. 45: 16-24.
254. Srinivasan, C.; Mullins, M. G. 1981. Physiology of flowering in the grapevine a review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 32 (1): 47-63.
255. Staswick, P.; Tiryaki, I.; Rowe. M. 2002. Jasmonate response locus *JAR1* and several related Arabidopsis genes encode enzymes of the firefly luciferase superfamily that show activity on jasmonic, salicylic, and indole-3-acetic acids in an assay for adenylation. *The Plant Cell*. 14: 1405-1415.
256. Steel, C. C.; Greer, L. A.; Savocchia, S. 2007. Studies on *Colletotrichum acutatum* and *Greeneria uvicola*; two fungi associated with bunch rot of grapes in sub-tropical Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 13: 23-29.

257. Szyewicz, E.; Kliewer, W. M. 1983. Influence of timing of ethephon application on yield and fruit composition of Chenin blanc grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 34 (3): 53-56.
258. \_\_\_\_\_.; Rosner, N.; Kliewer, W. M. 1984. Ethephon (2-chloroethyl) phosphonic acid, Ethrel (CEPA) in viticulture; a review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 35 (3): 117-123.
259. Tardáguila, J.; 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. (en línea). *In: Foro Mundial del Vino (5 °., 2006, La Rioja, España)*. Trabajos presentados. La Rioja, s.e. pp. 5-11. Consultado 15 ago. 2016. Disponible en <http://televitis.unirioja.es/images/documents/2006-Logro%C3%B1o2.pdf>.
260. Tello, J.; Aguirrezabal, R.; Hernáiz, S.; Larreina, B.; Montemayor, M. I.; Vaquero, E.; Ibañez, 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 (1° ., 2014, La Rioja, España)*. Retos actuales de I+D en viticultura. Logroño, España, s.e. pp. 60-66.
261. Teszlák, P.; Gaál, K.; Nikfardjam, M. S. P. 2005. Influence of grapevine flower treatment with gibberellic acid (GA 3) on polyphenol content of *Vitis vinifera L.* wine. *Analytica Chimica*. 543 (1): 275-281.
262. 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.
263. \_\_\_\_\_. 1999. Les macroclimats viticoles modiaux et l'influence du mesoclimat sur la typicité de la Syrah et du Muscat de Hamburg dans sud de la France. *These de Doctorat*. Montpellier, France. Université du Montpellier. Ecole National Supérieur Agronomique. 236 p.
264. \_\_\_\_\_.; Carbonneau, A. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*. 124 (1): 81-97.

265. Uzquiza, L, 2010. Utilización de agentes de abscisión de la uva. Tesis Doctoral. Valladolid, España. Universidad de Valladolid. Escuela Superior de Ingenierías Agrarias. 114 p.
266. Vail, M. E.; Marois, J. J. 1991. Grape cluster architecture and the susceptibility of berries to *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*. 81 (2): 188-191.
267. \_\_\_\_\_.; Wolpert, J. A.; Gubler, W. D.; Rademacher, M. R. 1998. Effect of cluster tightness on *Botrytis* bunch rot in six Chardonnay clones. *Plant Disease*. 82 (1): 107-109.
268. Vaquero Fernández, L.; Fernandez- Zurbano, P.; Sanz-Asensio, J.; López-Alonso, M.; Martínez-Soriano, M. 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.
269. \_\_\_\_\_.; Martínez-Soria, M. T.; Fernández-Zurbano, P.; Sanz-Asensio, J.; López-Alonso, M.; Mateo-García, L. C. 2010. Aplicación en vid de Prohexadiona de calcio como regulador del crecimiento. Influencia en la calidad del vino. (en línea). *In*: Congreso de Enólogos (1º., Madrid, España). Trabajos presentados. Madrid, España, s.e. pp. 20- 26. Consultado 25 jun. 2016. Disponible en <http://enologos2008.unicongress.org/archivos/file/Madrid/ENOLOGOS/20%20Aplicacion%20en%20vid%20de%20prohexadiona.pdf>
270. Vasconcelos, M. C.; Geven, M.; Winefield, C. S.; Trought, M. C.; Raw, V. 2009. The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 60 (4): 411-434.
271. Vega, J.; Alcalde, J.; Cinta, W. 1962. Variedades de vid que se cultivan en la región de Cuyo. Buenos Aires, CONI. 267 p.
272. Vieira, C. R. Y. I.; Pires, E. J. P.; Tecchio, M. A.; Otsubo, I. M. N.; Vieira, M. D. C., Yamasaki, A. K.; Bortolanza, O. 2006. Bud fertility of grapevines' Niagara Rosada'in accordance with the conduction system. *Revista Brasileira de Fruticultura (Brasil)*. 28 (1): 136-138.
273. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Botelho, R. V. 2008. Effects of gibberellic acid and thidiazuron on clusters and must characteristics of Niagara Rosada grapevine. *Revista Brasileira de Fruticultura (Brasil)*. 30 (1): 12-19.

274. Villalobos, L. E. 2010. Ácido abscísico; importante modulador de la ruta fenilpropanoide en bayas de vid cv. Carménere. Tesis Bioquímico. Valparaíso, Chile. Universidad de Católica de Valparaíso. Facultad de Ciencias. 407 p.
275. Yin, Z.; Malinowski, R.; Ziolkowska, A.; Sommer, H.; Plader, W.; Malepszi, S.; 2006. The DefH9-iaaM-containing construct efficiently induces parthenocarp in cucumber. *Cell Molecular Biology*. 11: 279–290.
276. Yuste, J. 2001. Sistema de conducción; técnica de cultivo en viticultura. *Vida Rural*. 121: 26-32.
277. Weaver, R. J. 1962. The effect of benzothiazole-2-oxycetic acid on maturation of seeded varieties of grape. *American Journal of Enology and Viticulture*. 13: 141-149.
278. Williamson, B.; Tudzynski, B.; Tudzynsky, P.; Van Kan, J. A. L. 2007. *Botrytis cinerea*; the cause of the gray mould disease. *Molecular Plant Pathology*. 8: 561-580.
279. Winkler, A. J. 1962. *Viticultura general*. México, Continental. 792 p.
280. Wood, N. T.; Allan, A. C.; Haley, A.; Viry-Moussid, M.; Trewavas, A. J. 2000. The characterization of the differential calcium signaling in tobacco guard cells. *Plant Journal*. 24: 335-344.
281. Zabadal, T. J.; Dytmer, T. W. 1998. Vine management systems affect yield, fruit quality, cluster compactness, and fruit root of chardonnay grape. *Hortscience*. 33 (5): 506-809.
282. Zamboni, M.; Fregoni, M. 1991. La viticultura y la acidez del mosto. *Viticultura y Enología Profesional*. no.14: 29-37.
283. Zermeño-Gonzales, A.; Vázquez-Badillo, E.; Zavala-Ramírez, M. G.; Ravelo-Abreu, J. A.; Rubra-Armendáriz, C.; Gutiérrez Fernández, A.; De la Torre, A. H. 2011. Grapevine canopy and vigor management. *Acta Horticulturae*. no. 206: 23-25.
284. Zoecklein, B. W.; Wolf, T. K.; Duncan, N. W.; Judge, J. M.; Cook, M. K. 1992. Effects of fruit zone leaf removal on yield, fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and White Riesling (*Vitis vinifera L*) grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 43: 139-148.