

Manual de calidad de uva

Guía práctica para conocer y evaluar
la calidad de uva para vino

Hernán F. Vila / Silvia C. Paladino

Jorge J. B. Nazrala / Claudia C. Lucero

Colaboran: INTA - Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo - AACREA - COVIAR

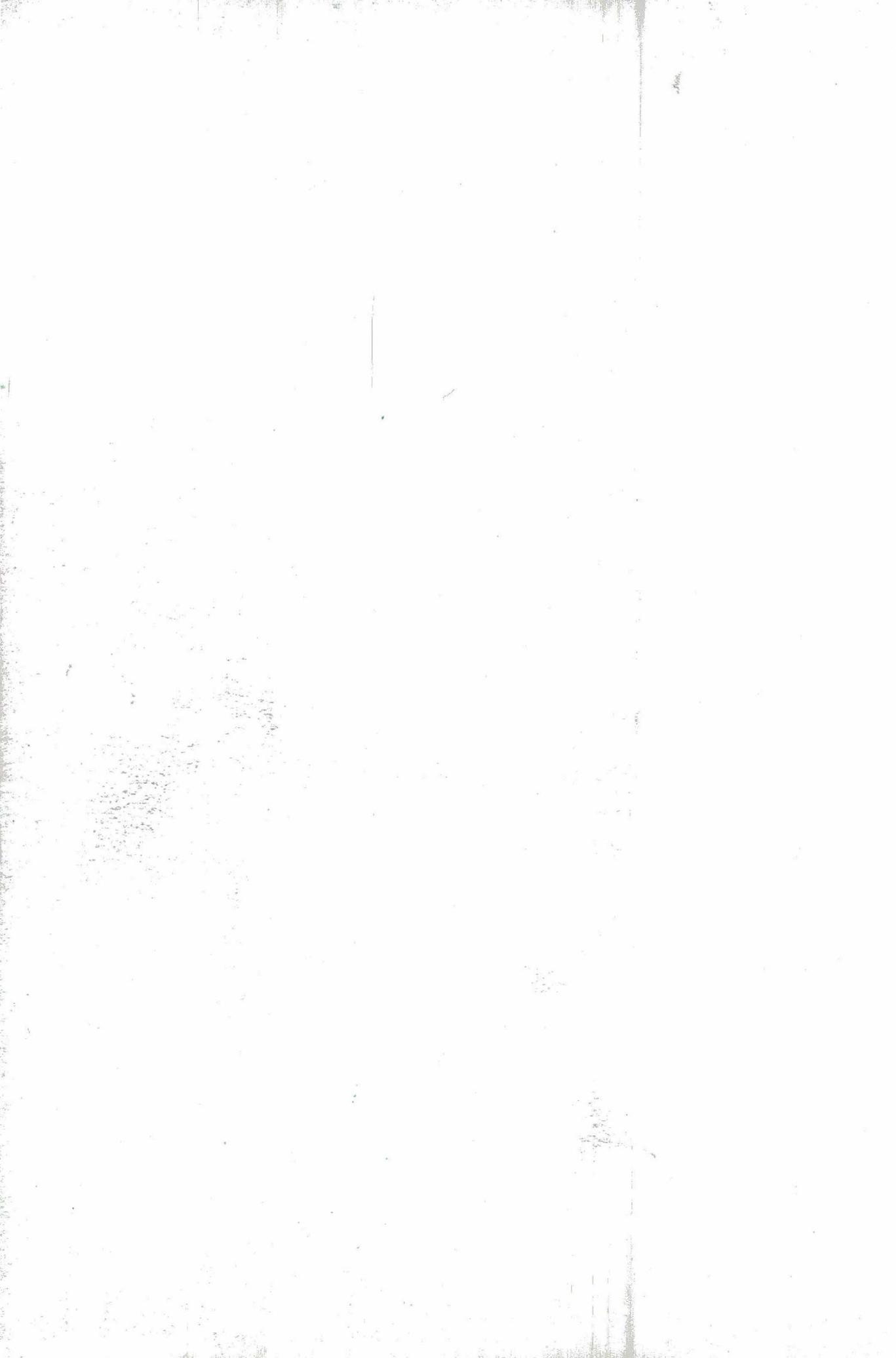


Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Publicaciones
Regionales





Manual de calidad de uva

Guía práctica para conocer y evaluar
la calidad de uva para vino



Hernán F. Vila
Silvia C. Paladino
Jorge J. B. Nazrala
Claudia C. Lucero

Mendoza - Argentina
Abril 2010

MANUAL DE CALIDAD DE UVA

Autores: Hernán F. Vila, Silvia C. Paladino, Jorge J.B. Nazrala, Claudia C. Lucero

Diseño interior: Inca Editorial

Colaboran:

INTA - Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo - AACREA - COVIAR

Manual de calidad uva : guía práctica para conocer y evaluar la calidad de uva para vino /

Hernán F. Vila ... [et.al.]. - 1a ed. - Luján de Cuyo : Ediciones INTA, 2010.

96 p. ; 27x20 cm.

ISBN 978-987-1623-78-5

1. Vinicultivo. I. Vila, Hernán F.
CDD 663.2

Fecha de catalogación: 24/08/2010

Reservados todos los derechos. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluidos la reprografía y el tratamiento informático.

Copyright © 2010

EDICIONES INTA

Centro Regional Mendoza-San Juan

Acceso Sur y Aráoz s/n, Luján de Cuyo

CP 5507 Mendoza

<http://www.inta.gov.ar/region/mesa/index.htm>

Tirada 500 ejemplares

Primera Edición

Impreso en Argentina - Printed in Argentina

ISBN ISBN 978-987-1623-78-5

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723
Mendoza, República Argentina

Manual de calidad de uva

Índice

	Página
Prefacio	5
Objetivos y Alcance del Manual	7
1. La uva, su desarrollo y composición	9
2. Qué se entiende por calidad	17
3. La importancia de definir la calidad de la uva: la uva como materia prima y la necesidad de entender la calidad del vino	19
4. La calidad del vino y las gamas de precio	21
5. Índices de calidad del vino tinto	23
6. Factores agronómicos que afectan la calidad del vino	28
a. Variedad de uva	28
b. Clima, zona y sitio	29
c. Efecto año	31
d. Productividad y equilibrio vegetativo-reproductivo del viñedo	32
e. Disposición de la canopia e insolación de los racimos	39
f. Estado hídrico del viñedo	40
7. La madurez de la uva y la calidad del vino	42
8. Calificación de la calidad de la uva: los tres pilares del sistema de evaluación	49
a. Calificación del viñedo: "Puntaje" del viñedo. Métodos para pronosticar producción de uva, medir área foliar y estimar productividad/ equilibrio	49
b. Evaluación de la madurez para asegurar la cosecha en el momento óptimo	63
c. Evaluación del estándar de calidad de la uva	65
9. Pérdidas de calidad en la uva por problemas sanitarios, alteraciones fisiológicas y contingencias climáticas	70
10. Pérdidas de calidad en la uva por malas prácticas durante la cosecha, transporte y recepción de la uva	80
11. Cómo incide la calificación de calidad de la uva en la economía de la empresa vitivinícola: cómo evitar el síndrome del doble A	84
Bibliografía	87
Anexo: Tabla de números aleatorios	91

Los autores

Hernán F. Vila: ingeniero agrónomo, magister scientiae en viticultura y enología, investigador del Laboratorio de Viticultura de la EEA INTA Mendoza, Argentina.

Silvia C. Paladino: ingeniera agrónoma, magister scientiae en tecnología de alimentos, profesora adjunta e investigadora de la Cátedra de Enología I, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Jorge J. B. Nazrala: ingeniero agrónomo, magister scientiae en viticultura y enología, profesor titular e investigador de la Cátedra de Enología I, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Claudia C. Lucero: ingeniera agrónoma, investigadora del Laboratorio de Viticultura de la EEA INTA Mendoza, Argentina.

Agradecimientos

Los autores deseamos agradecer especialmente a Fernando Ruiz Toranzo, responsable por AACREA del Proyecto "Desarrollo de sistemas de manejo del viñedo para optimizar la calidad y producción de uvas de vinificar y creación de estándares de calidad de uva", quien compartió con nosotros su visión. También a la Corporación Vitivinícola Argentina, responsable del Plan Estratégico Vitivinícola 2020, que creyó en nosotros y financió parcialmente el proyecto.

Agradecemos además la colaboración de las instituciones AACREA, INTA y FCA – UNCuyo, y de las empresas y personas que hicieron posible la realización de este proyecto.

Prefacio

Este manual es la concreción de un sueño conjunto de un grupo de personas.

En el año 2003, los grupos CREA vitícolas organizamos una jornada técnica en la Facultad de Ciencias Agrarias para trabajar sobre los magros resultados de esa vendimia. Los rendimientos habían estado muy lejos de los presupuestados antes de la campaña, y de los estimados durante la campaña. Y no se sabía muy bien porqué.

Para pensar sobre el problema se convocó a varios técnicos de la Facultad y del INTA. Bruno Cavagnaro, Roxana Vallone y Hernán Vila aceptaron el desafío y con ellos y un grupo de 50 miembros CREA (empresarios, ingenieros y enólogos) trabajamos durante todo un día bajo el formato de taller. Más allá de las conclusiones específicas para esa campaña, ese día se definió una visión de la vitivinicultura que sería la guía de nuestro trabajo por los próximos años. Esa visión decía:

- Los productores vitícolas contarán con la tecnología de manejo del viñedo que les permitirá maximizar sus resultados en forma sostenible, asegurando una alta calidad de uvas destinadas a vinos desde la gama básica a la superpremium.
- Los productores vitícolas y bodegueros contarán con estándares de calidad de uva sobre los que basarán el negocio.
- La industria vitivinícola contará con partidas de uva previsible en cantidad y calidad para sostener e incrementar el negocio.

A partir de esa reunión se siguió trabajando con el mismo equipo, al que se agregó Jorge Nazrala. Se diseñó un plan de ensayos y se llevaron adelante en fincas CREA, con la coordinación de Hernán Vila.

Al año siguiente se formalizó el trabajo con un Convenio entre la Facultad de Ciencias Agrarias, el INTA y la Asociación de grupos CREA (AACREA).

En el año 2005 presentamos a la COVIAR un proyecto con pedido de financiamiento parcial: "Desarrollo de Sistemas de Manejo del Viñedo para Optimizar la Calidad y Producción de Uvas de Vinificar y Creación de Estándares de Calidad de Uva". El Director del Proyecto fue Hernán Vila. Y el financiamiento se hizo realidad para los años 2007, 2008 y 2009.

En el 2009 se han publicado otros dos manuales de los mismos autores: "Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva", y "Manual de técnicas analíticas para mostos y vinos" Con este 3º manual se completa la serie, y en ellos se ha volcado todo el conocimiento generado en estos años de trabajo conjunto.

El conocimiento no es el único producto de estos años de trabajo. La formación de cuadros técnicos era uno de los objetivos, y se logró con creces. Lo quiero ejemplificar con el caso de Facundo Bonamaizon. Comenzó, como alumno, en el año 2004, trabajando en la Bodega Experimental que se montó a los efectos del Convenio, en la Facultad de Ciencias Agrarias. A partir del 2007 fue el responsable de las actividades de experimentación a campo. Y hoy es un destacado técnico de la actividad privada, y Coordinador del CREA Aconcagua.

Parece una simple receta de cocina, y como las recetas de cocina, a veces funcionan y

otras no. En este caso, funcionó. Se parte de un Sueño, se suman Personas claves, se hace un Plan, se Trabaja, se consigue Financiamiento, se sigue Trabajando, se suman nuevas Personas claves, se sigue trabajando, y se termina como resultado, con el sueño hecho realidad.

Para mí fue un gusto y un orgullo haber participado de este proceso que hoy fructifica con la publicación de esta serie de 3 manuales. No tengo los conocimientos técnicos ni la capacidad de análisis que tienen los técnicos de la Facultad, de INTA o de CREA que participan de este plan de trabajo. Por lo tanto mi rol se limitó a facilitar. A facilitar la clarificación de las necesidades, y a facilitar que el plan se pudiera llevar adelante.

Por último, quiero hacer un agradecimiento muy especial a esas personas que fueron más que claves para que esto fuera posible: Hernán Vila, Jorge Nazrala, Bruno Cavagnaro, Claudia Lucero, Javier Genovart y Facundo Bonamaizon.

Fernando Ruiz Toranzo

Coordinador de los CREA de la Región Valles Cordilleranos

Objetivos y alcance del manual

Durante los últimos 15 años la Vitivinicultura Argentina ha tenido un desarrollo muy importante, reciclando una industria que era tradicional. Durante este período se instalaron más de 300 nuevas bodegas y se expandieron en un 80% los viñedos destinados a vinos varietales. Gracias a este avance, entre 1998 y 2009, las exportaciones de vino crecieron un 348% en valor (INV, 2010). A pesar de esto, su desempeño está por debajo del de algunos de sus competidores. Una de las causas de esta situación, identificada por el Plan Estratégico Argentina Vitivinícola 2020, es la falta de estándares objetivos de calidad para la uva de vinificar (PEVI 2020, 2009). Debido a esta carencia se producen diversas situaciones de pérdida de calidad, como pueden ser las de destinar uvas de calidad inferior a vinos de gama alta o viceversa. Ésta circunstancia le resta transparencia al mercado de uvas, ya que no pueden establecerse relaciones objetivas entre calidad y precio.

El objetivo de este manual es presentar un sistema de calidad para evaluar la uva de vinificar. El manual se refiere en detalle a las uvas tintas, pero muchos de los conceptos vertidos son aplicables a las uvas en general.

Actualmente, y después de mucho batallar, los ingenieros agrónomos y los enólogos hemos coincidido en un punto que es crucial: “la calidad del vino se construye desde el viñedo”. Si la uva es de mala calidad, no importa cuánta tecnología se aplique en la bodega, no se obtendrá un vino bueno. Como dijera Descartes: de la nada, nada sale. Es necesaria una adecuada base de calidad en la materia prima, para luego, aplicando procesos enológicos inteligentes, conseguir el mejor vino. Tampoco seamos simplistas, la calidad de la uva es condición necesaria pero no suficiente. Una uva excelente puede terminar en un vino pésimo si, por ejemplo, se estropea por una elaboración descuidada.

De todas maneras la aseveración “un buen vino necesita una uva buena” parece simple, pero implica que el viñatero asuma una gran responsabilidad. Para esto, se necesita especificar qué es una uva buena o, en otras palabras, proponer qué criterios definen la calidad de la materia prima para elaborar vinos tintos.

Bajo los criterios actuales, se necesitan uvas que tengan una alta concentración de aromas y pigmentos, y que aporten a los vinos cuerpo y untuosidad. Para que esto ocurra, la variedad de uva, el clima, el tipo de suelo, la forma en que se riega el cultivo y conduce el follaje; el equilibrio entre fruta y vegetación y la insolación de los racimos deben ser los adecuados. Un cúmulo de evidencias científicas indica que estos factores inciden sobre aspectos centrales de la calidad de la uva, tales como las relaciones entre pulpa – hollejo y la concentración de polifenoles y aromas. Tan importantes parecen estos factores, que los técnicos de las bodegas visitan con frecuencia los viñedos de sus clientes, para evaluar la calidad que promete la conjunción de esas distintas circunstancias. Casi siempre las transacciones de uva se definen bastante temprano en la temporada, sobre la base de una serie de expectativas que resultan de esas evaluaciones. Muchas veces estas evaluaciones son bastante subjetivas y desde ya, no están estandarizadas para toda la industria.

Con este manual se pretende situar en un plano objetivo la calidad de la uva y del vino, identificar los factores agronómicos de los que depende esa calidad y proponer un método para medir esa calidad directamente sobre la uva y sobre el viñedo que la origina. Esto puede ayudar a una correcta asignación de precios y promover una mayor

transparencia en el mercado de uvas.

El primer criterio de calidad que debe establecerse es que la uva esté "sana y madura", al ingresar a la bodega. ¿Por qué esto es preeminente sobre otros aspectos?, por que cuando la uva está afectada por enfermedades ó se cosecha verde ó sobremadura se malogra cualquier otra característica cualitativa que pudiéramos haber alcanzado con el cepaje, la zona o el manejo agronómico. Esto resulta tan importante que mereció desarrollar un capítulo especial.

Este manual es el resultado de 5 años de investigación realizada en una red de parcelas experimentales y de observación en viñedos de Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de prácticamente todas las zonas productivas de Argentina. La investigación fue llevada adelante por un grupo de casi 100 técnicos pertenecientes al INTA, la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo y la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), que contaron con laboratorios químicos, una bodega experimental, experimentadores en finca y un plantel de degustadores. Durante este proyecto, que contó con la colaboración y financiamiento de la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR), se evaluaron casi 400 vinos en las cosechas 2005 a 2009. Esto implicó la necesidad de medir variables vitícolas, elaborar los vinos, analizar uvas y vinos física y químicamente, y realizar los análisis sensoriales. Para dar una idea de la complejidad del trabajo podemos indicar que fue preciso realizar más de 25.000 análisis de distinto tipo. El hecho de disponer de una base de datos tan extensa exigió trabajar con técnicas multivariantes, que permitieron analizar esa gran masa de información. Esta circunstancia le otorga validez estadística a las aseveraciones que se hacen en el manual, alejándolas de cualquier elucubración subjetiva. Los resultados de la investigación fueron insumo de la propuesta de estándares de calidad de uva.

El manual está organizado en cuatro partes. Los capítulos 1 al 5 explican los conceptos de calidad de uva y vino y exponen una pequeña monografía sobre la composición de la uva. El capítulo 6 se expone sobre los factores agronómicos que afectan la calidad del vino y la madurez de la uva. Los capítulos 7, 8, 9 y 10 enseñan cómo medir la calidad de la uva mediante estándares de calidad, estimar la potencialidad del viñedo, evaluar la madurez y sanidad de la uva, y reconocer las pérdidas de calidad durante la cosecha, transporte y recepción en bodega. Por último el capítulo 11 analiza cómo incide la calificación de calidad de la uva en la economía de la empresa vitivinícola. El trabajo ha sido diseñado para que los técnicos vitivinícolas, como ingenieros agrónomos, licenciados en enología y técnicos enólogos, puedan comprender los conceptos más importantes referidos a la calidad de la uva para vino y puedan adquirir las capacidades necesarias para realizar su evaluación. No obstante esto, los autores consideran que está escrito en una forma suficientemente clara, como para que otros agentes de la cadena vitivinícola también puedan leerlo y entender la mayoría de los conceptos que se desarrollan.

El "Manual de calidad de uva" es el tercer libro de una trilogía integrada por el "Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva" y el "Manual de técnicas analíticas para mostos y vinos", de los mismos autores y también publicados por ediciones INTA.

1. La uva, su desarrollo y composición

Para entender la calidad de la uva primero debemos conocer su composición. Es decir qué componentes tiene, cómo migran al vino, en qué se transforman y qué sensaciones provocan al consumidor. Esto va a ser importante a todo lo largo del manual para hablar un idioma común. Como se dice en filosofía, para definir los términos. Sobre todo, tratándose de un tema como es la calidad del vino y de la uva que le da origen, teniendo en cuenta que la apreciación del vino se basa en buena medida en aspectos subjetivos, relacionados con su apetencia. Pero avancemos de a poco y empecemos por la uva.

El fruto de la vid es una baya, fruto pulposo, limitado por una piel u hollejo y con 1 a 4 semillas en su interior. Las bayas se presentan agrupadas en una infrutescencia de tipo racimo. Los frutos se forman cuando cuajan las flores en primavera y crecen hasta estar completamente maduras, hacia el fin del verano o principios del otoño. Durante el proceso de crecimiento ocurren una serie de cambios como la acumulación de agua y azúcares, la síntesis de pigmentos y aromas, y la degradación de ácidos. Cuando la uva madura, los hollejos se colorean, sobre todo en las uvas tintas, y la pulpa se hace jugosa, lo que permite extraer el mosto con facilidad, cuando se la estruja. El mosto contiene una gran cantidad de azúcares, la fermentación alcohólica realizada por levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, lo transforma en vino. Si la fermentación se realiza en presencia de los hollejos, los pigmentos rojos difunden hacia el vino, que se hace tinto¹.

Durante el crecimiento y maduración de la uva, algunos compuestos se acumulan por transporte, otros se sintetizan dentro de las bayas y algunos se degradan por diversas vías. Es importante tener en cuenta que el agua, los azúcares y las sustancias minerales son transportados a las bayas por los tejidos conductores (xilema y floema). Cuando las bayas están verdes la mayor parte del transporte del agua y minerales se realiza a través del xilema. A partir del envero o pinta de las uvas, el flujo activo es por el floema, aunque tanto xilema como floema se mantienen funcionales (Bondada *et al.*, 2005; Keller *et al.*, 2006). Los azúcares, provenientes de la fotosíntesis en las hojas, llegan a la uva, por el floema, en forma de sacarosa. Ya dentro de las células de las bayas, la sacarosa se desdobra en glucosa y fructosa, las que se acumulan en la vacuola (Keller, 2009). Estos son los azúcares que luego fermentarán para producir el alcohol etílico del vino. El resto de compuestos, como pigmentos, fenoles, ácidos y sustancias odorantes, es sintetizado dentro de las bayas a partir de los azúcares acumulados, por la acción de enzimas. Estas enzimas también son sintetizadas en las bayas, por activación de determinados genes. En esto, cada baya funciona como una fábrica independiente y la concentración de cada sustancia depende de la cantidad de materia prima disponible (azúcar) y de la expresión de ciertos genes, por lo que pueden darse diferencias entre bayas. Esto es muy notorio durante el envero, cuando se hace visible que cada baya tiene un ritmo distinto de acumulación de pigmentos. La síntesis de sustancias en la baya, a partir del azúcar transportado, corresponde a lo que se denomina metabolismo secundario.

A medida que crecen las bayas se producen cambios, que determinan la composición final de la uva. Los procesos de transporte, síntesis y degradación que se han indicado se

¹ El proceso de contacto de los sólidos de la uva (hollejos, semillas) con el mosto, en la vinificación en tinto, se denomina maceración. Los mostos blancos, se fermentan previa separación de los sólidos.

producen en forma asincrónica², a lo largo de distintas fases del crecimiento. Primero, a partir del cuaje, se da la fase I, denominada de crecimiento herbáceo, caracterizada por la multiplicación celular y aumento del volumen de las células. Luego sigue la fase II o meseta herbácea, caracterizada por una paralización del crecimiento. Finalmente se produce la fase III o de maduración, caracterizada por el ablandamiento de las células y su crecimiento en volumen. Todo el proceso tiene un patrón de doble sigmoide (Figura 1). El límite entre la fase II y la III es el envero, momento en que se produce el cambio de coloración de las uvas.

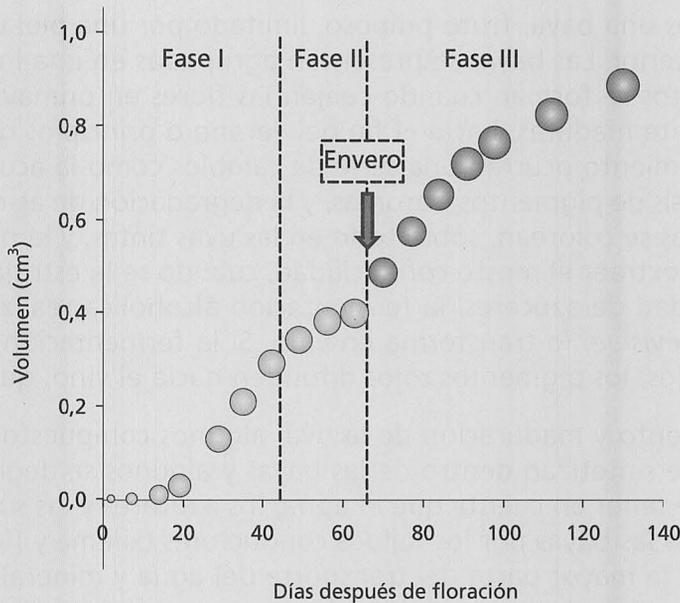


Figura 1: Fases del crecimiento de la baya desde el cuaje. Fase I: crecimiento herbáceo exponencial; Fase II: meseta herbácea; Fase III: maduración (La posición de la burbuja indica el volumen; el diámetro de la burbuja indica el diámetro relativo de la baya con respecto al diámetro final; los datos provienen de observaciones realizadas en Malbec en el INTA Mendoza).

Durante la fase I, las bayas tienen muy pocos azúcares y mucha acidez. Además se produce una acumulación paulatina de taninos, que se hace máxima cerca del envero (Downey *et al.*, 2003; Bogs *et al.*, 2005). A partir del envero, comienza una intensa acumulación de azúcares. En este momento la biosíntesis de taninos se detiene y comienza la de antocianos. La concentración de antocianos aumenta, mientras el contenido de taninos comienza a disminuir, debido a procesos de degradación. Los flavonoides (antocianos, catequinas, taninos y flavonoles) comparten la misma vía de síntesis a partir del aminoácido fenilalanina, por la vía del ácido shiquímico. Este proceso ocurre en las bayas.

Con respecto a los ácidos orgánicos, la concentración de ácidos tartárico y málico es máxima en bayas verdes, degradándose a medida que avanza la madurez (Figura 2). El metabolismo de estos ácidos es muy importante, ya que, después de los azúcares, son los compuestos que se encuentran en mayor concentración en la uva. El ácido tartárico se sintetiza a partir de la D-glucosa, por una vía que pasa por la formación de ácido L-ascórbico (Saito y Loewus, 1989), mientras el ácido málico se sintetiza a partir de fosfoenolpiruvato y luego de oxaloacetato. La degradación del ácido málico a oxaloacetato

² Asíncrono: se dice del proceso o del efecto que no ocurre en completa correspondencia temporal con otro proceso u otra causa.

provee energía fácilmente disponible (Champagnol, 1984). Este proceso es dependiente de las condiciones ambientales. En climas cálidos, o cuando la canopia del viñedo es poco densa, el ritmo de degradación del ácido málico es mayor. Inicialmente, la concentración de ácido tartárico es menor que la de málico, pero como el málico se degrada más que éste, en la uva madura termina predominando el tartárico. En Argentina es común que en la uva madura el ácido tartárico represente más del 85 o 90% del total de ácidos. En muchas uvas, el ácido málico desaparece casi en su totalidad.

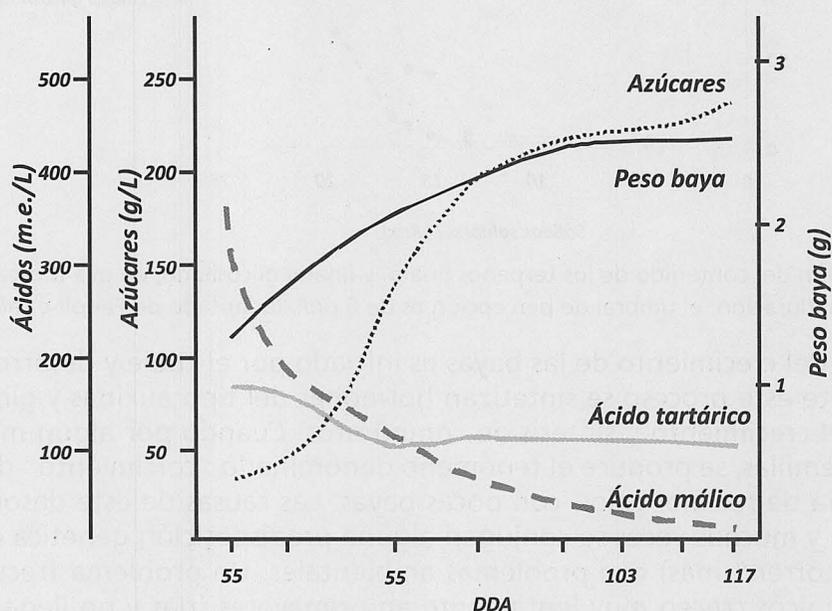


Figura 2: Evolución de los ácidos tartárico y málico en miliequivalentes por litro (m.e./L) desde el invierno a la maduración de la uva comparados con las evoluciones del peso de baya y la concentración de azúcares en la variedad Merlot (DDA: días después de anthesis o floración; adaptado de Champagnol, 1984).

En cuanto a las sustancias odorantes, su síntesis es muy tardía, al final de la fase III (Figura 3). Además una alta proporción de aromas se mantiene enmascarada, debido a su combinación con otras moléculas como glucosa. Esta combinación conocida como glicosidación, hace a los aromas más solubles en agua pero menos volátiles y odorantes. Los aromas "enmascarados" se conocen como precursores aromáticos. En Moscatel de Hamburgo se ha observado, por ejemplo, que el 26% del linalol, su aroma principal, está como precursor glicosilado (Fenoll *et al.*, 2009). En la vinificación, por el medio ácido, la alta temperatura y la acción enzimática de las levaduras, los precursores se hidrolizan y liberan los aromas. La razón evolutiva de la síntesis tardía y del enmascaramiento de aromas parece ser preservarlos, por ser muy volátiles y pasibles de perderse, hasta que las uvas están bien maduras y las semillas son viables. En el último momento, los aromas se liberan para atraer a los pájaros, que son los agentes de la diseminación del género *Vitis* en la naturaleza. Esto tiene implicancias enológicas, ya que se debe considerar la madurez aromática de la uva para elegir el momento adecuado de cosecha. Si se cosecha la uva antes del inicio de la síntesis de aromas, el vino en general tendrá menos calidad. En algunos casos particulares, como por ejemplo en los aromas herbáceos del Sauvignon Blanc, la síntesis es mucho más temprana que la del resto de aromas frutales.

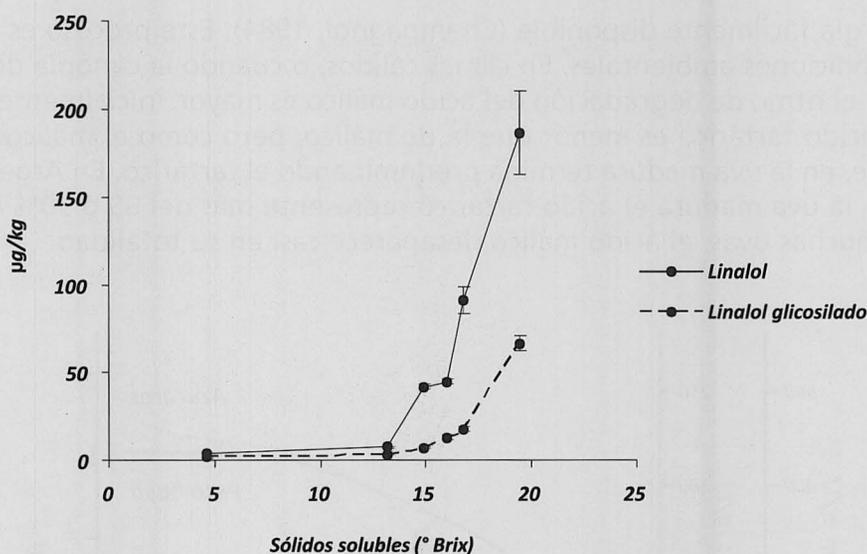


Figura 3: Evolución del contenido de los terpenos linalol y linalol glicosilado, en uva Moscatel de Hamburgo durante la maduración; el umbral de percepción es de 6 µg/L (adaptado de Fenoll *et al.*, 2009).

El fenómeno del crecimiento de las bayas es iniciado por el cuaje y desarrollo de las semillas. Durante este proceso se sintetizan hormonas del tipo auxinas y giberelinas que promueven el crecimiento y síntesis de compuestos. Cuando por algún motivo falla el cuaje de las semillas, se produce el fenómeno denominado "corrimiento" de la uva, que es la presencia de racimos malos, con pocas bayas. Las causas de este desorden pueden ser múltiples, y muchas veces se conjugan alguna predisposición genética (hay variedades que se "corren" más) con problemas ambientales. Un problema frecuente es que los tubos polínicos crecen muy lentamente en primavera frías y no llegan a fecundar muchos óvulos. Muchas veces, el corrimiento viene acompañado por millerandage, que es la ocurrencia de bayas normales junto con otras muy pequeñas y sin semilla. Cuando estas bayas pequeñas se colorean, no impactan en forma desfavorable sobre la calidad de la uva, pero muchas veces quedan verdes y aportan gustos amargos al vino.

Analizando la uva madura, se puede observar que las partes anatómicas de la baya tienen distinta composición, lo que hace que jueguen roles diversos en la vinificación. La pulpa, en primer término, contiene básicamente agua; los azúcares fructosa y glucosa; sustancias minerales, como potasio; y los ácidos tartárico y málico. Estas sustancias son cedidas al mosto, que resulta un líquido muy azucarado (con hasta 25% de azúcares) y ácido (pH 3,4 a 4). La pulpa de la uva tiene también una fracción sólida formada por celulosa, proteínas y pectina, que precipita al final de la vinificación, como borras. Estas borras (que además se forman con el aporte de las levaduras muertas) son un residuo que luego se separa del vino; pero mientras está en contacto con él, aporta polisacáridos que contribuyen a moderar la astringencia. Los hollejos contienen aromas (o sus precursores) y polifenoles, tales como antocianos, taninos, flavonoles y catequinas; como sustancias inertes, la celulosa y restos celulares, que forman el sombrero flotante durante la vinificación. Las sustancias solubles del hollejo, como los polifenoles y sustancias odorantes, son cedidas al vino durante la maceración. Por acción de determinadas enzimas que poseen las levaduras y en el medio ácido del mosto, los precursores aromáticos se transforman en aromas. Con respecto a los polifenoles, si bien tienen una estructura química común, sus propiedades son distintas. Los antocianos son pigmentos rojos; las catequinas, taninos condensados y flavonoles son responsables de los sabores amargos y sensaciones astringentes. Los taninos condensados o proantocianidinas son

polímeros de catequinas y causan la astringencia, mientras que las catequinas monómeras contribuyen al gusto amargo. La astringencia se incrementa con el grado de polimerización de los taninos. En el caso del amargo, los grandes polímeros y los monómeros son más amargos que dímeros, trímeros y tetrámeros (Gawel, 1998). Las semillas también contienen sustancias fenólicas como taninos, catequinas y ácido gálico. Las catequinas y el ácido gálico son sustancias amargas. Las semillas además contienen aceite y proteínas. Cuando las semillas están maduras se revisten de una capa de cutina³ impermeable, que impide la difusión hacia el vino de aceites y proteínas, y limita mucho la de polifenoles. Esto representa una ventaja, ya que los polifenoles de las semillas son más astringentes y amargos, que los de los hollejos. De todas maneras por lo menos un 50% de los taninos del vino puede provenir de las semillas. En Argentina, casi siempre se vinifica sin los escobajos de la uva. Esto se hace debido a que no están lignificados al momento de la cosecha, por lo que aportan gustos herbáceos. Los gustos herbáceos, en este caso, se deben a la presencia de alcoholes de seis carbonos, que también están presentes en las hojas. En la Figura 4 se presentan los principales componentes químicos de los hollejos, escobajo, pulpa y semilla, y en la tabla 1 sus contenidos. En la tabla 2 se brinda una breve explicación sobre la estructura química y las características de los principales compuestos de la uva.

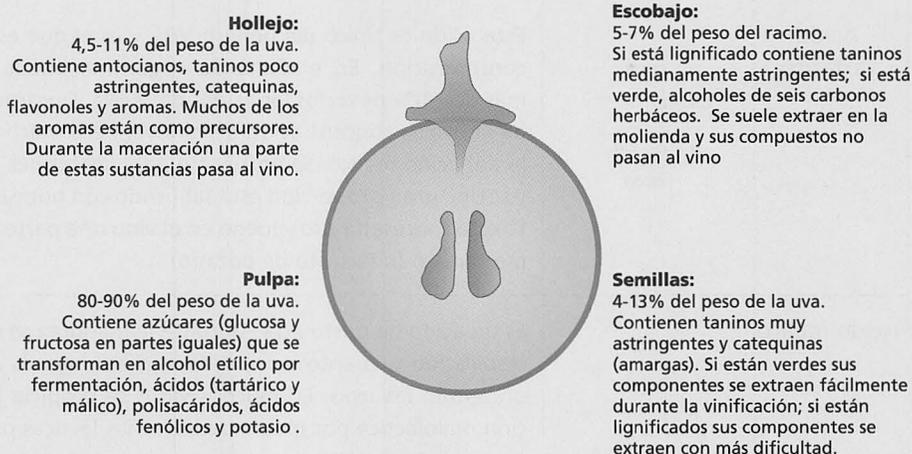


Figura 4: Esquema simplificado de la composición de la uva tinta y los componentes de la baya.

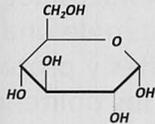
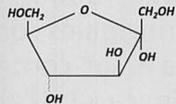
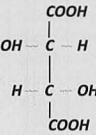
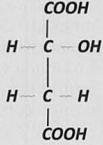
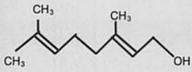
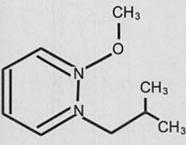
Tabla 1: Componentes de la uva tinta con importancia enológica. Los contenidos se basan en Boulton *et al.* (2002), Ayestarán *et al.* (2004) y en mediciones de los autores durante el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA.

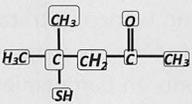
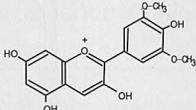
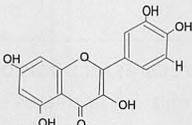
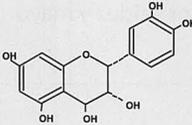
Compuesto*	Pulpa	Hollejo	Semilla
Azúcares (glucosa + fructosa, en partes iguales)	220-250		
Ácido tartárico	4-7		
Ácido málico	0-1		
Terpenos y otros compuestos responsables del aroma	0,1-0,3		
Compuestos nitrogenados (aminoácidos y polipéptidos)	0,5-2		
Polisacáridos	0,7-1,2		
Minerales (principalmente potasio)	2-5		
Antocianos		0,3-2	
Catequinas y otros polifenoles (flavonoles, ácidos fenólicos, ácidos hidroxicinnámicos)		0,2-1,2	0,4-2,4
Taninos		1,3-8	1,4-10
Agua	750-800		

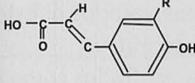
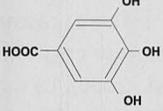
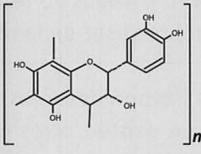
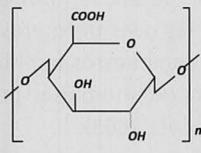
*Los valores están en g del compuesto por kg de uva

³ Cutina: capa cerosa que recubre a las semillas duras y las hace impermeables al agua.

Tabla 2: Características de los principales compuestos de la uva con importancia enológica

Tipo	Sustancia	Molécula tipo	Descripción
Azúcares	Glucosa	 α -D-glucosa	Es un azúcar de 6 carbonos que se produce en las bayas por el desdoblamiento de la sacarosa (dímero de glucosa y fructosa). El azúcar proviene de la fotosíntesis y es transportada como sacarosa desde las hojas, a través del floema que es el tejido conductor de savia elaborada. Ya en las células de la baya la sacarosa se desdobra y se acumula en la vacuola. La glucosa es junto con la fructosa el principal sustrato de la fermentación alcohólica.
	Fructosa	 α -D-fructosa	Al igual que la glucosa es un azúcar de seis carbonos, pero es más dulce que ésta. Se encuentra en cantidades casi equivalentes a las de glucosa, pero su ingreso a la célula de las levaduras, donde se produce la fermentación alcohólica, es más dificultoso que el de la glucosa. Por esto en los vinos dulces naturales predomina la fructosa como azúcar.
Ácidos orgánicos	Ácido tartárico		Este ácido es típico del género <i>Vitis</i> y es el que está en mayor concentración. En el clima de Argentina puede representar más del 90% de todos los ácidos de la uva. Durante la madurez de la uva su concentración disminuye, pero mucho menos que la del ácido málico. Se encuentra bajo las formas isoméricas D y L. Una gran proporción está salificado con potasio. En el mosto está sobresaturado y luego en el vino una parte precipita como tártao (bitartrato de potasio).
	Ácido málico		Es un ácido de gusto acre. Durante la madurez se destruye por respiración y, cuanto más cálido el clima, menos ácido málico presentan las uvas. En muchos vinos se propicia la fermentación maloláctica por medio de bacterias lácticas para transformarlo en ácido láctico que gustativamente es más suave. Canopias sombrías provocan altos contenidos de ácido málico.
Responsables de aroma	Terpenos y otros derivados isoprenoides	 Geraniol	Monoterpenos como geraniol, nerol, citronelol y linalol son responsables del sabor a moscatel de las uvas aromáticas, aunque están en bajo contenido en muchas otras variedades. Muchos están combinados como glicósidos ⁴ y así son solubles en agua y no aromáticos. Cuando se hidrolizan durante la fermentación liberan los aromas. Existen otros derivados norisoprenoides como la damascenona, el vitispirano y 1,2,6-trimetil 1,2-dihidro naftaleno.
	Pirazinas	 Metoxi pirazina	La pirazinas como la 3-isobutil 2-metoxi pirazina y la 3-isopropil 2-metoxi pirazina aportan aromas herbáceo y a pimienta verde. En baja concentración son aromas agradables y típicos de variedades como Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Carménère, Merlot y Sauvignon Blanc. Si la concentración es muy alta el carácter herbáceo es desagradable. La alta concentración está asociada a uvas no maduras y a canopias sombrías. Las condiciones de luz intervienen en la acumulación de 3-isobutil-2-metoxi pirazina, pero no en mecanismos de degradación (Ryona et al., 2008)

Tipo	Sustancia	Molécula tipo	Descripción
	Alcoholes	 <p>Alcohol isoamílico</p>	Alcoholes como isoamílico, isobutílico, propanol, β-fenil etílico tienen aromas agradables en baja concentración. En la uva se encuentran enmascarados al estar glicosilados. Se liberan durante la fermentación.
	Compuestos azufrados o tioles	 <p>4-mercapto-4-metil pentan-2-ona</p>	Los compuestos azufrados como 4-mercapto-4-metil pentan-2-ona, 3-mercaptohexanol, 2-metil-3-furantiol, furfuralmercaptano, bencenometanotiol, 4-mercapto 4-metilpetan-2-ol, acetato de 3-mercaptohexilo y 3-mercapto 3-metilbutan-1-ol son responsables de diversos aromas como pis de gato, ruda, pomelo, maracuyá, boj, retama, cáscara de cítrico. Son típicos del Sauvignon Blanc pero se encuentran en muchas otras variedades (Tominaga <i>et al.</i> , 2000). La mayoría está como promotores aromáticos glicosilados. Los tratamientos antifúngicos en base a cobre en el viñedo los destruyen (Darriet <i>et al.</i> , 1993).
Compuestos nitrogenados	Polipéptidos y aminoácidos	 <p>Fenilalanina</p>	Los aminoácidos y el amonio son nutrientes fundamentales de las levaduras. Bajo condiciones de estrés, su concentración baja y se promueven paradas de fermentación. Entre ellos, la fenilalanina es un precursor de la biosíntesis de polifenoles.
Fenoles	Antocianos	 <p>Malvidina</p>	Son pigmentos flavonoides rojos. El más frecuente es malvidina, pero también existen otros como cianidina, delfinidina y petunidina. Son lábiles y tienden a degradarse en solución acuosa. El pH bajo y la presencia de taninos previene su oxidación. En el pH del vino solo una pequeña proporción está en forma coloreada (catión flavilium), el resto es prácticamente incoloro. Cuanto más bajo es el pH, mayor cantidad está como catión flavilium. Se encuentran en las vacuolas de las células del hollejo. En las uvas tintoreras también están presentes en la pulpa. Estos compuestos también tienen propiedades benéficas en la salud humana por sus cualidades antioxidantes (Kong <i>et al.</i> , 2003).
	Flavonoles	 <p>Quercetina</p>	Su color es levemente amarillo, pero está enmascarado por los antocianos. Estos flavonoides se sintetizan en el hollejo por respuesta a estímulos lumínicos. Protegen a la planta contra los rayos ultravioleta. Son cofactores de copigmentación de los antocianos. En la copigmentación se forman paquetes débiles antociano-cofactor, lo que aumenta la intensidad del color del pigmento y lo hace más azul. El proceso es temporario. En los vinos jóvenes hasta un 40% del color se debe a moléculas copigmentadas pero en vinos de más de un año los copigmentos desaparecen.
	Catequinas	 <p>(-)- Epicatequina</p>	Son flavonoides amargos e incoloros. Sus formas más comunes son catequina, epicatequina (la más frecuente) y epicatequina galato. Están presentes en los hollejos y las semillas en forma libre y también se unen para formar polímeros (los taninos; ver más adelante). Forman copigmentos con los antocianos aumentando su estabilidad y color, igual que los flavonoles. En las uvas verdes están en alta concentración. Son responsables del poder benéfico del vino sobre la salud humana por sus propiedades antioxidantes, anticolesterol y antiplaquetaria.

Tipo	Sustancia	Molécula tipo	Descripción
	Ácidos hidroxycinnámicos	 <p>Ácido cafeico</p>	<p>Son los únicos fenoles presentes en la pulpa (con la salvedad de las variedades tintoreras, que también tienen antocianos en la pulpa). Están en muy pequeña cantidad pero tienen un rol destacado en los vinos, pues participan en la oxidación. En los mostos para vino blanco se trata de limitar al máximo su contenido mediante técnicas como hiperoxidación y desborre previo, ya que producen pardeamiento.</p>
	Ácido gálico	 <p>Ácido Gálico</p>	<p>El ácido gálico está presente en las semillas. Se lo encuentra libre y formando parte de los taninos (taninos galoilados). En su forma libre es amargo. Puede servir para estimar la cantidad de fenoles, provenientes de semilla, que han pasado al vino.</p>
	Taninos condensados	 <p>Proantocianidina</p>	<p>Los taninos son polímeros de catequinas ($n = 2$ a 80), esterificados⁵ con ácido gálico. Son sustancias astringentes y que coagulan las proteínas. Cuanto mayor es el tamaño del polímero y más ácido gálico tienen, más astringentes son. Están en alta concentración, comparados con los otros fenoles, en los hollejos, semillas y escobajos. Los taninos de los hollejos son menos astringentes que los de las semillas, pues tienen menos uniones galato (Cheynier <i>et al.</i>, 2006). En el vino, son potentes antioxidantes. Se unen en una cierta cantidad con los antocianos para formar tanino-antocianos, que son pigmentos rojos muy estables.</p>
Polisacáridos pécticos	Pectina y derivados	 <p>Ácido poligalacturónico</p>	<p>La pectina es un polisacárido formado por el ácido galacturónico y sus ésteres metílicos, forma la laminilla media que une las paredes celulares de las células. En la uva se encuentra en grandes cantidades. En la vinificación es degradada por enzimas pectolíticas de la uva (o agregadas por los enólogos). Deja en el vino, residuos como homogalacturonanos y ramnogalacturonanos I y II, que actúan como coloides protectores de los polifenoles evitando que se oxiden y disminuyendo su astringencia.</p>
Minerales	Potasio	<p>K⁺ Cation potasio</p>	<p>Igual que los azúcares, el potasio es transportado a la uva y no sintetizado en ella. En la uva es el mineral más frecuente. Luego le siguen, en concentración mucho menor el calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}) y sodio (Na^{+}). Los cationes salifican los ácidos orgánicos para mantener un pH compatible con la vida. El K^{+} reemplaza al azúcar en el flujo floemático cuando ésta falta, debido a una disminución de la fotosíntesis causada por el estrés (Mpelasoka <i>et al.</i>, 2003). Debido a esto, vides con déficit hídrico producen uvas con más potasio. En estos casos, los mostos tienen menos acidez y mayor pH, lo que aumenta el peligro oxidativo.</p>

⁴ Un glicósido o glucósido es una molécula compuesta por un glúcido (generalmente monosacáridos) y un compuesto no glucídico.

⁵ Un éster se origina cuando reacciona un ácido carboxílico con un alcohol.

2. Qué se entiende por calidad

El objetivo de este manual es presentar un sistema de calidad para la uva de vinificar. Antes de avanzar en este sentido es necesario definir qué significa calidad, en el contexto en que se usará en este manual.

La palabra calidad es engañosa, ya que tiene dos significados que se parecen bastante pero que indican cosas muy distintas. El primer significado, según el diccionario de la Real Academia Española es "propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor". El segundo significado es, cuando se habla de alta calidad, "superioridad o excelencia". Como puede observarse la primera acepción es valorativa, sólo en el sentido del grado de utilidad o aptitud de las cosas. De hecho un sinónimo de la palabra valor, que integra esta acepción, es "precio". En cambio, la segunda acepción tiene un sentido más subjetivo. Una cosa puede tener alta calidad, y es excelente, o baja calidad, y es mala. Es importante precisar, que en este manual, cuando se hable de calidad, nos referiremos al primer significado de la palabra. Esto es así porque entendemos que es el único que puede llevarse al plano objetivo que requiere la vitivinicultura, como actividad económica.

Así, para el caso específico de la uva, vamos a definir calidad como "el conjunto de propiedades de la uva que permite juzgar su valor, de manera que pueda serle atribuido un precio".

Un ejemplo tal vez pueda aclarar mejor estos conceptos. Tomemos el caso de una uva criolla sana y madura. Bajo el significado que le asignamos en este manual podríamos decir que es de calidad inferior. Esto es así ya que por sus atributos se podrá destinar a un producto de precio bajo, por ejemplo el mosto concentrado, y por lo tanto su precio será bajo. En este caso la calidad inferior no es valorativa en cuanto a excelencia, ya que bajo la segunda acepción esta uva es excelente para fabricar mosto. Si estas contradicciones aún nos molestan un poco, tal vez sea mejor hablar de "estándar de calidad" en vez de hablar de "calidad" cuando nos referimos al primer significado de la palabra. En este caso entenderemos por estándar de calidad de la uva "el nivel de calidad, en términos de sus atributos asociados al valor o precio". La Figura 5 resume con algunos ejemplos los distintos significados de la palabra calidad que se han indicado.

En este manual sólo usaremos éste significado de la palabra calidad

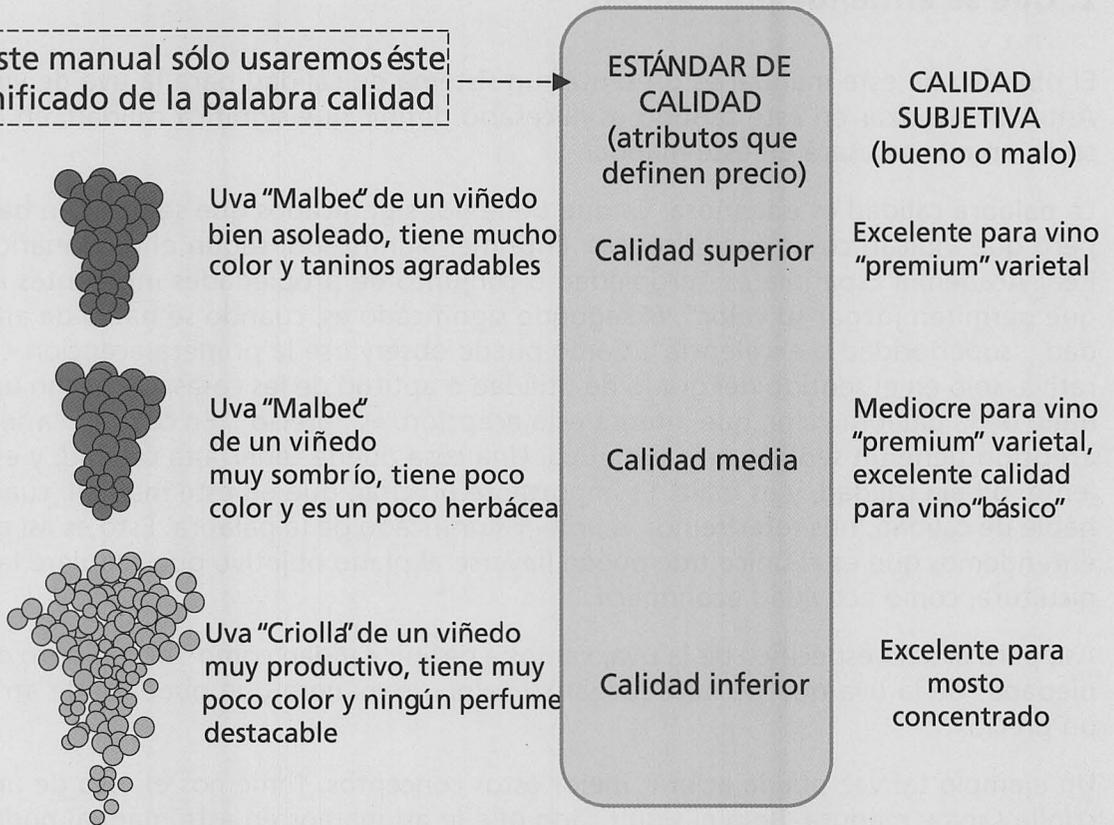


Figura 5: Un ejemplo para entender los dos significados de la palabra calidad. Como se ve, en algunos casos ambos significados coinciden en su valoración, pero en otros no. En este manual sólo nos referimos a calidad en el sentido de estándar (El término vino premium que aparece en la figura se refiere a vino embotellado de alto precio; el término vino básico se refiere a vino de mesa de bajo precio).

3. La importancia de definir la calidad de la uva: la uva como materia prima y la necesidad de entender calidad del vino

Debido a que la uva es la materia prima, su estándar de calidad determina, en gran medida, el nivel de calidad del vino que se obtiene a partir de ella. Los compuestos del vino se generan a partir de los compuestos de la uva, por transformaciones naturales que se producen durante la fermentación alcohólica y la maceración de los sólidos. Si los ingredientes no son buenos, el producto final no podrá ser bueno. Entre los enólogos existe el consenso de que "una uva buena puede dar un buen vino, pero una uva mala dará siempre un mal vino". Esto significa que, durante la vinificación, se puede preservar la calidad de la materia prima, pero difícilmente mejorarla.

Antes de que el viñatero entregue la uva a la bodega es necesario definir su calidad. Para el bodeguero esto es importante porque, en ese momento, establece si la materia prima se adapta a sus necesidades, a qué tipo de vino se puede destinar, qué procesos enológicos serán los más adecuados para ella y qué precio está dispuesto a pagar por ella. Para el viñatero, esta definición de calidad, también es crucial, porque establece en primer lugar el grado de aceptación de la uva que produce y el precio que puede obtener por ella, de lo que depende en buena medida el éxito y la sostenibilidad de su empresa.

Tradicionalmente y hasta hoy, la calidad de la uva se ha establecido por parámetros muy sencillos tales como la variedad de uva, la sanidad y el tenor azucarino⁶. En el caso de uvas destinadas a vinos de alto precio, se han tenido en cuenta también otros criterios, tales como la zona de producción, el nivel productivo, la edad del viñedo, la estructura de la canopia⁷ y el estado hídrico de las plantas.

Estos criterios ponen de manifiesto lo imperfecto de este sistema primitivo. Por un lado, los parámetros que aprecian características de la uva son muy básicos y no tienen en cuenta el sinnúmero de sustancias, que como hemos visto en los apartados anteriores, componen la uva y tienen una importancia fundamental en la calidad del vino. Por ejemplo, no indican nada sobre qué tan coloreadas, aromáticas o astringentes son las uvas. Por otro lado, los otros parámetros son todos indirectos, pues aprecian aspectos de la zona o el cultivo, pero no de la uva.

¿Qué motiva que no exista un mejor sistema para calificar la uva? ¿Por qué no se miden otros parámetros para establecer su calidad, por ejemplo su pH, su contenido de pigmentos antociánicos o sus taninos?

Se sabe que el color, el aroma y el sabor del vino están determinados por la composición de la uva y por los procesos enológicos (Gao, *et al.*, 1997), por lo que desarrollar parámetros objetivos de calidad basados en los componentes de la uva no debería significar un problema. Sin embargo, aunque los componentes de la uva son responsables de la composición del vino, no existe una relación directa entre los componentes de la

⁶ Tenor azucarino: es la concentración de azúcar de un mosto. Se mide en grados Baumé mediante un densímetro (mostímetro o aerómetro Baumé) o en grados Brix mediante un refractómetro. Las técnicas de medición y el significado de estas unidades, se puede encontrar en el Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva, de Vila, Paladino, Nazralla y Lucero de Ediciones INTA.

⁷ Canopia: se refiere al dosel vegetal incluidos el follaje y los frutos. En la vid follajes muy vigorosos y sombreados producen en general uvas de calidad inferior.

uva y los del vino (Harbertson, *et al.*, 2002; Grez, 2004; Vila *et al.*, 2009a) y éste es un aspecto clave. Por ejemplo si medimos la cantidad de pigmentos antociánicos de la uva y luego los antocianos o la intensidad colorante del vino, podemos observar que el grado de asociación entre ambos tipos de parámetros es muy bajo (Figura 6). Esto se debe a que desde la uva hasta el vino ocurre una cantidad de eventos como disoluciones, difusiones, polimerizaciones, copigmentaciones, oxidaciones, fenómenos coloidales y precipitaciones, que modifican los compuestos que provienen de la uva.

Entendemos que éste es el principal motivo por el cual, hasta ahora, no se habían desarrollado métodos eficaces para calificar la calidad de las uvas y predecir, con alguna confianza, la calidad potencial del vino que puedan originar.

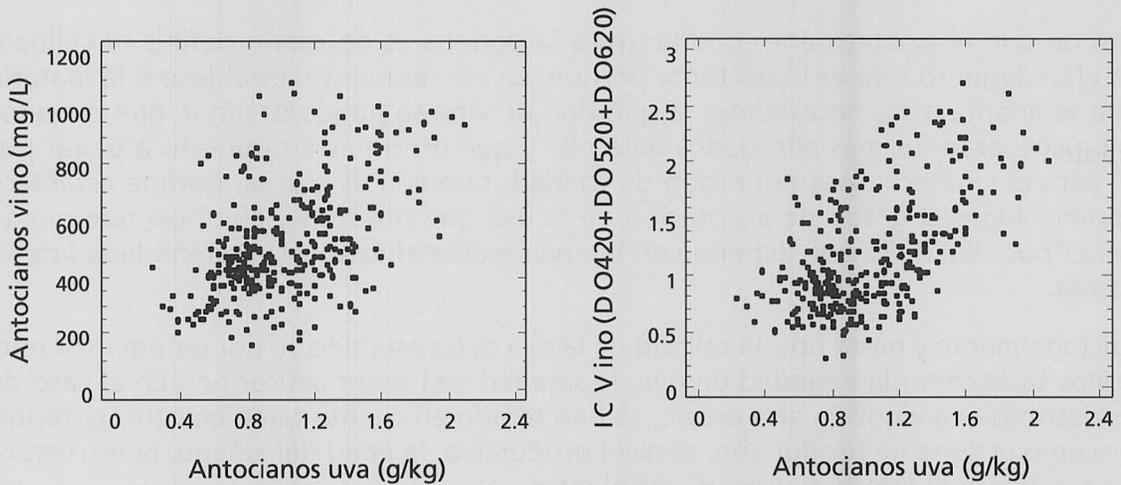


Figura 6: Dos ejemplos de la escasa relación entre los componentes de la uva y del vino: relaciones entre antocianos de la uva y antocianos del vino ($r = 0,52$); y entre antocianos de la uva e intensidad colorante (IC) del vino ($r = 0,58$). Datos correspondientes a 316 Vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005 a 2009, del proyecto INTA-UNCuyo-AACREA.

Un método objetivo para determinar la calidad de las uvas se debe basar en pronosticar, mediante características de la uva, la calidad potencial del vino. Por este motivo, antes de avanzar en este sentido debemos definir qué se entiende por calidad del vino. Cuando este concepto esté claro, dilucidar la calidad de la uva resultará mucho más sencillo.

4. La calidad del vino y las gamas de precio

A diferencia de otros alimentos, el vino no es un "commodity"⁸. Su precio no se forma en mercados de libre acceso como las bolsas de cereales, por el libre juego de oferta y demanda, bajo estándares de calidad sencillos. El mercado de vinos tiene la lógica de los productos diferenciados, donde la marca de la bodega, el tipo de envase, el lugar donde se vende y los gustos y aspiraciones de los consumidores son importantes para definir los precios y los volúmenes de venta. Por este motivo, el mercado se encuentra muy segmentado en gamas de precio. Las gamas más bajas de precio (vinos básicos) dominan el volumen del mercado, con productos más simples y masivos, mientras las gamas más altas (vinos ultrapremium e ícono) tienen precios muy elevados, pero el volumen de venta es muy reducido (Geene *et al.*, 1999; Ruiz y Vila, 2003; Figura 7). Las gamas intermedias tienen precios y volúmenes intermedios (vinos premium y superpremium). Las gamas de precio más bajo se vende en botellas, pero también en otros envases como damajuanas y cajas de cartón, mientras las otras gamas se venden mayoritariamente en botellas.

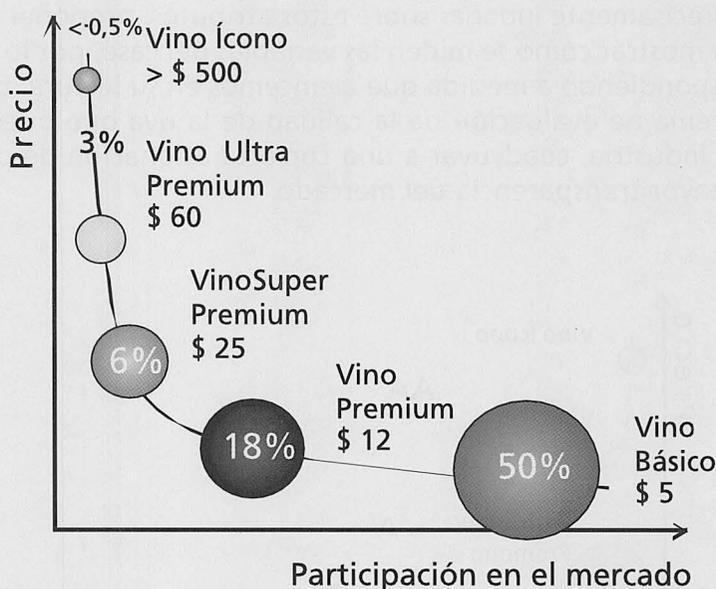


Figura 7: Modelo de segmentación de precios-calidades en el mercado de vinos en el mundo. Adaptado de Geene *et al.* (1999). Los precios se refieren al mercado minorista argentino en 2009.

A medida que aumenta la gama de vino, desde básico hasta ultrapremium, la exigencia en calidad es mayor. Los vinos deben ser cada vez más perfumados, concentrados y coloreados. Incluso en las gamas más altas se exige que hayan madurado en barricas de roble. También por supuesto, la presentación se hace más cara y los canales de venta más exclusivos. El vino ícono lleva esta tendencia al extremo, pero en realidad, lo que vende a altísimos precios es la exclusividad. Por ello esta gama se parece al mercado de los autos deportivos. Una Ferrari ó un Lamborghini no se miden por la calidad de fabricación o la potencia del motor; incluso la utilidad que prestan no es trasportarnos de

⁸ Commodity: mercancía cuyo precio es fijado por la demanda y oferta internacional. Por lo general son materias primas como productos agrícolas y mineros.

un lugar a otro. Se miden por lo caro que cuestan, por la exclusividad que significa tener un producto de esa marca y por las complejas aspiraciones que alimentan en la rara gente que puede darse el lujo de adquirirlos. Por estas particularidades, los vinos ícono escapan un poco a este tipo de análisis, aunque sin duda requieren para su elaboración uvas de alta calidad.

El resto de las gamas de calidad de vinos del mercado, sigue la lógica que indica: cada gama más alta requiere vinos más complejos y uvas de mayor calidad. Para colocarle un rótulo arbitrario al estándar de calidad de las uvas apropiadas para cada gama, se propone nombrar "AA" al estándar de calidad de la uva que necesita el vino Ultra Premium, "A" a la calidad de las uvas para los vinos Super Premium y "B" la de los vinos Premium. Donde AA, A y B son uvas de calidad decreciente, pero sin defectos. La calidad de uva "AA" también sería apropiada para los vinos Ícono, ya que en ellos el diferencial de precios no se basa tanto en la uva, como en otros factores. Por otro lado, los vinos básicos también podrían elaborarse con uva "B" sin mención de variedad, pero aun tolerarían uva con algún defecto que llamaremos "C" (Figura 8). Todavía no sabemos qué atributos de la uva definen a AA, A y B, ni qué defectos provocan una caída a C, pero estamos seguros que su precio debe ser sustancialmente distinto. El objetivo de este manual es precisamente indagar sobre estos atributos, proponer una definición para cada calidad y mostrar cómo se miden las variables del caso, por lo que estas preguntas las iremos respondiendo a medida que avancemos en su lectura. Las respuestas conformarán un sistema de evaluación de la calidad de la uva que puede evitar pérdidas de calidad en la industria, coadyuvar a una correcta asignación de precios de la uva y promover una mayor transparencia del mercado.

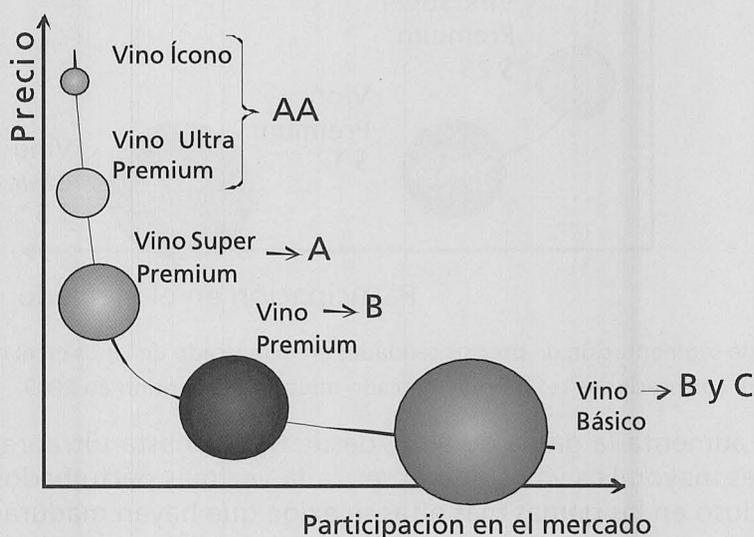


Figura 8: Estándares de calidad propuestos para la uva necesaria para elaborar las distintas gamas de calidad de vino del mercado.

5. Índices de calidad del vino tinto

El vino es una bebida compleja. En su composición intervienen muchas sustancias químicas. Éstas, estando disueltas o cuando son volatilizadas, impactan los sentidos del bebedor, provocando sensaciones visuales, táctiles, gustativas y olfativas que, en general, son agradables. Esto ha hecho que el vino haya sido una bebida popular, a todo lo largo de la historia humana. Los distintos compuestos del vino causan, ya sean solos o interactuando entre ellos, diversas sensaciones. La relación entre compuestos químicos y sensaciones se esquematiza en la Figura 9. Allí puede verse cómo, los principales compuestos causantes de sensaciones más o menos agradables son el alcohol, la glicerina, los ácidos orgánicos, los pigmentos antocianicos, los taninos, las catequinas y las sustancias odorantes. Y, en el caso de los vinos dulces, los azúcares. En los vinos de calidad más alta, las sensaciones agradables son intensas. En ellos se coaligan colores rojos y violetas vivos, con una alta concentración y untuosidad en la boca, un ardor moderado a intenso, una acidez equilibrada y aromas agradables a frutas, flores, especies, mermelada, frutas secas y a veces, madera. Los vinos de menos calidad pueden tener estos mismos atributos, pero menos intensos. Los vinos con menos calidad aún, provocan además, sensaciones que no son tan agradables, como sabores herbáceos, gustos astringente o amargo, o aroma oxidado (a acetaldehído), entre otros. Por último los vinos defectuosos, con alteraciones químicas y microbiológicas, provocan reacciones realmente desagradables, como ocurre por ejemplo con los vinos avinagrados.

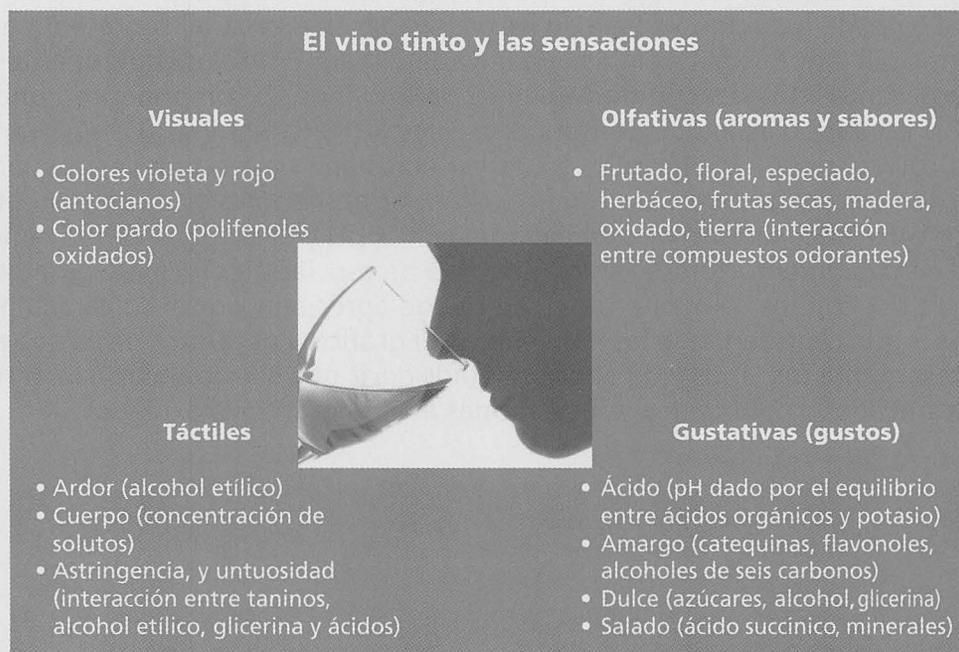


Figura 9: Sensaciones causadas por el vino tinto y compuestos responsables.

Si bien el vino es muy complejo, cuando analizamos muchos vinos, podemos observar que poseen una estructura común, y que muchas variables están asociadas entre sí. Por ejemplo, los vinos más coloreados también tienen, en general, más taninos y más concentración. Un estudio de estas asociaciones entre variables permite generar índices para caracterizar su calidad, de una manera simple.

Durante el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, al estudiar 350 vinos tintos de uvas Malbec,

Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de distintas zonas de Argentina, se pudo comprobar algo interesante. Al analizar su composición química, mediante el análisis multivariante de componentes principales, los vinos siempre pudieron ser explicados cualitativamente por tres dimensiones. Esto ocurrió año a año, durante las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009. De estas dimensiones, la primera tenía que ver con la concentración de sustancias polifenólicas y pigmentos; la segunda con el estado de oxidación del vino y la tercera con la graduación alcohólica. Si bien el compuesto mayoritario en los vinos, luego del agua, es el alcohol, no representa un parámetro de calidad importante en los vinos argentinos. Esto es así porque en nuestro país las uvas maduran muy bien y difícilmente falte alcohol, por lo que este criterio no discrimina situaciones de distinta calidad (Vila *et al.*, 2009a).

No ocurre lo mismo con las otras dos dimensiones, que son fundamentales para discriminar la calidad del vino, ya que explican su pigmentación, concentración, astringencia, acidez y oxidación. Por otro lado, como veremos más adelante, si bien los compuestos que forman estas dimensiones no son sustancias odorantes, las sustancias odorantes se asocian con estas dimensiones. Esto se debe a los mismos fenómenos de asociación entre variables ya mencionados. Por ejemplo un vino más concentrado generalmente también es más aromático.

En la Figura 10 puede observarse el análisis de componentes principales realizado con todos los vinos indicados de las cosechas 2005 a 2009, en conjunto. El eje de las abscisas (eje horizontal) representa el componente principal 1 que explica el 47% de la variabilidad total de los vinos, y el eje de las ordenadas (eje vertical) representa el componente principal 2 que explica el 24% de la variabilidad. Entre los componentes 1 y 2 se puede explicar el 71% del comportamiento de los vinos. El componente principal 1 se asocia con las variables índice de fenoles totales (IPT), catequinas (Cateq), taninos, intensidad colorante (IC) y color rojo, todas variables que tienen que ver con la pigmentación antocianica y la concentración en sustancias polifenólicas. El componente principal 2, por otro lado, se asocia positivamente con el pH y el matiz, y negativamente con el grado de copigmentación del color. El grado de asociación entre las variables enológicas entre sí y con los componentes 1 y 2 puede apreciarse por la cercanía angular de los vectores que representan a las variables en el gráfico. Los puntos dispersos en el gráfico representan a los vinos y de ellos podemos decir que si están más a la derecha son más concentrados y coloreados y si están más arriba están más oxidados.

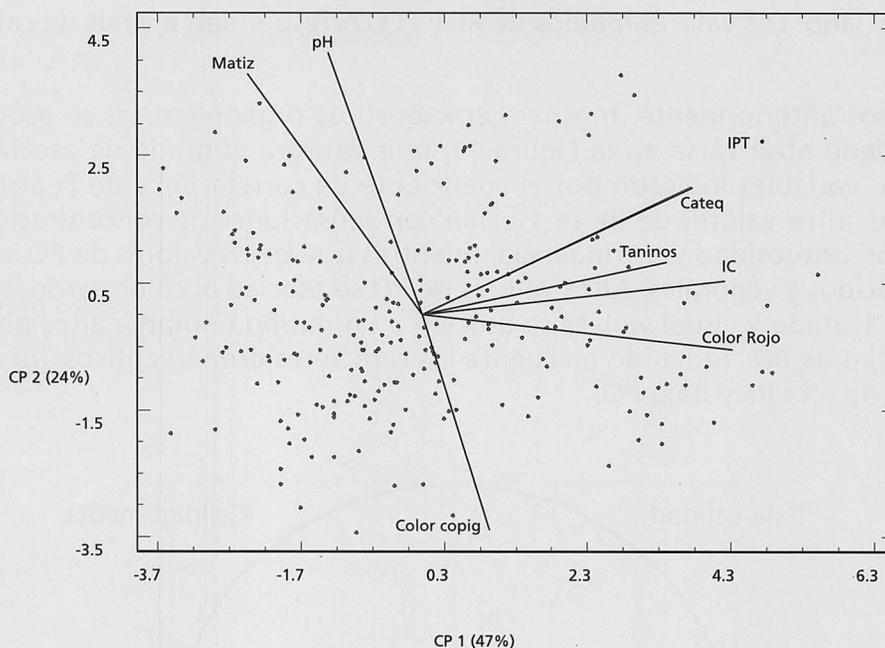


Figura 10: Análisis de componentes principales de 248 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina.

El valor que toma cada vino con respecto a cada uno de los componentes principales es una combinación lineal de las variables que se usaron para construir el análisis. Estas funciones lineales una vez desestandarizadas⁹ y escaladas sirvieron para construir dos índices de calidad del vino. Estos índices son capaces de explicar alrededor del 70% de sus características cualitativas (el resto viene dado por el tenor alcohólico).

Estos índices han sido nombrados como Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO) y se calculan por las ecuaciones 1 y 2.

$$RF = 34,01939 + 1,8814 * Color\ Rojo + 0,3601 * IPT + 10,7004 * IC + 0,0393 * Cateq + 0,0090 * Taninos + 0,0975 * Color\ copig - 27,7954 * Matiz - 7,9300 * pH \quad (1)$$

$$PO = -102,51213 - 0,3817 * Color\ copig + 44,6099 * Matiz + 26,9054 * pH - 0,2669 * Color\ Rojo + 0,204945 * IPT + 1,3569 * IC + 0,0224 * Cateq + 0,0029 * Taninos \quad (2)$$

Los índices usan como variables predictoras la IC, el color rojo total y el copigmentado, el índice de fenoles totales (IPT), las concentraciones de catequinas y taninos, el matiz y el pH. Las técnicas de análisis de estas variables están protocolizadas y pueden consultarse en el "Manual de técnicas analíticas para mostos y vinos" de Nazrala *et al.* (2009).

Utilizando estos índices, se puede establecer el grado de calidad de cualquier vino con un 70% de confianza. Las variables que utilizan son de fácil obtención por medios analíticos de baja complejidad. Los vinos argentinos medidos presentan valores de RF entre 0 y 120, y de PO entre 0 y 100. Cuánto más alta la RF y más bajo el PO, de mayor ca-

⁹ Desestandarizar: indica la operación inversa de estandarizar una variable numérica. Estandarizar significa restarle a cada valor de una variable su media y dividir el resultado por la desviación estándar.

alidad será el vino. Los valores medios de RF y PO corresponden a vinos de calidad intermedia.

Como dijimos anteriormente, muchas características organolépticas se asocian a RF y PO, esto puede observarse en la Figura 11, que muestra el grado de asociación entre unas y otras variables indicado por el coeficiente de correlación r de Pearson¹⁰. Como puede verse, altos valores de RF se asocian con sensaciones de concentración, intensidad de color, untuosidad y astringencia, mientras que bajos valores de PO se asocian a caracteres ácidos y vegetales. Altos valores de PO se asocian al color pardo. Los caracteres olfativo frutado y visual violeta se asocian a un mismo tiempo a altos niveles de RF y bajos niveles de PO. Tomando en cuenta los caracteres organolépticos, los mejores vinos son los de alta RF y bajo PO.

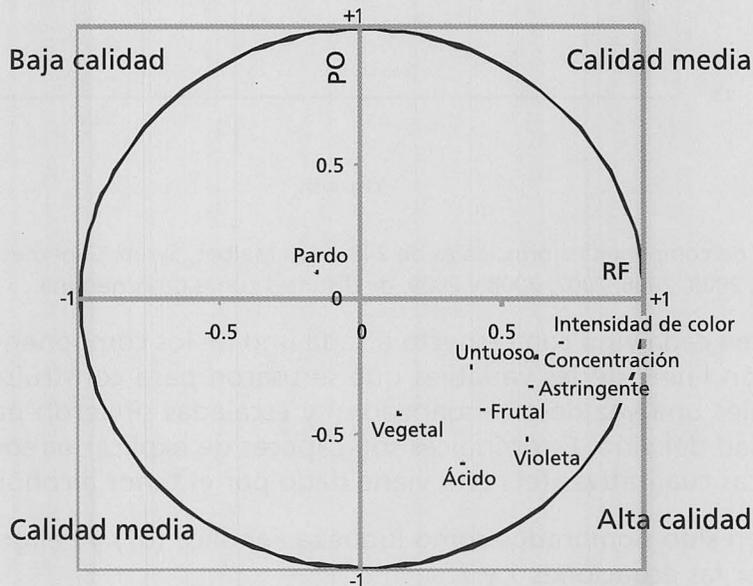


Figura 11: Asociación entre RF, PO y variables organolépticas de 248 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. El grado de asociación se mide por el coeficiente r de Pearson. La máxima asociación está dada por los valores 1 o -1, la mínima por el 0. El círculo corresponde al círculo de correlaciones máximas teniendo en cuenta RF y PO al mismo tiempo.

Tomando en cuenta los valores medios, el universo de los vinos puede dividirse en cuatro cuadrantes según sus RF y PO. El cuadrante de mayor calidad es aquel cuyos vinos tienen una RF superior y un PO inferior a la media. El cuadrante de menor calidad es aquel cuyos vinos tienen RF inferior y PO superior a las medias. Los otros dos cuadrantes son intermedios. Este esquema, que se ilustra en la Figura 12, sirve para especificar la calidad de cualquier vino y es muy útil para explicar cómo afectan los factores agronómicos y ambientales a la calidad del vino, tema que se tratará en detalle en el capítulo siguiente.

¹⁰ Coeficiente de correlación r de Pearson: es un parámetro estadístico que mide el grado de asociación entre dos variables. Cuando la asociación es máxima el valor es 1 ó -1, en este último caso se habla de una asociación negativa, en la que cuando crece una variable, la otra decrece. El valor 0 del coeficiente indica una asociación nula.

En este análisis siempre habrá que tener en cuenta que **“los buenos vinos tienen RF alta y PO bajo”**.

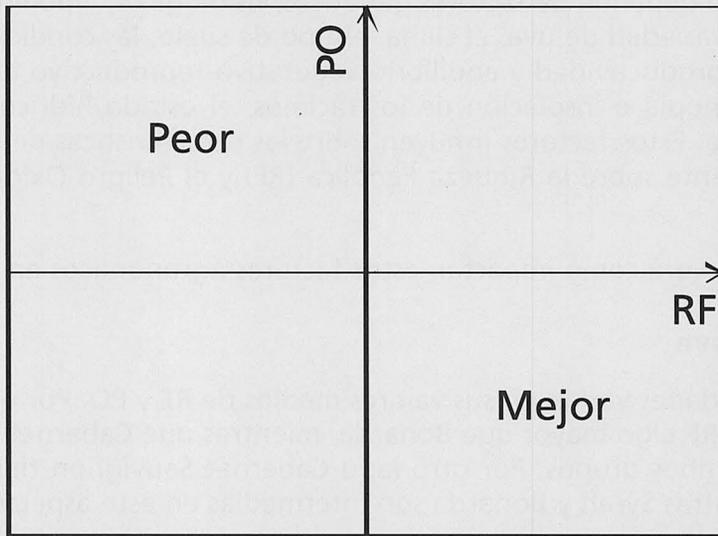


Figura 12: Esquema de calidades del vino según sus valores de RF y PO. Las líneas que separan los cuadrantes son los valores medios de RF y PO del universo de vinos. “Para los vinos alta calidad significa alta RF y bajo PO”.

6. Factores agronómicos que afectan la calidad del vino

La calidad del vino depende de factores genéticos, fisiológicos, ambientales y de manejo, tales como la variedad de uva, el clima, el tipo de suelo, las condiciones meteorológicas del año, la productividad y equilibrio vegetativo-reproductivo del viñedo, la disposición de la canopia e insolación de los racimos, el estado hídrico del viñedo y la madurez de la uva. Estos factores influyen sobre las características de las uvas, y por lo tanto indirectamente sobre la Riqueza Fenólica (RF) y el Peligro Oxidativo (PO) de los vinos.

A continuación se verá como impactan estos factores agronómicos en cada caso.

a. Variedad de uva

Las distintas variedades varían en sus valores medios de RF y PO. Por ejemplo Malbec y Syrah tienen una RF algo mayor que Bonarda, mientras que Cabernet Sauvignon es intermedia entre ambos grupos. Por otro lado Cabernet Sauvignon tiene un PO mayor que Malbec, mientras Syrah y Bonarda son intermedias en este aspecto (Figura 13).

En este caso particular, es importante tener en cuenta que lo dicho no significa que Malbec tenga una calidad mayor que Bonarda o Cabernet Sauvignon, sino que cada variedad tiene valores medios de RF y PO que les son propios y que deben ser considerados cuando se establecen niveles o estándares de calidad. Las medias de dos variedades pueden considerarse distintas (con un 95% de confianza) cuando difieren aproximadamente en dos veces su error estándar¹¹. En la Figura 11 se observa que las cuatro variedades no difieren estadísticamente entre sí en RF. Sólo Cabernet Sauvignon difiere de Malbec en PO. Podríamos afirmar que Cabernet Sauvignon es naturalmente más rojizo y Malbec más violáceo, pero que esas son características que aportan distinción a cada variedad.

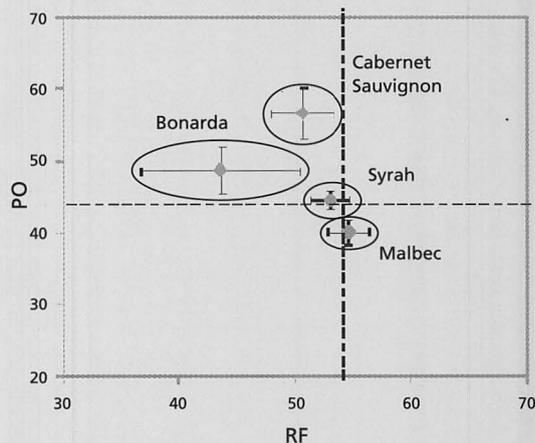


Figura 13: Valores medios de RF y PO de las variedades Malbec, Syrah, Bonarda y Cabernet Sauvignon. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

¹¹ El error estándar es un buen estimador de la desviación estándar de una variable aleatoria. Se calcula como la desviación estándar de la muestra, dividida por la raíz cuadrada del tamaño de la muestra.

b. Clima, zona y sitio

Fundamentalmente, dos aspectos climáticos influyen sobre la calidad del vino. Por una parte, el calor ambiental que soporta el cultivo, por la otra, la temperatura mínima durante la época de maduración de la uva (Tonietto y Carbonneau, 2004). El calor ambiental se puede estimar por la temperatura media o por la integral térmica¹², durante el período vegetativo. Mientras que, la temperatura mínima durante la maduración se puede estimar por la temperatura mínima media de marzo. En la Argentina, una variable fuertemente asociada con las temperaturas medias es la altitud. Esto es debido a que las zonas vitivinícolas se encuentran en el pedemonte y en valles altos de la cordillera de los Andes y de las sierras Subandinas. A una latitud dada, la temperatura media disminuye 0,8 a 1° C cuando la altitud aumenta 100 m.

Se considera que las zonas con temperaturas medias altas se asocian con plantas más grandes y más productivas; las zonas con temperaturas medias más bajas con plantas más pequeñas, lo que finalmente impacta sobre las características de las uvas y la calidad de los vinos. Tomando a la altitud como un estimador de las características térmicas de la zona, puede observarse que ésta tiene un efecto marcado sobre la RF pero no tiene efecto sobre el PO de los vinos. Alturas mayores a 1.050 m snm brindan vinos con RF más alta que los de alturas menores a 950 m snm. Alturas intermedias entre estos valores producen vinos con RF intermedia (Figura 14).

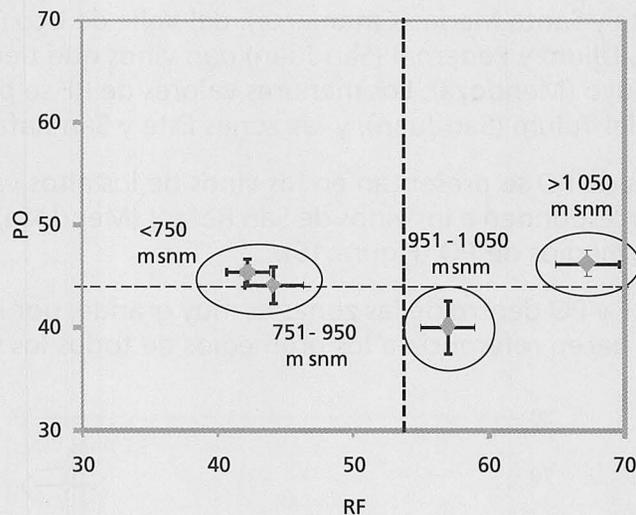


Figura 14: Influencia de la altitud del viñedo sobre RF y PO, en vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

Las temperaturas mínimas durante la maduración de la uva tienen, por otro lado, un efecto directo sobre la calidad de la uva y el vino. Cuando la temperatura mínima de marzo o índice de frío (IF) es menor a 12° C la RF de los vinos es mayor. Por otro lado cuando el índice de frío es mayor a 13° C el PO de los vinos se hace mayor. Se puede afirmar entonces, que existen tres clases de índice de frío; < 12° C da vinos con RF alta

¹² La integral térmica es la sumatoria de grados día por encima del cero biológico (10° C para la vid). Se calcula sumando la temperatura activa (temperatura media menos el cero biológico) de cada uno de los días que pertenecen al ciclo vegetativo (por ejemplo todos los días entre el 1 de octubre y el 30 de abril).

y PO medio; de 12 a 13° C da vinos con RF y PO medios y > 13° C da vinos con RF media y PO medianamente alto (Figura 15).

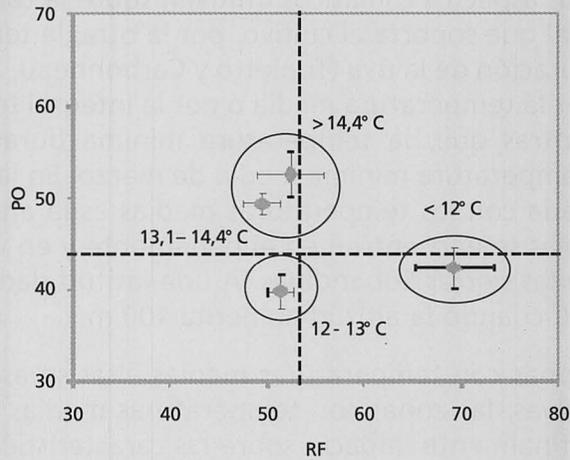


Figura15: Influencia del índice de frío (temperatura mínima de marzo) de la locación del viñedo sobre RF y PO, en vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

Debido a la conjunción de estas características climáticas, las distintas zonas de Argentina dan vinos cuyos RF y PO son diferentes en promedio. Los vinos de los Valles Calchaquíes (Cafayate-Salta y Santa María - Catamarca), del Valle de Uco (Mendoza) y de los altos valles de Zonda, Ullum y Pedernal (San Juan) dan vinos que tienen mayor RF que los vinos de Luján de Cuyo (Mendoza). Los menores valores de RF se presentan en Chilecito (La Rioja), el Valle del Tulum (San Juan), y las zonas Este y San Rafael (Mendoza).

Los mayores valores de PO se presentan en los vinos de los altos valles de San Juan. Los menores valores corresponden a los vinos de San Rafael (Mendoza). Las otras zonas presentan valores intermedios de PO (Figura 16).

La variabilidad de RF y PO dentro de las zonas es muy grande, por lo que las distinciones que se indican solo hacen referencia a los promedios de todos los vinos de cada zona.

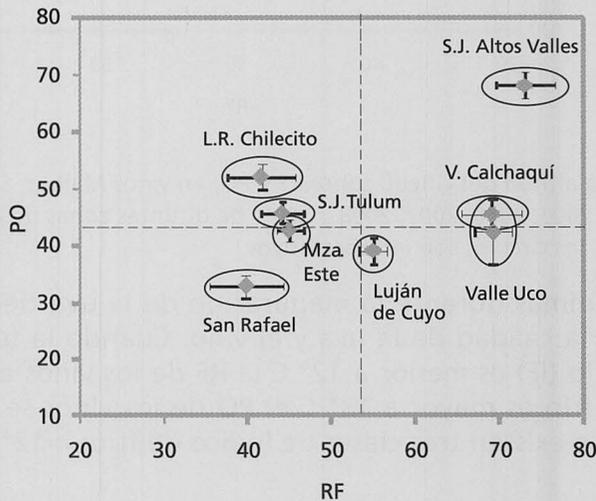


Figura 16: Efecto zona sobre RF y PO de vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

La conjunción entre clima, tipo de suelo y prácticas culturales propias de cada viñedo establece también una distinción entre las fincas, en cuanto a la calidad de los vinos que pueden producir. Puede afirmarse que la finca tiene una cierta vocación para producir un tipo de vino, y si bien muestra diferencias entre variedades, niveles de carga o años de cosecha dentro de la finca, estas diferencias casi siempre son menores que entre fincas. Esto puede observarse en la Figura 17 que muestra las RF y PO de vinos de tres fincas distintas con gran variabilidad intra-finca de variedades, niveles de carga y años de cosecha.

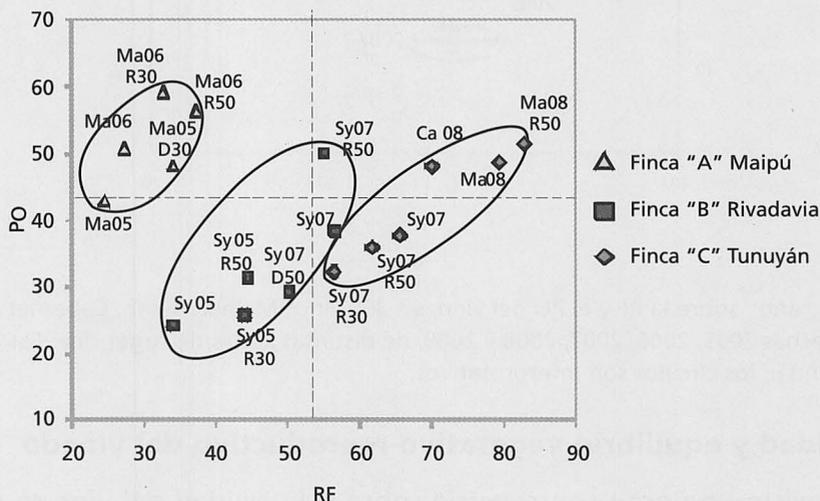


Figura 17: Efecto "Finca" sobre la RF y el PO de los vinos (variedades: Ma: Malbec, Sy: Syrah, Ca: Cabernet Sauvignon; niveles de carga: R30 y R50: raleos del 30 y 50% de la uva, D30 y D50: eliminación del 30 y 50% de los brotes con sus racimos; cosechas: 05 a 08: 2005 a 2008).

c. Efecto año

Así como las condiciones climáticas tienen un efecto marcado sobre la RF y el PO de los vinos, también lo tienen las condiciones meteorológicas del año. Los distintos años de cosecha, dada la variabilidad del tiempo que se da entre ellos, brindan diversas calidades de vino. La única distinción entre clima y tiempo meteorológico es la escala temporal, dentro de las que se consideran las variables atmosféricas. El clima se refiere a las variables atmosféricas con una escala de 25 a 30 años, mientras que el tiempo meteorológico se refiere a una escala que va desde unos pocos días hasta unos pocos años. Podemos afirmar que en la Argentina existe un efecto añada, dado por la variación de las variables térmicas. Este efecto añada es menor al que se observa, por ejemplo en Europa, donde las diferencias entre años están dadas no sólo por características térmicas, sino también por el balance hídrico. En Argentina no puede considerarse el balance hídrico, ya que todos los viñedos son irrigados artificialmente.

Analizando el efecto año, puede observarse que los años 2008 y 2009 produjeron vinos con mayor RF que el año 2006. Los años 2005 y 2007 fueron intermedios. Con respecto al PO, el año 2008 produjo vinos con mayor PO que el año 2007. Puede decirse que los años 2007, 2008 y 2009 fueron los mejores aunque con marcadas diferencias de estilo (por el PO), y que el año 2006 fue el peor (Figura 18). De todas maneras si analizamos los intervalos de confianza de las medias, en la Figura 18 (dos veces las desviaciones estándar a cada lado de las medias, aproximadamente) vemos que las diferencias son bastante sutiles y sólo son estadísticamente significativas entre los años 2007 y 2008, y únicamente para la PO.

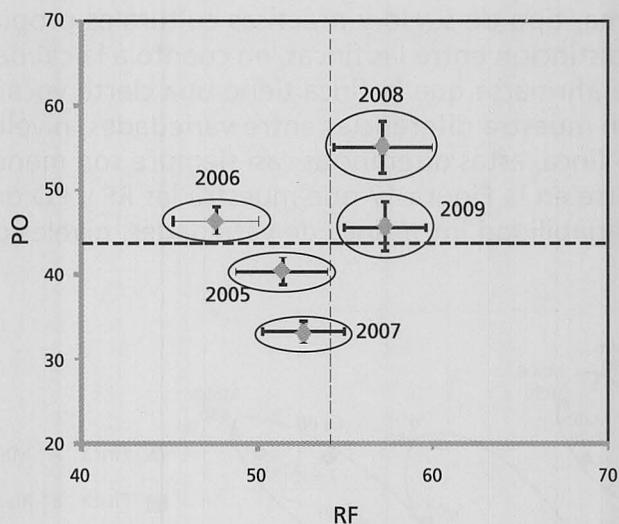


Figura 18: Efecto "año" sobre la RF y el PO del vino, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

d. Productividad y equilibrio vegetativo-reproductivo del viñedo

Actualmente existe una gran controversia sobre si la calidad del vino se relaciona con la productividad de uva del viñedo. Esta controversia es el motivo de frecuentes discusiones entre viñateros y bodegueros. Generalmente el enólogo no quiere que el viñedo produzca más de 80 o 100 qq/ha¹³. Y cada año le demandan esto al viñatero. Para ellos esta situación no tiene mucha importancia, pues pagan la uva por kilo. Para el viñatero en cambio la cosa es grave, pues su ingreso bruto se limita a esos pocos quintales de uva por el precio que pueda obtener de ellos. Además, generalmente el aumento de precio por mayor calidad difícilmente compensa la pérdida de producción. ¿Pero es razonable para una bodega ó un enólogo restringir la productividad de un viñedo, para asegurar la calidad del vino? ó ¿Es irracional para un viñatero resistirse a este ajuste productivo? En otras palabras, ¿Cuán importante es la productividad de la viña en la calidad del vino?¹⁴

Después de décadas de investigación científica, ¿por qué seguimos haciéndonos la misma pregunta acerca de si existe una relación entre rendimiento y calidad?

En el contexto de la vitivinicultura europea siempre se le dio mucha importancia a la baja producción de uva, como promotora de alta calidad de vino. Allí se acumularon muchas evidencias que mostraban que los viñedos con menos rendimiento daban mejores vinos (Tandonnet *et al.*, 1996). Pero, en algún momento, estas evidencias se usaron políticamente, para propiciar bajas producciones con el objeto de equilibrar el mercado. Esto propició la práctica del raleo de uva. Muchos críticos a la visión europea han afirmado que los viñedos con bajas producciones daban buenos vinos, porque estaban formados por plantas pequeñas y bien equilibradas; los años con buena producción se asociaban con temporadas más secas, con déficit hídrico moderado. En parte, esto es verdad.

¹³ qq: quintal métrico, equivale a 100 kg.

¹⁴ Este párrafo y buena parte de las cosas que se dicen en este apartado están inspiradas en Greenspan (2006), aunque los datos que se muestran y las conclusiones a las que se arriban son propias de los autores.

Por otro lado, en el Nuevo Mundo vitivinícola, a partir de las investigaciones de Shaulis *et al.* (1966), Kliewer *et al.* (1988) y Smart (1985) se hizo énfasis en que el aumento de calidad del vino podía darse mediante manejos de canopia, sin importar cuán grande fuera la producción de uva. El equilibrio vegetativo reproductivo apareció como un concepto importante, ya que se demostró que él era el que se relacionaba con la calidad del vino y no la producción de uva (Kliewer y Dokoozlian, 2005). El equilibrio vegetativo reproductivo se refiere a cuántos metros cuadrados de superficie foliar tiene la planta, por cada kg de uva que produce. Este equilibrio se mide por medio del Índice de Carga que expresa la superficie foliar existente por peso de fruta producido (sus unidades son m^2 de superficie foliar/kg uva). El estudio de Kliewer y Dokoozlian (2005) mostró que la calidad de la uva aumentaba en las canopias simples, hasta un índice de carga de $1,45 m^2/kg$ y a partir de ese punto se mantenía constante, debido a un aumento de la sombra en la canopia (Figura 19). En este modelo, se acepta que se puede aumentar la calidad, tanto eliminando uva como "agregando hojas", siendo obviamente esta segunda posibilidad mucho más rentable. Una forma de "agregar hojas" es tener espalderos más altos y no despampanarlos.

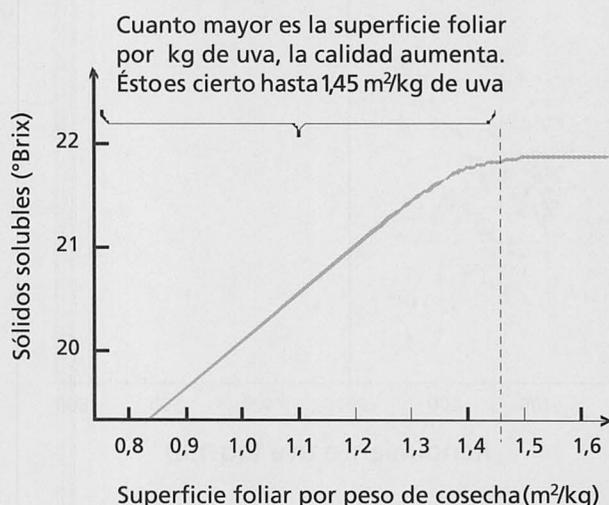


Figura 19: Relación entre índice de carga del viñedo (superficie foliar por kilos de uva) y calidad de la uva según el modelo de Kliewer y Dokoozlian (2005).

La principal crítica que se le ha hecho a la visión norteamericana, es que buena parte de los estudios se han efectuado en viñedos muy vigorosos y productivos. Por ejemplo, un estudio científico publicado en el *American Journal of Viticulture and Enology* por Chapman *et al.* (2004) encontró que bajos rendimientos, obtenidos podando con menos yemas por planta, producían vinos más herbáceos y menos frutados, que aquellos provenientes de altos rendimientos. Esto es buena ciencia, consecuencia de un experimento bien diseñado con repeticiones al azar y con análisis estadístico que permite separar la variación natural de los efectos del tratamiento. Entonces, ¿la ciencia dice que los bajos rendimientos disminuyen la calidad del vino? Sí, pero sólo en ese viñedo, implantado en un suelo fértil y profundo, con plantas injertadas sobre el portainjerto vigorizante 110 R.

Algunos experimentos publicados en la literatura científica muestran poco o ningún efecto de la alta producción sobre la calidad del vino (en términos de intensidad de color, aroma o sabor); mientras que otros revelan una disminución de la calidad cuando el rendimiento crece. Claramente, rendimiento versus calidad es una relación sitio-específica, y por la naturaleza de la investigación científica, la ciencia experimental (que ne-

cesita controlar las condiciones de los ensayos) está restringida en su posibilidad de definir un modelo universal rendimiento-calidad.

Para desarrollar un modelo general, deben ser medidos muchos viñedos en diversos sitios, trabajando con un método observacional y no experimental. Esto excluye la posibilidad de replicaciones bajo condiciones controladas. Aún con estas limitaciones, las posibilidades de encontrar un modelo más general son mayores. Dentro de este contexto, el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA reunió información vegetativa-reproductiva y de calidad de vinos, de 360 casos en distintas zonas y cosechas de Argentina, con lo que pudo echarse algo de luz sobre este asunto.

Tomando todos los casos en conjunto, pudo observarse una pequeña pero significativa influencia de la producción sobre la RF del vino. Cuando los viñedos produjeron menos de 300 qq/ha su RF fue mayor cuanto menor fue la producción; pero la proporción de RF que pudo ser explicada sólo por la productividad fue baja ($R^2 = 16\%$, $p < 0,0000$). Por encima de 300 qq/ha, ya no existió influencia sobre la RF (Figura 20).

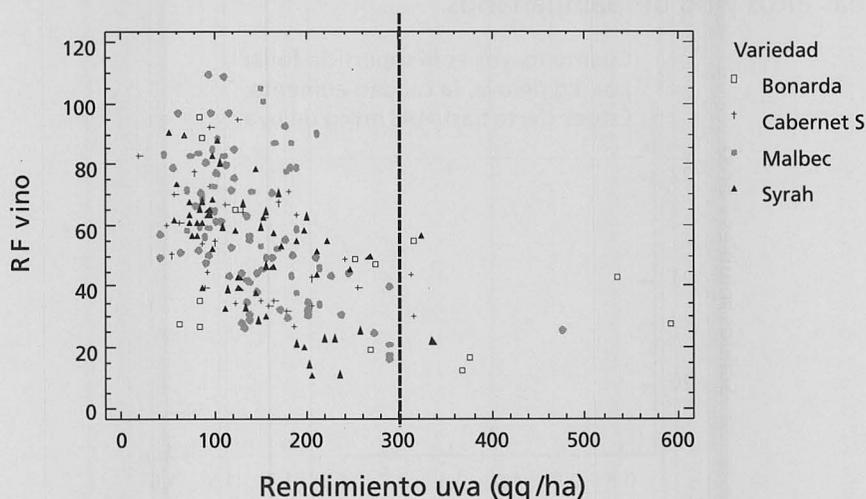


Figura 20: Influencia del rendimiento sobre la RF del vino, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina.

Un modelo simplificado de esta relación observada entre producción y calidad se presenta en la Figura 21.

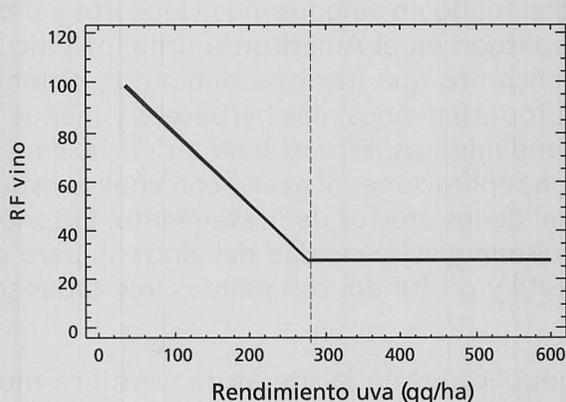


Figura 21: Modelo de efecto del rendimiento de uva sobre la calidad (RF) del vino.

Por otro lado, en el mismo estudio, también se observó una pequeña aunque significa-

tiva influencia del equilibrio vegetativo-reproductivo sobre la RF, con un patrón similar al indicado por Kliewer y Dokoozlian (2005). A medida que el índice de carga se hacía más alto, la RF aumentaba; esto sucedió hasta 1,2 m²/kg de uva. Luego de este punto la RF se mantuvo constante en los valores más altos. Sin embargo la proporción de RF que pudo ser explicada por el equilibrio fue baja ($R^2 = 21\%$, $p < 0,0000$; Figura 22).

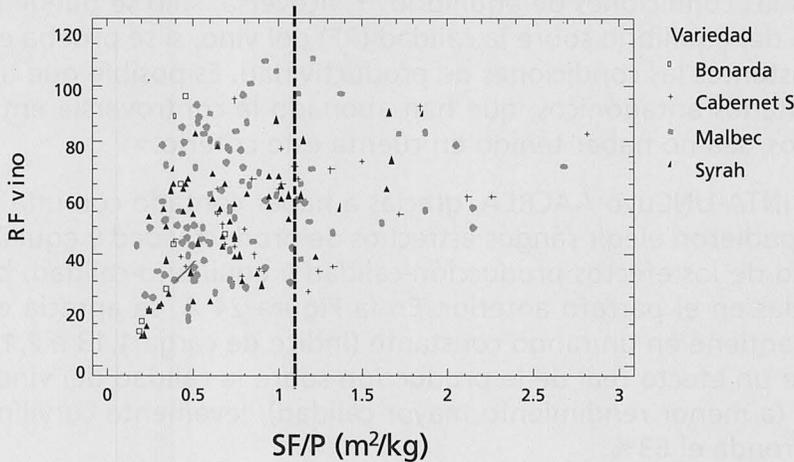


Figura 22: Efecto del equilibrio vegetativo-reproductivo (superficie foliar vs. producción; SF/P) sobre la calidad (RF) del vino, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina.

En vista de esta doble influencia surgió la sospecha que, a nivel global, la productividad del viñedo está relacionada con el equilibrio. Esto pudo confirmarse, ya que ambas variables aparecieron fuertemente asociadas ($r^2 = 83\%$), aunque la relación no era lineal sino hiperbólica (Figura 23). De todas maneras, en el tramo de rendimientos medios, entre 50 y 250 qq/ha, y de equilibrios medios, entre 0,25 y 1,2 m²/kg de uva, existe una gran variabilidad y el grado de asociación entre ambas variables es bajo.

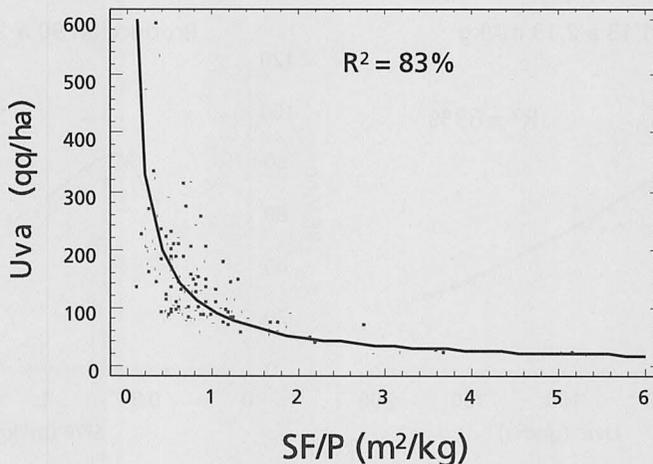


Figura 23: Relación entre productividad y equilibrio vegetativo-reproductivo (superficie foliar vs. producción; SF/P) en 360 locaciones vitícolas de Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina.

Como la productividad de uva y el equilibrio vegetativo-reproductivo están asociados,

muchas de las conclusiones a las que se ha arribado, sobre la influencia de uno u otro en la calidad, en otros estudios, resultan sesgadas. En los estudios sobre productividad no se mantuvo constante el equilibrio, ni en los estudios de equilibrio se mantuvo constante la productividad. En realidad, sólo se puede aseverar que es cierto el efecto del rendimiento de uva sobre la calidad (RF) del vino, si se prueba esto, cuando se mantienen constantes las condiciones de equilibrio. Y viceversa, sólo se puede probar que es cierto el efecto del equilibrio sobre la calidad (RF) del vino, si se prueba esto cuando se mantienen constantes las condiciones de productividad. Es posible que una de las causas de los resultados antagónicos, que han abonado la controversia entre franceses y norteamericanos, sea no haber tenido en cuenta este criterio.

En el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, gracias a haber contado con una base de datos tan amplia, se pudieron elegir rangos estrechos de productividad y equilibrio para probar la veracidad de los efectos producción-calidad y equilibrio-calidad, bajo las condiciones declaradas en el párrafo anterior. En la Figura 24 A, se aprecia que cuando el equilibrio se mantiene en un rango constante (índice de carga 1,13 a 2,13 m^2/kg , en el ejemplo), existe un efecto real de la producción sobre la calidad del vino (RF). La relación es inversa (a menor rendimiento mayor calidad), levemente curvilínea y el grado de explicación ronda el 63%.

En la Figura 24 B, se puede apreciar que, cuando el rendimiento de uva se mantiene en un rango constante (90 a 105 qq/ha, en el ejemplo) existe un efecto real del equilibrio vegetativo-reproductivo sobre la calidad del vino (RF). La relación es fuertemente curvilínea y tiene un tramo donde, a mayor índice de carga, mayor calidad. Se llega a un nivel máximo u óptimo de equilibrio en torno a los 0,8 m^2/kg de uva. Luego la relación se hace negativa (a medida que crece el índice de carga, la calidad disminuye). El grado de explicación de este modelo ronda el 50%. La caída de calidad, a valores altos de índice de carga, es consistente con el aumento de sombra que se produce en estas situaciones.

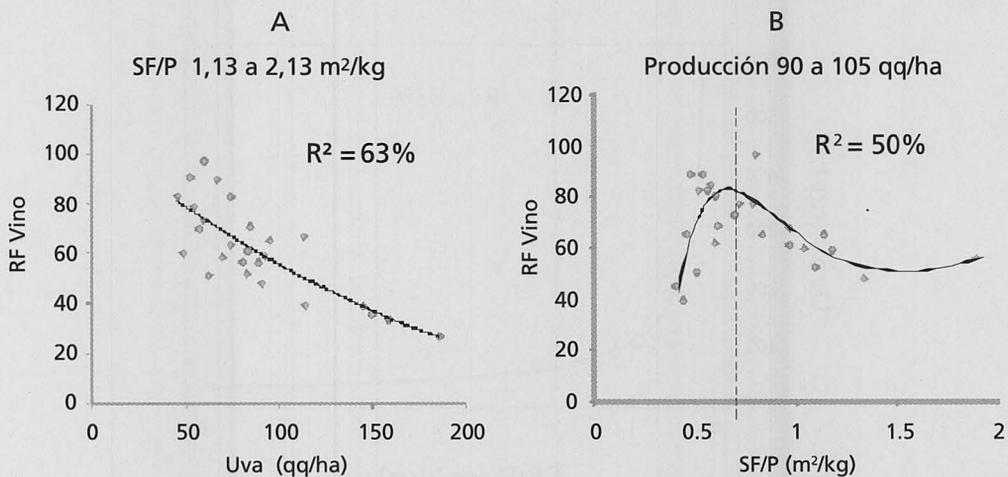


Figura 24: Efectos del rendimiento sobre la calidad de vino (RF), cuando se deja constante el equilibrio (A); y del equilibrio vegetativo-reproductivo sobre calidad de vino (RF), cuando se deja constante la producción (B).

Volviendo a los datos en su conjunto, las Figuras 25 y 26 muestran los efectos de rendimiento y equilibrio sobre RF Y PO, al mismo tiempo. En estas figuras las clases se formaron por criterios agronómicos arbitrarios. En la Figura 25 pueden observarse tres cla-

ses bien definidas de productividad: a) Calidad inferior, expresada como RF, con productividad superior a 200 qq/ha; b) Calidad intermedia, entre 100 y 200 qq/ha y c) Calidad superior, con menos de 100 qq/ha. Sin embargo, la clase de menos de 100 qq/ha tiende a dar vinos con un PO levemente mayor al resto de las clases, lo que no es bueno.

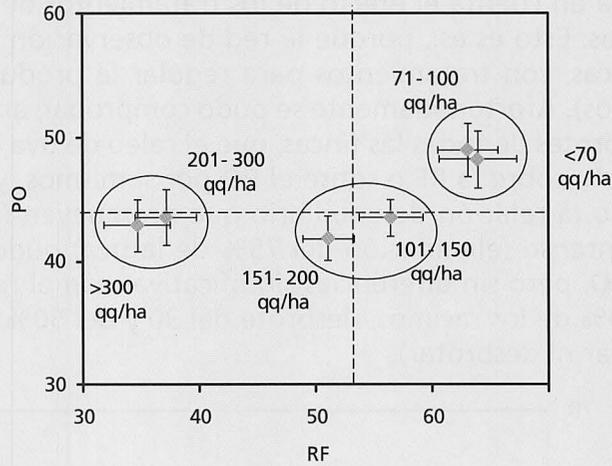


Figura 25: Efecto del rendimiento de uva sobre la RF y el PO del vino, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

En la Figura 26 puede observarse que el equilibrio vegetativo-reproductivo tiene influencia sobre la RF, pero no sobre el PO. La RF aumenta con el aumento del equilibrio hasta un índice de carga de 2 m²/kg. En los viñedos con índice de carga mayor a 2 m²/kg la RF disminuye su valor, hasta alcanzar a los que tienen alrededor de 0,5 m²/kg de uva.

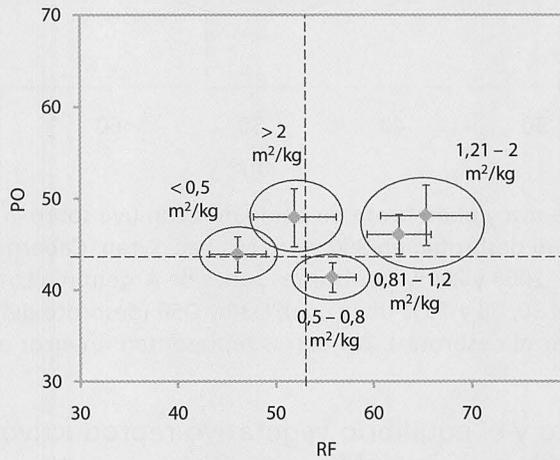


Figura 26: Efecto del equilibrio vegetativo-reproductivo del viñedo sobre la RF y el PO del vino, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

En resumen, calidad del vino está determinada por el nivel productivo y también por el equilibrio vegetativo-reproductivo. Ambos factores (rendimiento y equilibrio) explican sólo en parte la calidad del vino (no más del 60%). Aunque ambos están correlacionados entre sí, en las situaciones medias de producción (de 50 a 250 qq/ha) y de equilibrio

(de 0,25 a 1,2 m²/kg de uva) existe un amplio margen para aumentar el rendimiento, sin perder calidad, a expensas de ganar en equilibrio.

Todas las afirmaciones que se han hecho en este apartado surgen del análisis de los datos del Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA. Estas afirmaciones podrían ponerse en tela de juicio, si no se tuviera en cuenta el efecto de los tratamientos de raleo y desbrote realizados en las parcelas. Esto es así, porque la red de observación se formó con muchos experimentos en fincas, con tratamientos para regular la producción (raleo de uva y desbrote de pámpanos). Afortunadamente se pudo comprobar, analizando todos los niveles de raleos y desbrotos de todas las fincas, que el raleo de uva o el desbrote de pámpanos no tienen efecto sobre la RF o sobre el PO por sí mismos, y sólo lo tienen por el rendimiento de uva o la relación de equilibrio que promueven (Figura 27). Sólo en el caso del raleo muy intenso (eliminación del 75% de la uva) pudo observarse una tendencia a un mayor PO, pero sin diferencias significativas con el resto de los tratamientos (raleo del 30 y 50% de los racimos, desbrote del 30 y del 50% de los pámpanos con uva y testigo sin ralear ni desbrotar).

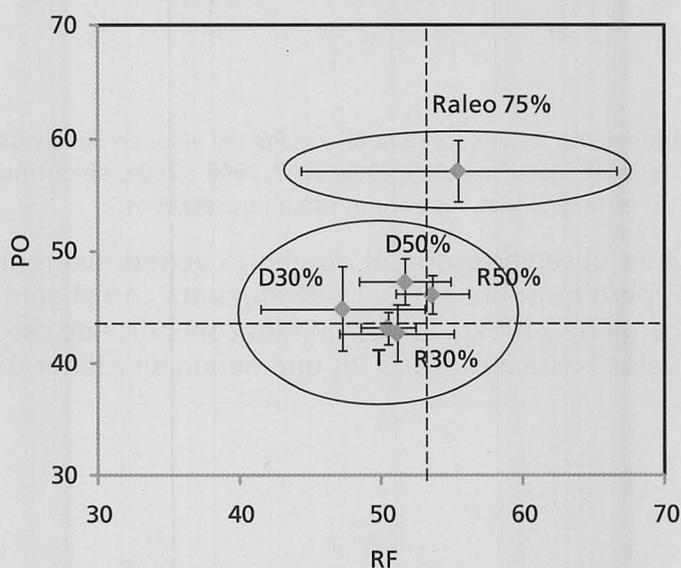


Figura 27: Efecto del raleo de uva y el desbrote de pámpanos con uva sobre la RF y el PO del vino comparado con el testigo sin ralear ni desbrotar, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Los tratamientos considerados son R30, R50 y R75 (raleos del 30, 50 y 75% de la uva), D30 y D50 (desbrote del 30 y 50% de los pámpanos con uva) y T (testigo sin ralear ni desbrotar). Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

Dado que el rendimiento y el equilibrio vegetativo-reproductivo influyen sobre la calidad del vino, la medida de estas variables permitiría una estimación del potencial cualitativo del viñedo. Casi siempre es necesario tener una apreciación de esta situación mucho antes de la cosecha, cuando todavía se pueden tomar una serie de decisiones críticas, referidas al manejo del viñedo o comercialización de la uva.

En este manual se proponen métodos para pronosticar la producción y estimar el área foliar con que calcular el equilibrio del cultivo en forma temprana.

e. Disposición de la canopia e insolación de los racimos

La luz tiene un efecto directo sobre la calidad de la uva, al actuar sobre el metabolismo secundario de la baya y un efecto indirecto, al actuar sobre la fotosíntesis de las hojas incidiendo sobre los azúcares que pueden llegar a la baya.

Con respecto al efecto directo, la luz promueve la síntesis de flavonoles, antocianos y ácido cafeico en los hollejos de las bayas. Esto es acompañado por una mayor combinación de los antocianos con los taninos, lo que provee mayor estabilidad del color (Price *et al.*, 1995). La mayor síntesis de antocianos y de flavonoles brinda una mayor RF a los vinos, mientras que mayor color polimérico (debido a la unión de antocianos y taninos) y más ácido cafeico se asocian a un mayor PO. El efecto de la luz viene dado por la reacción de las células del hollejo en las bayas, frente a la radiación UV-B directa y difusa. Los antocianos y los flavonoles son filtros solares muy potentes, que impiden la penetración de la radiación UV-B, evitando efectos dañinos sobre el ADN de las células. Esta función protectora no solo ocurre en la uva, sino también en la epidermis de las hojas, donde es menos aparente, ya que los flavonoles son casi transparentes.

Además, es importante tener en cuenta que las temperaturas de los tejidos vegetales expuestos al sol son superiores a la del aire. En Cabernet Sauvignon se observó una disminución en el contenido de antocianos de las uvas sometidas a altas temperaturas (>35° C), debido a procesos de degradación (Mori *et al.*, 2007).

El efecto indirecto de la luz se asocia con la cantidad de luz fotosintéticamente activa que pueda llegar a las hojas. Cuando hay pocas capas de hojas y los brotes están bien espaciados, por ser las plantas pequeñas o porque el sistema de conducción dispone los pámpanos en forma más expuesta, la luz directa y difusa puede llegar a la mayoría de las hojas. En este caso, ocurre en las hojas una activa fotosíntesis, lo que permite exportar mucha sacarosa a los racimos. En caso contrario, cuando la canopia es más cerrada y existen muchas hojas sombrías, la primera capa de hojas intercepta hasta el 95% de la radiación fotosintéticamente activa. Las hojas internas apenas realizan la fotosíntesis suficiente para su propia alimentación, pero no para exportar sacarosa.

En general, ambos efectos, el directo y el indirecto son concomitantes; salvo en casos especiales, como por ejemplo, cuando se somete una canopia densa a un deshoje basal a la altura de los racimos. En este caso, la calidad puede aumentar por efecto de la luz directa sobre el racimo, que promueve la síntesis de antocianos. Pero puede persistir una baja síntesis de azúcar (debido a la canopia densa). Con esta salvedad, puede afirmarse que la densidad de brotes (en las podas en cordón), ó la cantidad de brotes por planta, pueden ser buenos indicadores del grado de sombreado de las hojas y de los racimos, integrando los efectos directo e indirecto.

Analizando una de estas variables, la cantidad de brotes por planta, en el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA se pudo observar que la falta de luz tuvo un efecto depresivo sobre la RF del vino. Cuando las plantas tenían más de 37 brotes, la RF de sus vinos caía significativamente. Por otra parte, si las plantas tenían menos de 14 brotes mostraban una tendencia a una mayor RF. Si tenían entre 14 y 18 brotes, además de tener alta RF, tendían a tener un menor PO (Figura 28).

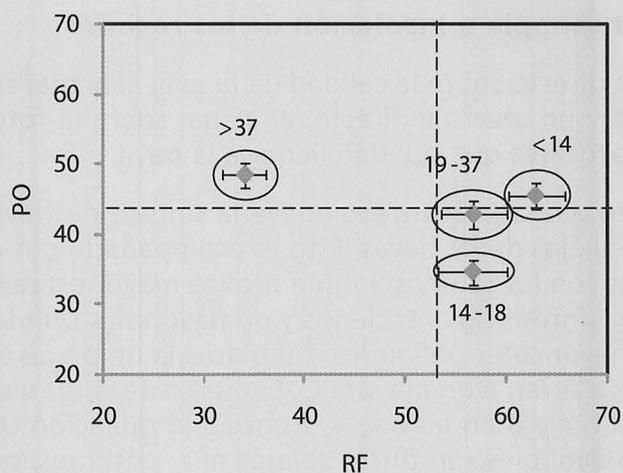


Figura 28: Efecto de la cantidad de brotes por planta sobre la RF y el PO del vino, en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda, de las cosechas 2005, 2006, 2007, 2008 y 2009, de distintas zonas de Argentina. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

f. Estado hídrico del viñedo

Se sabe que el déficit hídrico afecta el crecimiento de los órganos vegetales, como hojas, brotes y bayas de uva. Esta disminución del crecimiento puede tener un impacto directo sobre la uva, alterando la relación entre hollejo y mosto; y un efecto indirecto, al modificar la superficie foliar fotosintetizante y el grado de insolación de la canopia y racimos (ver apartado anterior). En el caso de la uva, el déficit hídrico puede provocar disminuciones de tamaño, pero además promover la síntesis de sustancias fenólicas como antocianos, catequinas y taninos dependiendo del momento del ciclo en el que ocurre (Ojeda *et al.*, 2002). La mayor síntesis de fenoles, en las uvas de plantas bajo déficit hídrico, está asociada a múltiples efectos, como cambios en el destino de asimilados (privilegiando el destino uva) o efectos hormonales, como la síntesis de ácido abscísico (ABA), que promueve a su vez la síntesis de fenoles flavonoides (Downey *et al.*, 2006). El efecto más perceptible del déficit hídrico es la disminución del crecimiento aéreo, de la conductancia estomática y del tamaño de las bayas. El déficit hídrico también provoca un aumento de la síntesis de fenoles flavonoides y de la polimerización y oxidación de estos fenoles en las bayas. Otro efecto es el adelantamiento de la madurez de la uva. Cuando el déficit hídrico es muy severo y prolongado, los efectos favorables pueden perderse, ya que tanto el metabolismo primario como el secundario llegan casi a paralizarse.

Como se ha indicado, el tamaño de la baya puede ser un buen indicador del estado hídrico del cultivo y es interesante conocer su influencia sobre la calidad del vino. En el caso de las uvas del Proyecto se observó en Cabernet Sauvignon que, cuando las uvas fueron muy grandes (> 1,2 g por baya), el vino fue de baja calidad (bajo RF y alto PO). Las uvas más pequeñas, desarrolladas probablemente con un estado hídrico más deficitario, produjeron vinos de calidad superior, sobre todo en términos de RF (Figura 29).

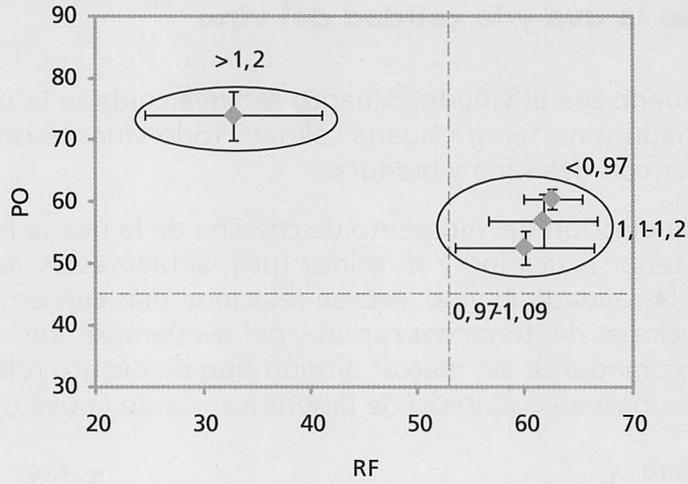


Figura 29: Efecto del tamaño de grano sobre la calidad del vino en Cabernet Sauvignon. Las barras representan un error estándar, los círculos son interpretativos.

7. La madurez de la uva y la calidad del vino

No importa cuán bueno sea el viñedo y cuánto se haya cuidado la uva, si ésta se cosecha verde ó muy madura no tendrá buena calidad. Todo vino de calidad requiere, antes que nada, contar con uva sana y madura.

Tradicionalmente, la elección del momento de cosecha de la uva se ha basado en la determinación de su tenor azucarino y su acidez (pH). Si bien estas variables son importantes para definir la calidad del vino, ésta se relaciona más con otros parámetros. Por otro lado, las evoluciones del tenor azucarino y del pH siempre son crecientes, desde el envero hasta la sobremadurez, sin marcar ningún tipo de evento relacionado con el alcance de la madurez óptima ó el inicio de la senescencia de la uva (Figura 30).

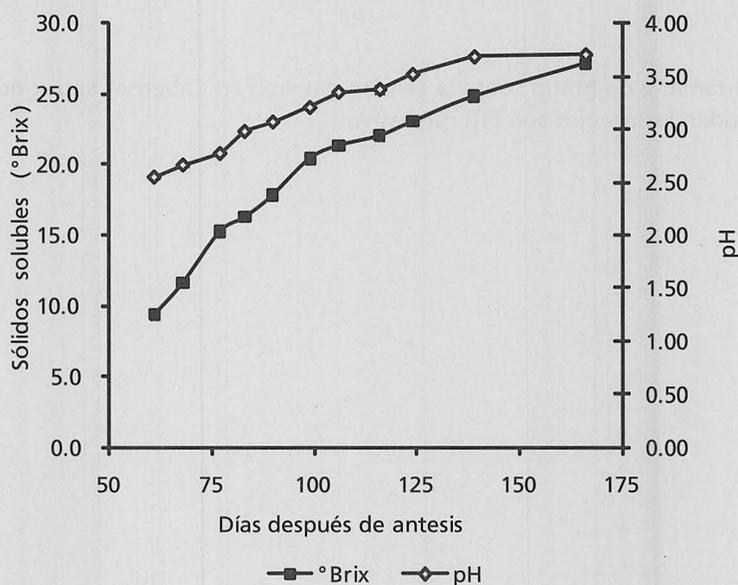


Figura 30: Evolución del tenor azucarino como sólidos solubles (% SS ó °Brix) y el pH de la uva en un viñedo de Malbec de Luján de Cuyo, Argentina en 2006, desde el envero (12 de enero; día 61 después de antesis) hasta la madurez avanzada (27 de abril; día 166 después de antesis).

Si no contamos con un criterio adecuado para definir la madurez, siempre existirá el riesgo de cosechar la uva verde ó sobremadura. Durante la evolución de la uva, la madurez óptima se produce cuando se logra la máxima concentración de aromas y pigmentos y la máxima potencialidad para dar vinos suaves y concentrados. Como ya se ha explicado en el capítulo 1, los aromas, pigmentos antocianicos y taninos, se sintetizan en la uva, por un mecanismo que se conoce como metabolismo secundario, a expensas del azúcar que trae la savia elaborada. Mientras ingresa azúcar (proveniente de la fotosíntesis o metabolismo primario), se sintetizan estas sustancias. Cuando el ingreso de azúcar se detiene, se paraliza el metabolismo secundario. Cuanto más dure en el tiempo el ingreso de azúcar, las uvas van a ser de mayor calidad. También, como se vio, la síntesis de aromas es muy tardía y se desencadena cuando se produce el ingreso de las últimas porciones de azúcar a la baya. Además, la madurez óptima no solo se alcanza por la síntesis de estas sustancias que se han indicado. También deben producirse transformaciones en las células de los hollejos, como la disgregación de las paredes celulares, que favorece la difusión de sustancias durante la vinificación. Además la madurez

implica el endurecimiento de la cutícula de las semillas, lo que dificulta la difusión de sustancias amargas astringentes.

Un evento fisiológico que indica el fin de la maduración y el comienzo de la senescencia de la baya es el momento en que se alcanza el máximo tamaño de la baya (MP). En este punto, termina el ingreso aparente de savia y comienza la deshidratación (Figura 31).

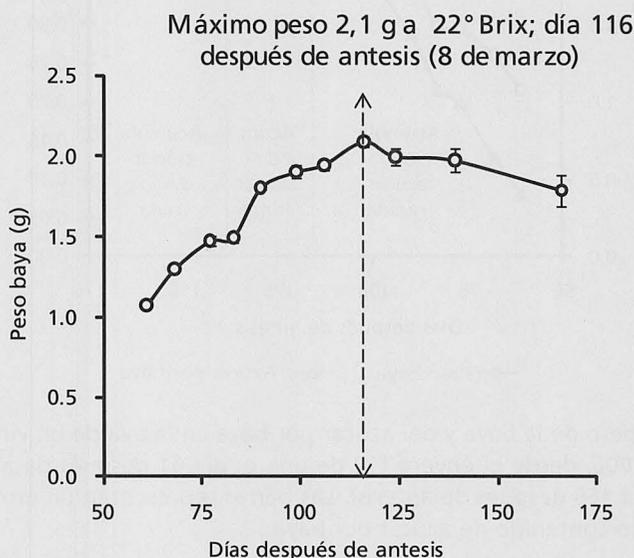


Figura 31: Evolución del peso de la baya en la uva de un viñedo de Malbec de Luján de Cuyo, Argentina en 2006, desde el envero (12 de enero; día 61 después de antesis) hasta la madurez avanzada (27 de abril; día 166 después de antesis). Las barras representan un error estándar.

Aparentemente, el día en el que se produce el máximo tamaño de baya también debería ser el que indique la paralización del ingreso de azúcar, marcando el momento de madurez óptima, pero esto no es así. De hecho, con posterioridad al día de máximo tamaño de baya continua el ingreso de azúcar, pero a un ritmo muy lento. Este ingreso dura entre una semana y un mes (Figura 32). Este azúcar también es transportado por la savia, pero este transporte no se manifiesta en un aumento del tamaño de baya. Esto se debe, posiblemente, a que el ingreso es tan pequeño que iguala la pérdida por transpiración cuticular. Este ingreso lento de azúcar se ha verificado en 5 ensayos experimentales entre los años 2005 y 2008 (tabla 3). Luego de alcanzar el máximo contenido de azúcar por baya (MAB), este parámetro se mantiene constante, lo que prueba que el aumento de grados Brix, en este último período, se debe a la deshidratación de las bayas (Figura 32).

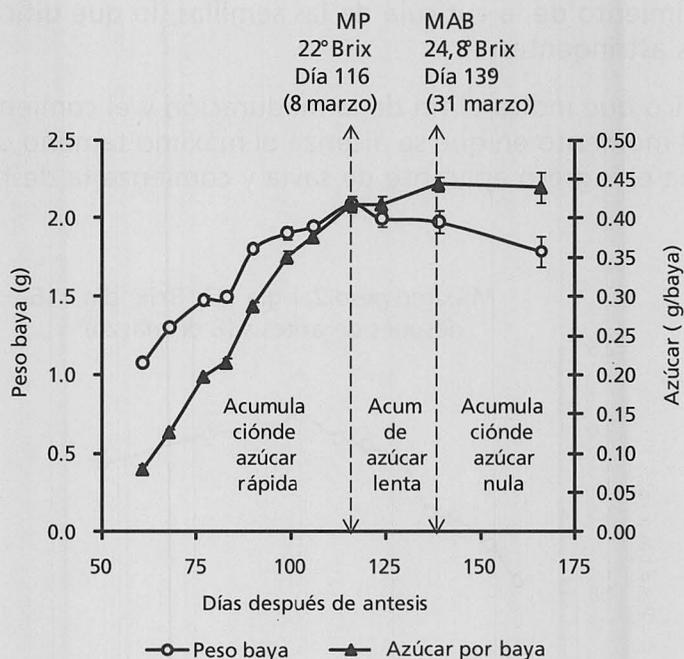


Figura 32: Evolución del peso de la baya y del azúcar por baya en la uva de un viñedo de Malbec de Luján de Cuyo, Argentina en 2006, desde el envero (12 de enero; día 61 después de antesis) hasta la madurez avanzada (27 de abril; día 166 después de antesis). Las barras representan un error estándar. MP: máximo peso baya y MAB: máximo contenido de azúcar por baya.

Tabla 3: Diferencia en el día de máximo tamaño de baya y de máxima acumulación de azúcar en la baya en 5 ensayos en Mendoza.

Variedad, lugar y cosecha	Días después de antesis de máximo peso de baya (MP)	Días después de antesis en que se alcanza el máximo azúcar por baya (MAB)	Diferencia en días (MAB - DMP)
Malbec, Luján de Cuyo, 2005	120 (22° Brix)	153 (24° Brix)	33
Malbec, Luján de Cuyo, 2006	116 (22° Brix)	139 (24,8° Brix)	23
Malbec, Luján de Cuyo, 2007	101 (22,4° Brix)	108 (24,6° Brix)	8
Malbec, Luján de Cuyo, 2008	118 (23,8° Brix)	133 (26,2° Brix)	15
Malbec, Valle de Uco, 2008	116 (24,1° Brix)	130 (25° Brix)	14

Durante este último período, que marca la sobremadurez de las uvas, se producen varios cambios. El tenor azucarino sigue creciendo, pero sólo por deshidratación; los pigmentos se degradan por oxidación; los perfumes pasan de frutados a mermelada, y luego a pasas o a "orujos"; el PO crece en forma desmedida, debido al aumento del pH y la disminución del color copigmentado.

El seguimiento de la evolución de los polifenoles, durante la madurez de la uva, no aporta mucha información sobre el momento adecuado de cosecha. En el clima templado de Luján de Cuyo, los antocianos muestran un máximo de concentración anterior o

coincidente con el día de máximo azúcar por baya. En cambio, en el clima más frío del Valle de Uco, este máximo ocurre con posterioridad a este día (Figuras 33 y 34). Lamentablemente, estas concentraciones en la uva no se correlacionan con las de los vinos elaborados con las uvas cosechadas en distintas fechas. Lo mismo ocurre con otros componentes fenólicos, como catequinas y taninos de hollejos y semillas, por lo que éstos parámetros no representan criterios confiables para determinar la madurez óptima.

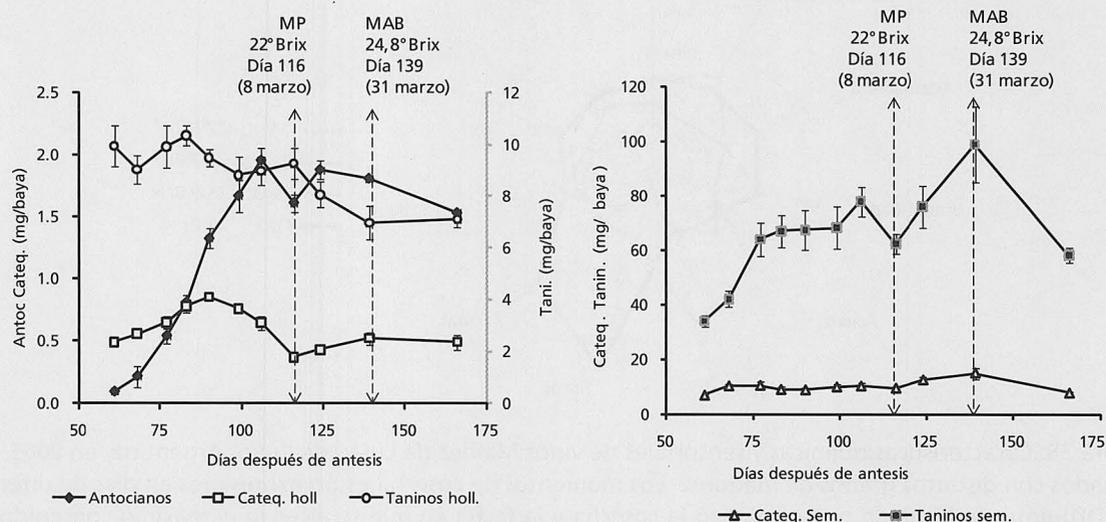


Figura 33: Evolución de la biosíntesis de compuestos fenólicos de hollejos y semillas en la uva Malbec en una zona moderadamente cálida (Luján de Cuyo, Argentina, en 2006). Las barras representan un error estándar.

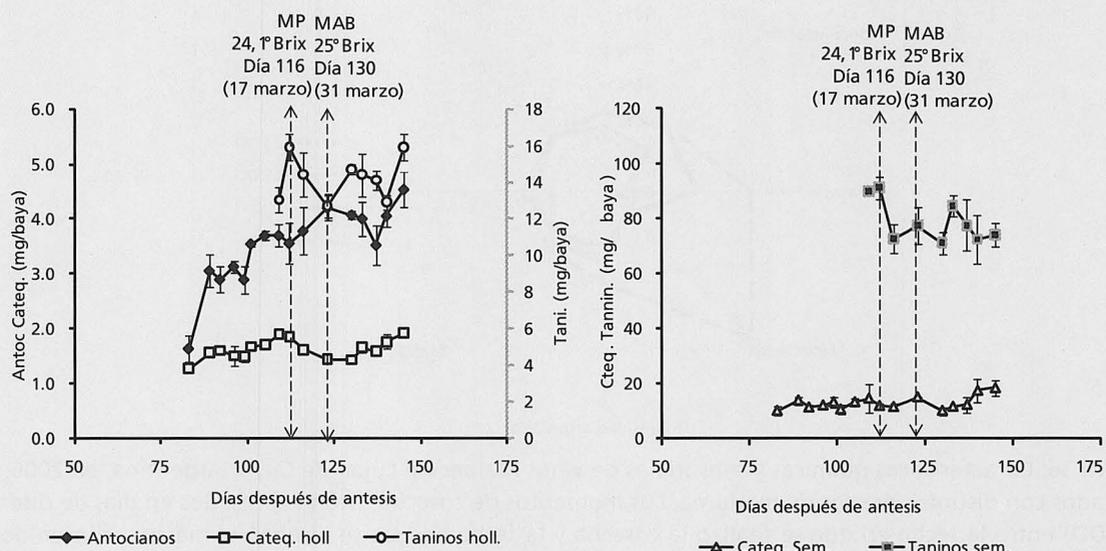


Figura 34: Evolución de la biosíntesis de compuestos fenólicos de hollejos y semillas en la uva Malbec en una zona moderadamente fría (Valle de Uco, Argentina, en 2008). Las barras representan un error estándar.

Sin importar como sea la evolución de los compuestos fenólicos, los repetidos experimentos han demostrado que, los vinos elaborados cerca del momento en que se para el ingreso de azúcar en las bayas, son más intensamente coloreados, aromáticos, frutados, concentrados. Por ello son preferidos por los degustadores. Antes de este día,

los vinos resultan ácidos, vegetales y aguados, atributos relacionados con la uva verde. Después de este, día pueden aparecer gustos a pasas, volverse demasiado especiados, aumentar su matiz y perder el frutado, aunque se vuelven más suaves y concentrados (Figuras 35, 36, 37, 38 y 39).

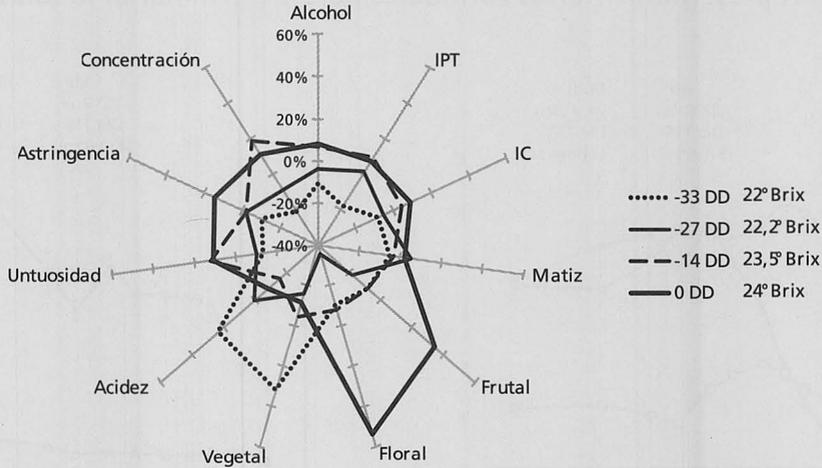


Figura 35: Características químicas y sensoriales de vinos Malbec de Lujan de Cuyo, Argentina, en 2005, cosechados con distintos grados de madurez. Los momentos de cosecha están expresados en días de diferencia (DD) entre la fecha en que se realizó la cosecha y la fecha en que se alcanzó el máximo contenido de azúcar por baya. Las variables están en valores relativos con respecto a la media de todas las fechas.

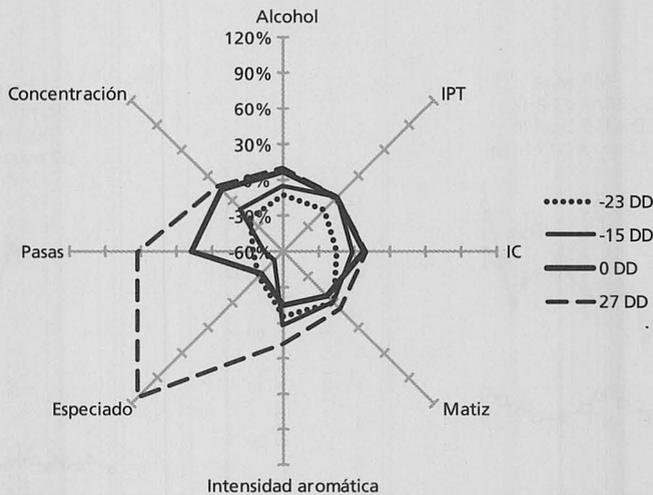


Figura 36: Características químicas y sensoriales de vinos Malbec de Lujan de Cuyo, Argentina, en 2006, cosechados con distintos grados de madurez. Los momentos de cosecha están expresados en días de diferencia (DD) entre la fecha en que se realizó la cosecha y la fecha en que se alcanzó el máximo contenido de azúcar por baya. Las variables están en valores relativos con respecto a la media de todas las fechas.

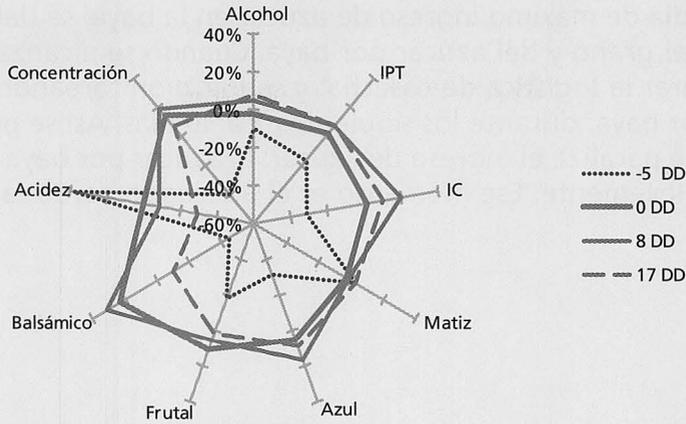


Figura 37: Características químicas y sensoriales de vinos Malbec de Lujan de Cuyo, Argentina, en 2007, cosechados con distintos grados de madurez. Los momentos de cosecha están expresados en días de diferencia (DD) entre la fecha en que se realizó la cosecha y la fecha en que se alcanzó el máximo contenido de azúcar por baya. Las variables están en valores relativos con respecto a la media de todas las fechas.

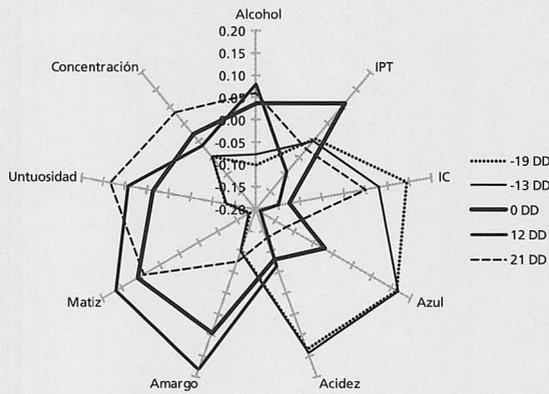


Figura 38: Características químicas y sensoriales de vinos Malbec de Lujan de Cuyo, Argentina, en 2008, cosechados con distintos grados de madurez. Los momentos de cosecha están expresados en días de diferencia (DD) entre la fecha en que se realizó la cosecha y la fecha en que se alcanzó el máximo contenido de azúcar por baya. Las variables están en valores relativos con respecto a la media de todas las fechas.

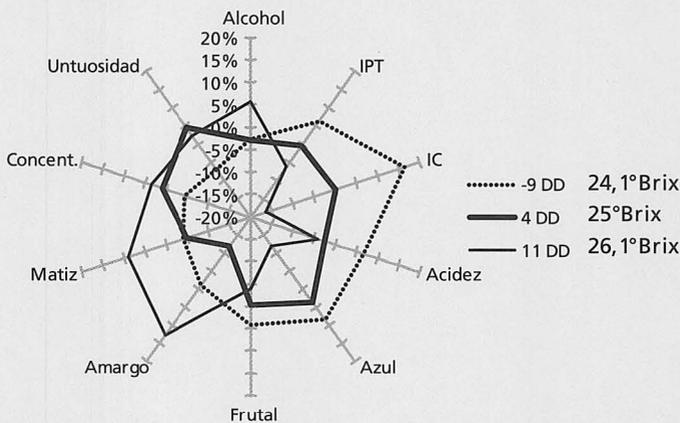


Figura 39: Características químicas y sensoriales de vinos Malbec del Valle de Uco, Argentina, en 2008, cosechados con distintos grados de madurez. Los momentos de cosecha están expresados en días de diferencia (DD) entre la fecha en que se realizó la cosecha y la fecha en que se alcanzó el máximo contenido de azúcar por baya. Las variables están en valores relativos con respecto a la media de todas las fechas.

Para identificar el día de máximo ingreso de azúcar en la baya, se debe seguir la evolución del tamaño del grano y del azúcar por baya. Cuando se alcanza el máximo tamaño se puede preparar la logística de cosecha; y seguir monitoreando dos veces por semana, el azúcar por baya, durante los siguientes 7 a 30 días. Así se puede identificar el momento en que se paraliza el ingreso de azúcar: el azúcar por baya se mantiene constante o disminuye levemente. Ese momento es el adecuado para realizar la cosecha.

8. Calificación de la calidad de la uva: los tres pilares del sistema de evaluación

Conociendo cabalmente lo que significa la calidad del vino, gracias a los conceptos de Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO) que hemos introducido, es posible predecir el potencial de calidad enológica de las uvas. Esto puede hacerse a pesar de la baja asociación entre las variables de la uva y del vino, mediante la construcción de modelos de regresión lineal multivariante, que pueden sumar los efectos pequeños, pero significativos, de las distintas variables, generando índices de calidad de uva.

Como se verá más adelante, los índices de calidad de uva tienen un poder predictivo sobre la RF y el PO relativamente alto (entre 70 y 80%). No obstante esto, existe un margen de error en la estimación del potencial de calidad enológica, a partir de la composición de la uva. Los modelos son incapaces de predecir entre el 20 y el 30% de la variabilidad de la RF y el PO, lo que significa una limitación de esta tecnología. Si se utilizara este método para asignar un precio a las uvas, de acuerdo a su potencialidad enológica, entre el 20 y el 30% de las uvas estarían mal calificadas.

Para disminuir el margen de error hasta los límites que pueden ser aceptables por un sistema de calificación de la calidad, es necesario complementar las mediciones directas en la uva, con mediciones indirectas en el viñedo.

Para calcular los índices de calidad de uva, ésta debe analizarse cuando alcanza una madurez de alrededor de 24° Brix. De todas maneras, como se ha visto en el capítulo 7, la madurez óptima no siempre coincide con este tenor azucarino, pero el análisis químico debe ser realizado a 24° Brix.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se presenta a continuación un sistema para evaluar la calidad de la uva basado en tres pilares: a. Calificación previa del viñedo, estimando la relación productividad/equilibrio, así como otras variables vitícolas y ambientales; b. Evaluación de la madurez para asegurar la cosecha en el momento óptimo; c. Evaluación del estándar de calidad de la uva.

a. Calificación del viñedo: "Puntaje" del viñedo. Métodos para pronosticar producción de uva, medir área foliar y estimar productividad/equilibrio

"Puntaje" del viñedo:

Analizando las variables que se midieron en el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA se determinó la existencia de un grupo de variables vitícolas y ambientales que se asociaban a RF y PO (tabla 4). Los niveles de asociación eran bajos, pero estadísticamente significativos. Por ello se usaron estas variables para diseñar un sistema de calificación o "puntaje" del viñedo.

Tabla 4: Porcentaje de la variabilidad de la RF y el PO de los vinos explicados por distintas variables ambientales y vitícolas en 360 vinos Malbec, Syrah, Cabernet Sauvignon y Bonarda de distintas zonas de Argentina. La variable zona no es numérica pero se indica como ** la relación significativa con las variables enológicas. El signo (-) indica que no existen asociaciones significativas.

	Factor	RF	PO
Sitio	Zona	**	-
	Altura	14%	-
	Latitud	-	4%
	I Winkler	10%	7%
	T min marzo	8%	25%
Planta	Rendimiento	19%	-
	IAF	-	-
	I Ravaz	6%	3%
	SF/P	17%	-
	Racimos/planta	33%	-
	Brotos/planta	35%	9%
	Peso racimo	-	-
	Peso baya	-	4%
	Relhollejo/uva	-	13%
	Relsemilla/uva	5%	16%

Se eligieron las variables ambientales y vitícolas con más peso, que tuvieran una significación ecofisiológica importante. Estas variables fueron: altura, como variable indicadora de la integral térmica; temperatura mínima media de marzo (T min marzo), como variable indicativa del frío nocturno durante el proceso de maduración; rendimiento; índice de carga (SF/P), indicativa del equilibrio vegetativo/reproductivo; brotes por planta y racimos por planta, indicadores de la disposición de la canopia y la insolación de los racimos; y peso de la baya, como variable que refleja el estado hídrico de la planta.

Los valores de estas variables fueron estandarizados¹⁵ y sometidos a un proceso de regresión lineal múltiple, como predictores de la RF de los vinos. Todas las variables resultaron no colineales¹⁶ entre sí y significativamente importantes para la regresión ($p < 0,05$). La regresión tuvo un R^2 de alrededor del 80%, que se considera alto. Esto significa que las variables del viñedo son capaces de predecir el 80% de la variabilidad de la RF del vino. Debido a que el proceso se realizó con todas las variables estandarizadas, lo que las hizo adimensionales (con media 0 y desviación estándar 1), los coeficientes de la regresión significan el peso explicativo de la variable para predecir la riqueza fenólica del vino. Estos coeficientes se utilizaron para diseñar el sistema de "puntaje" como peso o ponderación de las variables usadas.

El procedimiento para el "puntaje" se basa en: medir las variables indicadas anterior-

¹⁵ Estandarizar: convertir una variable en adimensional al restar los valores a su media y dividirlos por su desviación estándar.

¹⁶ Colineal: se dice que dos variables son colineales cuando están asociadas entre sí. Una condición de la regresión múltiple es que las variables predictoras no sean colineales, pues esto produce modelos sobrealimentados.

mente; clasificar cada variable con una nota del 1 al 4, según el valor que tomen; multiplicar esta nota por el peso o ponderación de cada variable. La nota final surge de la sumatoria de notas ponderadas. En la tabla 5 se indican las variables que se usan en el "puntaje"; las notas asignadas según los valores que toman las variables; los pesos o ponderaciones de cada variable.

De acuerdo a la nota final obtenida, el viñedo se clasifica como productor potencial de uva "AA", "A" o "B" de acuerdo a la escala que se propuso en el capítulo 4, (tabla 6). Este método es válido para las variedades Malbec, Syrah y Cabernet Sauvignon. En las otras variedades tintas puede usarse la escala para Malbec, en forma tentativa.

Tabla 5: Variables a utilizar en el "puntaje" del viñedo, notas a asignar según los valores de las variables y peso o ponderación a multiplicar por cada variable. El "puntaje" resulta de la sumatoria de notas ponderadas.

Variable	Nota				Ponderación
	<calidad 1	2	3	>calidad 4	
Altura (m snm)	< 700	700-950	951-1 050	> 1 050	10
Temperatura mínima media de marzo (°C)	> 14,4	13,1-14,4	12-13	< 12	12
Rendimiento (qq/ha)	> 190	141-190	90-140	< 90	12
Índice de carga (m ² /kg)	< 0,5	0,5-0,8	0,81-1,2 y > 2	1,21-2	21
Brotos por planta	> 38	18-38	14-17	< 14	12
Racimos por planta	> 77	34-77	18-33	< 18	24
Peso de la baya (g)	> 1,7	1,51-1,7	1,3-1,5	< 1,3	9

Tabla 6: Escala de calidades potenciales de uva a producir de acuerdo con la nota final del "puntaje" del viñedo.

Variedad	Calidad		
	AA	A	B
Malbec	> 260	142-260	< 142
Syrah	> 232	159-232	< 159
Cabernet Sauvignon	> 260	135-253	< 142

A continuación se incluyen tres ejemplos (tablas 7, 8 y 9):

Tabla 7: Malbec espaldero, Valle de Uco, cosecha 2007, Vino RF: 101; PO: 32; Estándar: AA.

Variable	Valor medido	Nota	Pond	Nota final (Nota x Pond.)	Calif.
Altura (m snm)	1 164	4	10	40	
Temperatura mínima media de marzo ° (C)	9,8	4	12	48	
Rendimiento (qq/ha)	153	2	12	48	
Índice de carga (m ² /kg)	0,83	3	21	63	
Brotos por planta	14	3	12	36	
Racimos por planta	27	3	24	72	
Peso de la baya (g)	1,96	1	9	9	
Total				316	AA

Tabla 8: Malbec espaldero, Luján de Cuyo, cosecha 2006, Vino RF: 60; PO: 59; Estándar: A.

Variable	Valor medido	Nota	Pond	Nota final (Nota x Pond.)	Calif.
Altura (msnm)	1 007	3	10	30	
Temperatura mínima media de marzo (°C)	12,2	3	12	36	
Rendimiento (qq/ha)	84	4	12	48	
Índice de carga (m ² /kg)	0,93	3	21	63	
Brotos por planta	27	2	12	24	
Racimos por planta	53	2	24	48	
Peso de la baya (g)	1,82	1	9	9	
Total				258	A

Tabla 9: Malbec parral, Valle del Tulum, San Juan, cosecha 2007, Vino RF: 26; PO: 34; Estándar: B.

Variable	Valor medido	Nota	Pond	Nota final (Nota x Pond.)	Calif.
Altura (m snm)	587	1	10	10	
Temperatura mínima media de marzo (°C)	15,06	1	12	12	
Rendimiento (qq/ha)	475	1	12	12	
Índice de carga (m ² /kg)	0,22	1	21	21	
Brotos por planta	43	1	12	12	
Racimos por planta	105	1	24	24	
Peso de la baya (g)	1,75	1	9	9	
Total				100	B

Graficando los valores obtenidos en el "puntaje" del viñedo en los tres ejemplos vistos, junto con las RF que realmente obtuvieron sus vinos, podemos ver que ambos valores se ajustan muy bien (Figura 40).

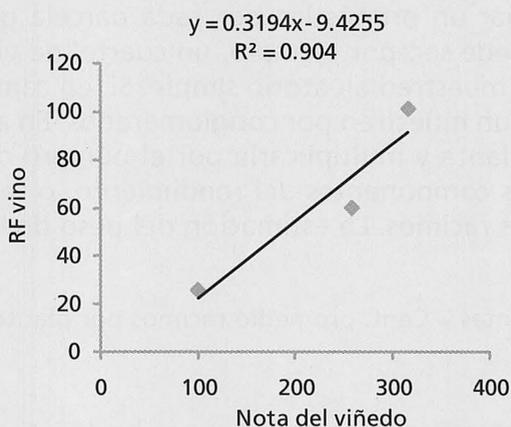


Figura 40: Relación entre nota del viñedo obtenida por "puntaje" y RF del vino, en tres ejemplos analizados en el manual.

El uso del "puntaje" es útil como una primera medida cualitativa del viñedo, que luego debe confirmarse con el análisis de la uva. Si ambas medidas coinciden, en cuanto al estándar de calidad, este se puede confirmar. En caso de no coincidir, se podrá optar por elegir el estándar más alto ó más bajo de ambos, según el juego de oferta demanda del mercado en ese año.

Es conveniente realizar la calificación del viñedo con la necesaria anticipación, que permita tomar las decisiones inherentes a asegurar el abastecimiento de uvas. Se propone realizar estas mediciones en el envero.

Debe tenerse en cuenta, que el sistema de "puntaje" del viñedo no incluye las pérdidas de calidad de la uva, que pueden deberse a problemas sanitarios, así como a millerandage, golpe de sol o daños de granizo. Es necesario hacer una evaluación de estos fenómenos para corregir la nota final del viñedo (ver capítulo 9, referido a éste tema). Algunos de estos eventos, como la podredumbre de los racimos, pueden ocurrir en fechas muy cercanas a cosecha, por lo que la calificación realizada en envero debe terminar de confirmarse una semana antes de la vendimia.

Como en el envero aún no se conoce el rendimiento de uva, es necesario contar con una metodología confiable para realizar un pronóstico de producción. También es necesario disponer de una metodología para estimar el área foliar, para calcular el equilibrio vegetativo/reproductivo.

A continuación se detallan estos métodos de medición y estimación.

Pronóstico de producción de uva:

Se denomina pronóstico de producción a la metodología empleada para predecir el rendimiento de un viñedo en forma previa a la cosecha. Se basa en estimar la producción sobre una muestra de plantas, y a través de esto, inferir el rendimiento de una unidad productiva. Para realizar el pronóstico debe establecerse qué variables medir y cómo realizar el muestreo. A continuación, se presenta un método de pronóstico de

cosecha basado en Wolpert y Vilas (1992), que se ha modificado, al incluir las curvas de crecimiento de las bayas.

Paso 1- Determinación de la cantidad de plantas y brotes a medir en cada parcela homogénea: se debe efectuar un pronóstico por cada parcela que se deba cosechar en conjunto. Una parcela puede ser, por ejemplo, un cuartel de viña¹⁷. Si la parcela es homogénea, se realizará un muestreo aleatorio simple. Si, en cambio, presenta zonas con distinto vigor se realizará un muestreo por conglomerados. En ambos casos, se debe calcular la producción por planta y multiplicarla por el número de plantas de la parcela. Se comienza midiendo los componentes del rendimiento, o sea el número de racimos por planta y el peso de los racimos. La estimación del peso de la cosecha surge de la siguiente fórmula:

Producción de uva = N° plantas * Cant. promedio racimos por planta * Peso promedio racimo

Si la cantidad de plantas se refiere a las plantas por hectárea, el rendimiento se expresa en peso por hectárea. En esta fórmula, la cantidad de plantas de la parcela puede conocerse con precisión. Pero, no es posible contar y pesar todos los racimos de todas las plantas de un cuartel. Por ello, el peso promedio del racimo y el número promedio de racimos por planta deben estimarse, mediante una muestra al azar de la población.

Un muestreo implica determinar el tamaño de la muestra (n) y luego obtener por sorteo las plantas que componen la muestra. El tamaño de una muestra estadística depende del coeficiente de variación (CV) de la variable y del error de estimación porcentual tolerable (d), según la siguiente fórmula:

Tamaño de muestra:
$$n = \frac{z^2 * CV^2}{d^2}$$

donde:

CV: coeficiente de variación. El CV es una medida de variabilidad que surge de dividir la desviación estándar (S) de una variable por su media (\bar{x}): $CV\% = (S/\bar{x}) * 100$

Z: es el valor de la variable aleatoria normal estandarizada para una confianza dada. Su valor indica el número de desviaciones típicas que la variable aleatoria se separa de la media. Se recomienda trabajar con un 95% de confianza de estimación y para este caso $z = 1,96$.

S: desviación estándar. La desviación estándar (S) es una medida de la dispersión, consistente en la raíz cuadrada de la media de las desviaciones cuadráticas con respecto a la media.

\bar{x} : promedio. El promedio o media aritmética (\bar{x}) es la suma de los valores observados de una variable dividido el número de observaciones.

d: error de estimación admitido porcentual. Se puede trabajar con 10 o 15%. Este error será en más o en menos con respecto a la producción real. Por ejemplo, si se elige 10% y la producción real es de 100 qq, el pronóstico podría variar entre 90 y 110 qq.

Como puede verse en éstas fórmulas, el tamaño de la muestra a medir depende del coe-

¹⁷ Cuartel: en Mendoza, Argentina, pequeña parcela cultivada con vid o frutales, rodeada de callejones.

ficiente de variación y del error de estimación admitido, pero no del tamaño de la población. El cálculo del tamaño de muestra (n) debe redondearse siempre hacia arriba. Por ejemplo si da 6,2 se considera 7. En la tabla 10 se indican tamaños de muestra para distintas variables de la planta y componentes de la producción, calculados a partir de medias y desviaciones estándar, observados en el INTA. Estos valores pueden usarse si no se dispone de mediciones propias.

Tabla 10: Tamaños de muestra calculados a partir de medias y desviaciones estándar de variables vegetativas y reproductivas, para Malbec, conducido en espaldero alto, en Luján de Cuyo, Mendoza.

Variable	Racimos / planta	Brotos / planta	Peso racimo (g)	Bayas / racimo	Peso baya (g)	Longitud brote (principal + feminelas; cm)	Peso de poda por planta (kg)
Media (x)	25,72	13,78	120	64	1,86	130	0,68
Desviación estándar (S)	6,88	2,36	51,92	26,55	0,28	35,45	0,25
Coefficiente de variación (CV%)	27	17	43	41	15	28	36
Tamaño de muestra (n) para un error de 10%	29	12	76	69	9	30	53
Tamaño de muestra (n) para un error de 15%	13	5	34	31	4	14	24

El peso de los racimos presenta un coeficiente de variación (CV) de 43%, mientras que el número brotes por planta tiene un CV del 17% y los racimos por planta un CV del 27%. Debido a que el peso del racimo tiene la mayor variabilidad, será la variable que gobierne el tamaño de muestra a medir. De acuerdo a la tabla 10, se necesitan 76 racimos para un error de estimación del 10%. Teniendo en cuenta que cada brote tiene alrededor de 2 racimos, será necesario muestrear $76/2 = 38$ brotes. Estos 38 brotes serán tomados de 38 plantas al azar. Para el mismo error del 10%, el tamaño de muestra requerido para la variable "racimos por planta" es de 29 plantas, mientras que para la variable "brotos por planta" es de 12 plantas. En consecuencia, si definimos el tamaño de muestra por la variable "peso del racimo", el margen de error queda cubierto para las tres variables.

En forma práctica se deben contar primero todos racimos en las plantas sorteadas. Luego, en cada una de estas plantas, se sortea un brote, se cuentan y pesan todos los racimos de este brote.

Para mayor precisión, uno puede calcular sus propios tamaños de muestra, a partir de mediciones previas en una premuestra. Estas mediciones previas deben realizarse sobre un mínimo de 20 plantas tomadas al azar (premuestra). En esta premuestra se mide la cantidad de racimos por planta y el peso de los racimos; se calcula el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación¹⁸. Con el error admisible (d) y el coeficiente de variación de la premuestra, se determina entonces el tamaño de muestra n con la tabla 11. Si n es mayor que el tamaño de la premuestra, sólo se necesita sortear y medir las plantas faltantes para anexarlas a las ya medidas.

¹⁸ La media se calcula sumando todos los datos medidos y dividiendo por la cantidad de datos. La desviación estándar se puede calcular con una calculadora científica o computadora. Por ejemplo, en el programa de planilla de cálculo Microsoft Office Excel 2003, se puede usar la función =DESVEST(Rango de datos).

Tabla 11: Tamaños de muestra (n) calculados para distintos coeficientes de variación y errores de estimación admisibles*.

Error de estimación admitido (d%)	Coeficiente de variación porcentual (CV%)																			
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
5	31	35	40	45	50	56	62	68	75	82	89	97	104	113	121	130	139	148	158	168
10	8	9	10	12	13	14	16	17	19	21	23	25	26	29	31	33	35	37	40	42
15	4	4	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Error de estimación admitido (d%)	Coeficiente de variación porcentual (CV%)																			
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
5	178	189	200	211	222	234	246	259	272	285	298	312	326	340	355	369	385	400	416	432
10	45	48	50	53	56	59	62	65	68	72	75	78	82	85	89	93	97	100	104	108
15	20	21	23	24	25	26	28	29	31	32	34	35	37	38	40	41	43	45	47	48

*Datos calculados mediante la fórmula:
$$n = \frac{z^2 \cdot CV^2}{d^2}$$

Paso 2- Sorteo de plantas a medir: siguiendo el ejemplo, se deben sortear 38 plantas. Para esto, se numeran las hileras; dentro de cada hilera, se numeran los claros¹⁹; dentro de cada claro, se numeran las plantas. Por un criterio práctico, se sortean 10 hileras; dentro de cada hilera, se sortean 4 claros; y dentro de cada claro se sortea 1 planta. En una de las hilera sólo se necesitarán dos claros, para llegar a las 38 plantas. Si la parcela es homogénea, los 4 claros se sortean a partir de todas las plantas de la hilera y decimos que realizamos un **muestreo aleatorio simple**. Pero, si la parcela es heterogénea, como frecuentemente ocurre en nuestra zona, conviene dividir las parcelas (por lo tanto, cada hilera) en 4 sectores (cabecera, sector medio superior, sector medio inferior y pie de surco) y sortear un claro, dentro de cada uno de estos sectores. Esto no aumenta el tamaño de la muestra pero aporta control local, lo que mejora la precisión de las estimaciones. Cuando se procede de esta manera, se habla de un **muestreo al azar por conglomerados**.

Una vez conocidos los tamaños de muestra y numerados los objetos a sortear, se procede al sorteo mediante una tabla de números aleatorios (Anexo I). La tabla de números aleatorios tiene columnas de un dígito. Para sortear una serie de números con la tabla de números aleatorios, lo importante es que cada número tenga la misma probabilidad de ser elegido. Para esto se recomienda el siguiente método:

- Recorrer la tabla por columnas, de arriba abajo ó de abajo a arriba; o por filas de izquierda a derecha ó viceversa.
- Empezar por cualquier punto de la tabla y considerar tantas columnas (ó filas) como dígitos tenga el número máximo de hileras, claros ó plantas que se quieren sortear. Por ejemplo, si se deben sortear 10 hileras entre 115 hileras de un cuartel, considerar tres columnas de un dígito para formar números de tres dígitos.
- Luego, recorrer estas columnas anotando los primeros 10 entre el 000 al 115, según vayan apareciendo. Por ejemplo, de la serie 025, 363, 102, 510, 086, 832, 006, se elegirían sólo 025, 102, 086 y 006.

¹⁹ Claro: en Mendoza, Argentina, se denomina claro al espacio comprendido entre dos postes, en un espaldero de vid.

Una vez realizado el sorteo de hileras, claros y plantas, se anotan en una libreta las coordenadas de las plantas a medir (hilera, claro y planta). En cada planta seleccionada se puede adoptar un criterio sistemático para elegir el brote a medir, por ejemplo el segundo brote desde la apertura de los brazos de la planta. Estos brotes también se pueden sortear, pero la mayor exactitud que se logra no justifica el trabajo extra.

Se recomienda eliminar del sorteo las plantas de bordura, es decir primera y última hilera y el primer y último claro, ya que generalmente son más productivas que las de su entorno. En la Figura 41 se muestra con un ejemplo, la forma de usar la tabla de números aleatorios.

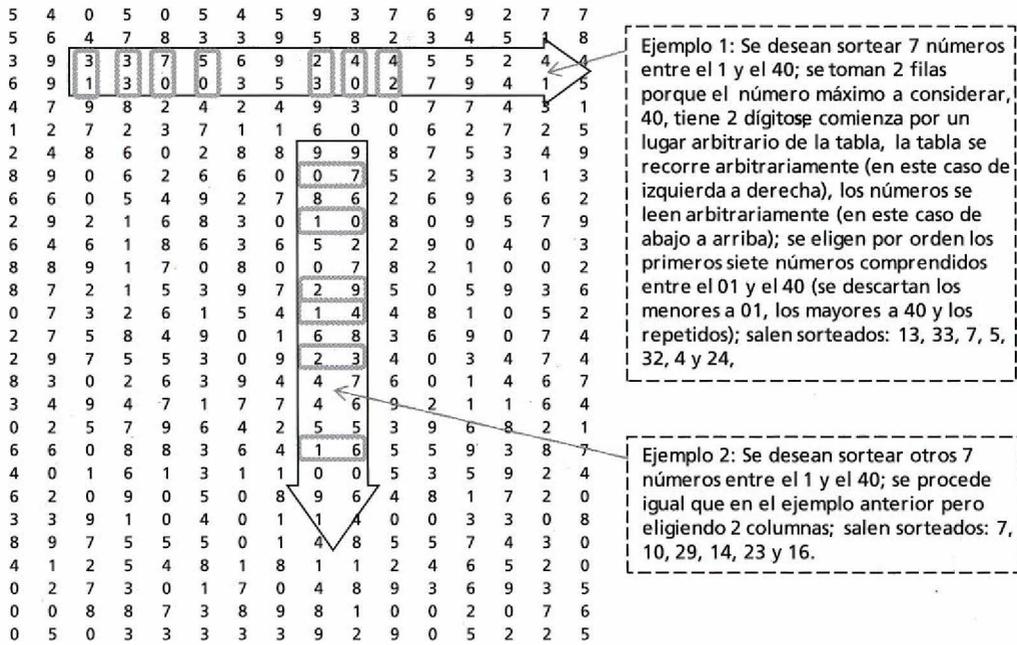


Figura 41: Procedimiento para sortear números con la tabla de números aleatorios.

Paso 3- Mediciones: se ingresa a la parcela por primera vez en post-cuaje, cuando la uva tiene aproximadamente el tamaño de un grano de pimienta. En las plantas anteriormente seleccionadas, se cuentan los racimos y se anotan en la libreta de campo. También deben contarse los brotes por planta. Este dato no es necesario para el pronóstico de producción, pero sí para el cálculo del "puntaje del viñedo". Es importante hacer esta medición temprano en la temporada, para tener una mejor visión de los frutos, antes de que sean tapados por las hojas y los brotes. Si el sistema de conducción y el vigor de las plantas lo permiten, esta medición puede posponerse hasta el envero. Luego, se ingresa por segunda vez entre pre-envero (fin de año en el norte de Mendoza) y principios de envero (alrededor del 10 de enero en el norte de Mendoza), para realizar la medición del peso del racimo. En cada planta a medir (pueden ser las mismas ya elegidas para el conteo de brotes y racimos), se elige el brote a medir. De este brote se cuentan y pesan todos sus racimos. Conviene usar estos mismos brotes para medir la longitud, con que estimar la superficie foliar, para lo cual conviene extraerlo entero (Figura 42). Estas medidas son necesarias para calcular el "puntaje del viñedo" (ver más adelante el apartado medición de la superficie foliar).

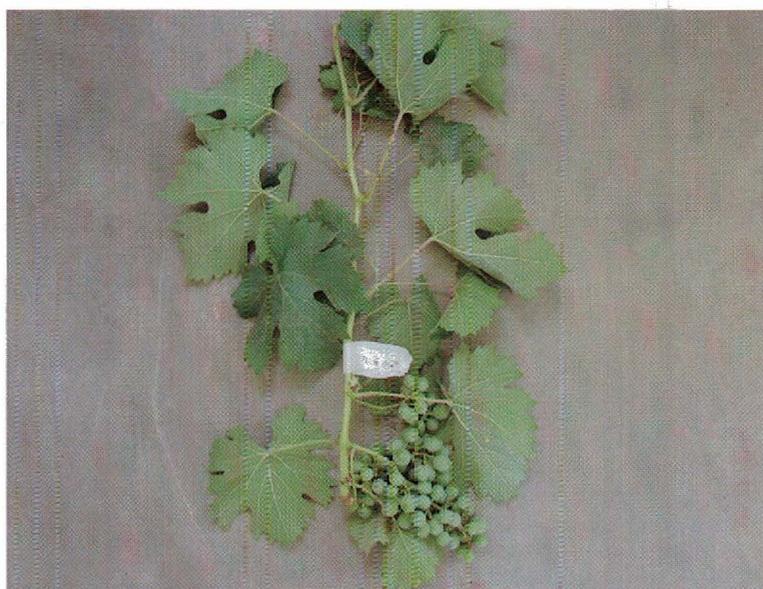


Figura 42: Brote extraído e identificado de plantas seleccionadas del cuartel, para pesar racimos y medir su longitud.

Si se dispone de una balanza granataria con sensibilidad de 0,1 g, los racimos se pueden cortar y pesar individualmente, uno por uno (Figura 43). Si no, se pueden cortar, reunirlos y pesarlos todos juntos, en una balanza de campo con sensibilidad mínima de 5 g. Luego, se divide el peso total por la cantidad de racimos, para conocer el peso medio del racimo.

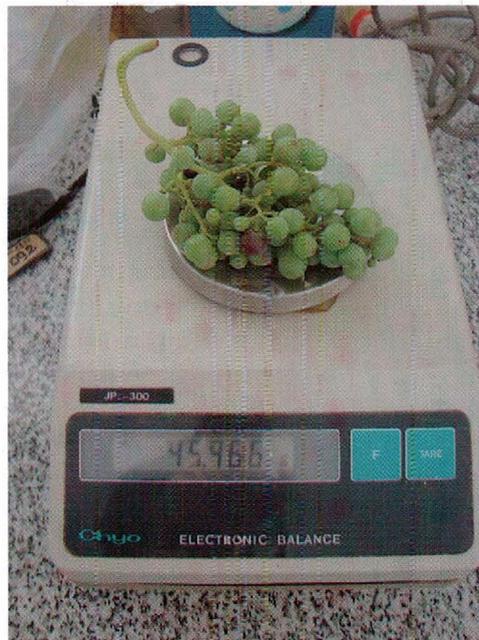


Figura 43: Pesado de un racimo para cálculo del peso promedio.

Paso 4- Estimación del rendimiento de uva: como ya se indicó, los datos necesarios para realizar la estimación son el número de plantas por parcela, el número promedio de racimos por planta y el peso promedio de los racimos. Con los datos de la planilla de campo se calculan estos promedios. Si los racimos se han pesado en conjunto, dividiendo este peso por la cantidad de racimos, ese dato ya es el promedio.

Como las mediciones se realizan en enero, cuando la uva todavía no ha dejado de crecer, el peso del racimo debe corregirse. Para ello, se utilizan factores de corrección que se han calculado de acuerdo a curvas de crecimiento de bayas, medidas en el INTA de Mendoza, Argentina (Figuras 44 y 45). Estos factores de corrección se presentan en las tablas 12 y 13. El factor a utilizar debe elegirse según el vigor y estado hídrico del viñedo; así como la fecha en la que se realiza la medición. Por ejemplo, un grano de uva, de una planta de vigor bajo, cuyo peso se determina el 21 de enero, aumentará este peso aproximadamente en una vez y media, en el momento de cosecha. Para este caso, el factor de corrección en la tabla 12 es 1,57.

Tabla 12: Factores de corrección a multiplicar por peso del racimo y de la baya para estimar el peso a cosecha. Corresponde a vigor medio a bajo; ó con déficit hídrico moderado a severo. (Los datos corresponden a Malbec en a Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina).

Fecha	Día después de floración	Factor de corrección
24-dic	42	2,46
31-dic	49	2,10
07-ene	56	1,97
14-ene	63	1,88
21-ene	70	1,57
28-ene	77	1,37
04-feb	84	1,24
11-feb	91	1,16
18-feb	98	1,10
04-mar	112	1,05
22-mar	130	1,00

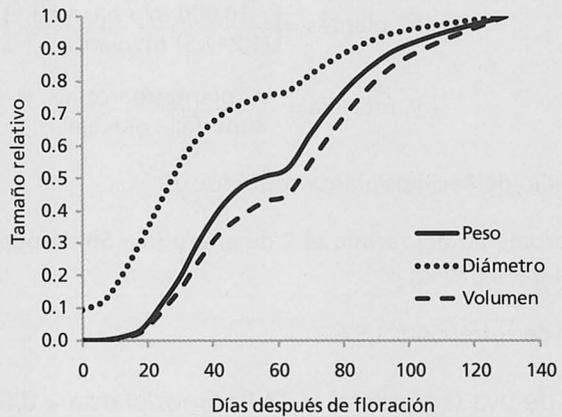


Figura 44: Curvas de crecimiento de bayas de uva Malbec con bajo vigor.

Tabla 13: Factores de corrección a multiplicar por peso del racimo y de la baya para estimar el peso a cosecha. Corresponde a vigor medio a alto, sin déficit hídrico moderado a severo. (Los datos corresponden a Malbec en a Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina).

Fecha	Días después de floración	Factor de corrección
24-dic	42	2.98
31-dic	49	2.53
07-ene	56	2.29
14-ene	63	2.18
21-ene	70	1.79
28-ene	77	1.53
04-feb	84	1.35
11-feb	91	1.23
18-feb	98	1.15
04-mar	112	1.07
22-mar	130	1.00

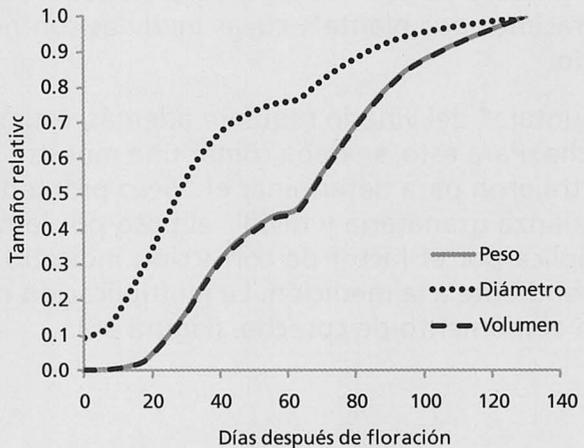


Figura 45: Curvas de crecimiento de bayas de uva Malbec con alto vigor.

Ahora con todos los datos se realizan los siguientes cálculos:

$$\text{Prod. de uva (kg)} = \text{N}^\circ \text{ plantas} * \text{Racimos / planta} * \text{Peso racimo} * \text{Factor corrección}$$

$$\text{Prod. de uva (kg/ha)} = \text{Plantas/ha} * \text{Racimos / planta} * \text{Peso racimo} * \text{Factor corrección}$$

A continuación se incluye un ejemplo (tabla 14):

Tabla 14: Ejemplo de pronóstico de producción de uva en un viñedo.

Pronóstico de rendimiento de uva de una parcela de 4 ha, de bajo vigor, con un 5% de plantas faltantes, distancia de plantación 1,5 m x 2,5 m. El pronóstico se realizó el 7 de enero, a inicios del envero.

Cálculo de N° plantas de la parcela y de Plantas/ha: Como falta un 5% de las plantas el cálculo del n° de plantas de la parcela debe corregirse multiplicando por 0,95 (o sea 1-0,05) para obtener el número real de plantas.

$$\text{N}^\circ \text{ plantas} = \left[\frac{10.000 \text{ m}^2 / \text{ha} * 4 \text{ ha}}{(1,2 * 2,5) \text{ m}^2 / \text{planta}} \right] * 0,95 = 12.666 \text{ plantas}$$

$$\text{Plantas/ha} = \frac{\text{n}^\circ \text{ plantas/parcela}}{\text{superficie parcela}} = \frac{12.666}{4} = 3.166 \text{ plantas / ha}$$

Promedio de Racimos/planta contados: 23

Peso promedio del racimo el 7 de enero (día 56 después de floración, fase fenológica inicio de envero): 70 g = 0,070 kg

Factor de corrección: 1,97

$$\text{Prod. de uva (kg/planta)} = 23 \text{ Racimos/planta} * 0,07 \frac{\text{kg}}{\text{racimo}} * 1,97 = 3,17 \text{ kg / planta}$$

$$\text{Prod. de uva (kg/parcela)} = 12.666 \text{ plantas/parcela} * 3,17 \text{ kg/planta} = 40.151 \text{ kg/parcela}$$

$$\text{Prod. de uva (kg/ha)} = 3.166 \text{ plantas/ha} * 3,17 \text{ kg/planta} = 10.036 \text{ kg/ha} \approx 100 \text{ qq/ha}$$

En el proceso de estimación de la producción, se han medido los "brotes por planta" y los "racimos por planta", cuyas medidas son necesarias para calcular el "puntaje" del viñedo.

El "puntaje" del viñedo requiere además, estimar el peso de la baya en el momento de cosecha. Para esto, se debe tomar una muestra de 200 bayas al azar, de los racimos que se extrajeron para determinar el "peso promedio del racimo". Las bayas deben pesarse en balanza granataria y dividir el peso por la cantidad de bayas. El valor resultante se multiplica por el factor de corrección indicado en las tablas 12 y 13, para la fecha correspondiente a la medición. La multiplicación otorga una estimación del peso de la baya en el momento de cosecha. (Figura 46).

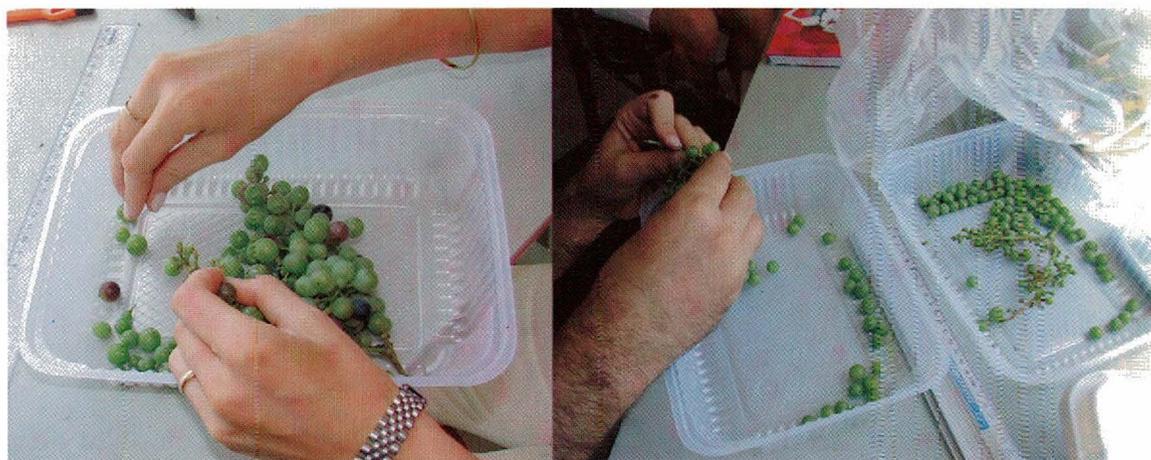


Figura 46: Muestreo al azar de bayas en racimos en inicio enero para cálculo de peso promedio de baya.

Medición de la superficie foliar:

La superficie foliar se puede estimar a partir del largo de los brotes, ya que ambas variables están estrechamente relacionadas. Para esto se debe realizar un muestreo al azar de los brotes a medir. En la tabla 10 se puede observar que el tamaño de muestra para longitud del brote es de 30 brotes, los que deben obtenerse de 30 plantas distintas. Para obtener el peso promedio del racimo debía muestrearse un número ligeramente superior: 38 brotes (2 racimos por brote = 76 racimos). Por o tanto, se recomienda usar los mismos brotes utilizados para medir el peso de los racimos. El momento adecuado para realizar la medición es el inicio de enero, por lo que se pueden realizar ambas estimaciones (pronóstico de producción y área foliar) al mismo tiempo.

Sobre los brotes sorteados se mide, con un centímetro de modista, el largo del brote principal y el largo de las feminelas. Estos valores se suman, considerando a la suma como la longitud total del brote. Esto es importante, ya que ésta última es la variable asociada con el área foliar. Si la canopia no es muy cerrada, la medición puede realizarse sobre la misma planta y sin cortar el brote, pero muchas veces es necesario extraer los brotes a medir, deshojarlos y realizar la medición sobre una mesa (Figura 47).

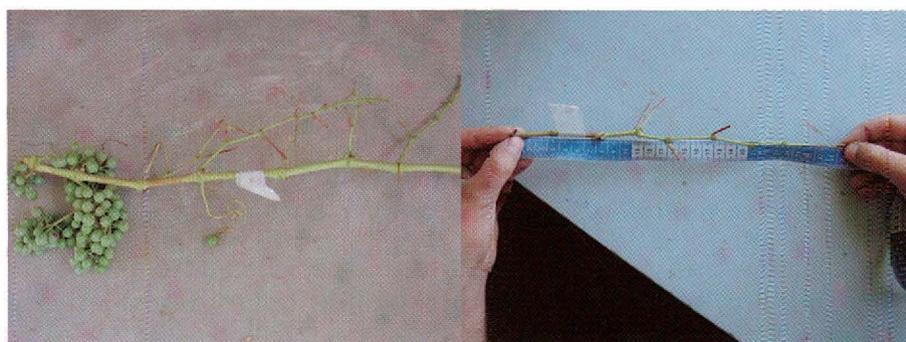


Figura 47: Brote extraído sin hojas para medir su longitud y el de sus feminelas (izquierda) y proceso de medición del brote (derecha).

La superficie foliar (SF) de cada brote es una función de la longitud total del brote (LB) y se puede calcular, para cada variedad, mediante los siguientes modelos de regresión desarrollados en el INTA Mendoza:

$$\text{Malbec:} \quad \text{SF (m}^2\text{)} = 0,160 * \text{LB (m)} + 0,012 \quad R^2 = 95\%^{20}$$

$$\text{Syrah:} \quad \text{SF (m}^2\text{)} = 0,181 * \text{LB (m)} + 0,011 \quad R^2 = 93\%$$

$$\text{Cabernet Sauvignon:} \quad \text{SF (m}^2\text{)} = 0,152 * \text{LB (m)} + 0,008 \quad R^2 = 90\%$$

$$\text{Bonarda:} \quad \text{SF (m}^2\text{)} = 0,151 * \text{LB (m)} + 0,053 \quad R^2 = 92\%$$

Para calcular la superficie foliar en otras variedades se pueden generar modelos de regresión adecuados, muestreando 25 brotes de distinto tamaño, midiendo el largo de brote de cada uno (principal mas feminelas) y las superficies foliares de cada brote. Luego, los 25 pares ordenados (largo de brote/superficie de las hojas) se introducen en algún programa informático y se calcula el modelo de regresión. Para medir la superficie foliar de hojas individuales que requiere este estudio, se puede usar un scanner de escritorio y el software libre Leaf Area Measurement v 3.1 (©2003 The University of Sheffield. A.P. Askew, junio 2003, que se puede obtener en el sitio <http://www.shef.ac.uk/~nuocpe/>).

Con el promedio de los valores de superficie foliar (SF) de cada brote, estimados con el modelo de regresión, se calcula la SF por planta, con las siguientes fórmulas:

$$\text{SF (m}^2\text{/planta)} = \text{SF brote (m}^2\text{/brote)} * \text{N}^\circ \text{ brotes/planta}$$

Estimación del equilibrio vegetativo/reproductivo:

Con los datos de las estimaciones de rendimiento (P) y superficie foliar (SF), se calcula el índice de carga (SF/P) como medida del equilibrio vegetativo/reproductivo:

$$\text{Índice de Carga (m}^2\text{/kg)} = \frac{\text{Superficie Foliar (m}^2\text{/planta)}}{\text{Producción uva (kg/planta)}}$$

Una medida complementaria de equilibrio vegetativo/reproductivo es el índice de Ravaz, que se calcula a partir del peso de poda y la producción, según la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Ravaz} = \frac{\text{Producción uva (kg/planta)}}{\text{Peso poda (kg/planta)}}$$

Para estimar el índice de Ravaz se debe medir el peso de poda en el invierno. Para ello, a partir de mayo se podan las 38 plantas elegidas para el pronóstico de producción y se pesa su poda. El peso se puede expresar en kg por planta y kg por hectárea.

En la tabla 15 se incluye una valoración de estos índices en cuanto al nivel de equilibrio vegetativo reproductivo, obtenida a partir del análisis de los datos del Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA.

²⁰ R²: coeficiente de determinación indica el porcentaje de una variable respuesta que es explicada por la ó las variables estimadoras en un modelo de regresión.

Tabla 15: Valores referenciales para los índices de Ravaz y de carga y significados en términos de equilibrio vegetativo/reproductivo.

Índice de Ravaz kg uva/kg poda	Equilibrio	Índice de carga m ² SF/kg uva	Equilibrio
< 6	Exceso de vigor	< 0,8	Sobrecarga
6 – 12	Planta equilibrada	0,8 - 1,2	Buen equilibrio
12 – 30	Pequeña sobrecarga	1,2 – 2	Equilibrio óptimo
> 30	Sobrecarga aguda	> 2	Exceso de vigor

El índice de carga está inversamente relacionado con el índice de Ravaz pero la relación no es lineal sino hiperbólica, según se indica en la siguiente ecuación, desarrollada a partir de 208 casos observados en el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, en las variedades Syrah, Malbec, Cabernet Sauvignon y Bonarda:

$$\text{Índice de Carga} = 0,02382 + 3,2882 / \text{Índice de Ravaz} \quad R^2 = 84\%$$

Esta ecuación permite estimar el índice de carga a partir del índice de Ravaz. Esto puede ser útil, considerando que es mucho más fácil pesar la poda, que medir el área foliar.

b. Evaluación de la madurez para asegurar la cosecha en el momento óptimo

Para asegurar la cosecha en el momento óptimo, se debe identificar el punto en el que se alcanza el máximo peso de azúcar por baya. Este evento ocurre en un lapso de tiempo variable, entre una semana y un mes después, de haberse alcanzado el máximo peso de la baya. Se debe monitorear la uva desde el envero, midiendo el peso de la baya y estimando el azúcar por baya mediante el tenor azucarino (° Brix). Este método ha sido probado y es efectivo en uvas tintas. En uvas blancas no existen evidencias sobre su efectividad, pero valdría la pena probarlo, ya que los supuestos teóricos sobre los que se basa se cumplen en ambos tipos de variedades (ver capítulo 7 “La madurez de la uva y la calidad del vino”).

En cada fecha se toma al azar una muestra de doscientas bayas, de todas las situaciones de sombra/exposición y de todos los sectores del cuartel. Es conveniente extraer las bayas del sector ecuatorial de los racimos. Para esto se sugiere la siguiente metodología: para un cuartel de hasta 4 ha, sortear 5 hileras con la tabla de números aleatorios, dentro de éstas sortear 2 claros (total 10 claros). En cada fecha programada, se toman al azar 20 bayas, en cada uno de estos claros. Se mantienen siempre los mismos claros como puntos de monitoreo. La muestra también se puede obtener recorriendo 2 a 4 hileras, tomando bayas a todo lo largo de la hilera, hasta conseguir 200 bayas. Este segundo método ha resultado menos preciso, que cuando se monitorean 10 claros fijos, en cada fecha.

El monitoreo requiere una balanza y un refractómetro. La muestra de bayas se pesa, y su peso se divide por el número de bayas. Luego las bayas se estrujan manualmente y se lee el ° Brix del jugo, con refractómetro. Las técnicas de muestreo de bayas y de medición del tenor azucarino aparecen en detalle en el “Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva” de Vila *et al.* (2009b).

El azúcar por baya se puede calcular, a partir del peso de las bayas y del tenor azucarino, mediante la fórmula que se incluye en la Figura 48. Esta fórmula surge de combinar la equivalencia entre densidad del mosto y ° Brix (ecuación 2; Rankine, 1997) y la equivalencia entre azúcar químico y °Brix (ecuación 3; Frigerio, 1986).

Cómo se calcula aproximadamente la cantidad de azúcar por baya:

$$\text{Azúcar / Baya} = \text{Azúcar mosto} / (\text{Bayas/kg uva} * \text{Densidad mosto}) \quad (1)$$

$$\text{Densidad mosto} = 0,0046 * \text{Brix} + 0,9927 \quad (2)$$

$$\text{Azúcar mosto (g / L)} = 11,142 * \text{Brix} - 27,367 \quad (3)$$

$$\text{Bayas / kg uva} = 1000 / \text{Peso Baya (g)} \quad (4)$$

↓ agrupando

$$\text{Azúcar (g/Baya)} = \frac{11,142 * \text{Brix} - 27,367}{(1000 / \text{Peso Baya (g)}) * (0,0046 * \text{Brix} + 0,9927)} \quad (5)$$

Figura 48: Método para calcular el azúcar por baya.

El peso de la baya y el ingreso de azúcar en la uva, indicado por el “azúcar por baya” deben ser monitoreados mediante curvas de evolución en el tiempo. Las mediciones se deben realizar cada 7 días, hasta que la uva alcanza los 20° Brix. Luego, se debe continuar dos veces por semana, hasta la cosecha. Con los datos medidos se traza un gráfico como el indicado en la Figura 49.

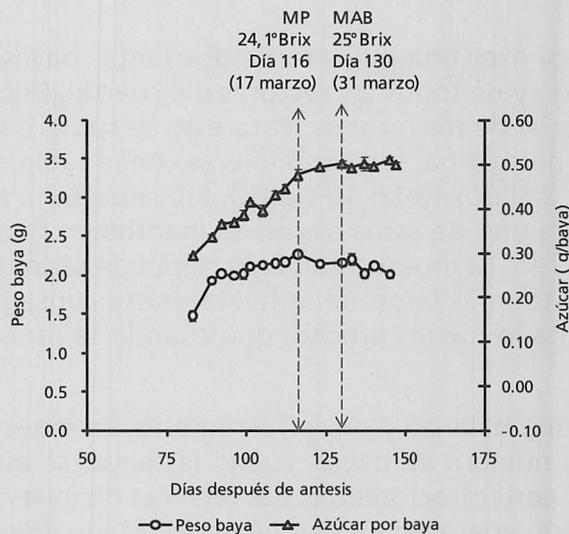


Figura 49: Monitoreo del peso de la baya y del ingreso de azúcar a la baya (azúcar por baya), en un viñedo de variedad Malbec, en el Valle de Uco en 2008. Se indican los momentos de máximo peso de baya (MP) y de detención de la ganancia de azúcar ó máximo azúcar por baya (MAB). Las barras representan un error estándar.

El momento de máximo peso de baya se puede determinar con bastante precisión, ya que en la curva representa un máximo bien aparente. Por otro lado este evento se produce antes del momento óptimo de madurez (es decir, el de máximo azúcar por baya).

La determinación del momento en que se alcanza el máximo azúcar por baya, en cambio, requiere una consideración especial, ya que es la última medición del proceso de monitoreo y no representa un máximo sino la llegada a una meseta. La mejor forma para detectar este punto es realizar, durante el monitoreo, un gráfico de ganancia diaria porcentual de azúcar por baya. La ganancia diaria porcentual se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia diaria Azúcar/baya} = \frac{(\text{Azúcar/baya}_{\text{Fecha actual}} - \text{Azúcar/baya}_{\text{Fecha anterior a la actual}})}{(\text{Azúcar/baya}_{\text{Fecha anterior a la actual}} * \text{N}^\circ \text{ días entre las dos mediciones})}$$

Cuando la ganancia diaria de azúcar/baya cae por debajo del 0,4% se considera que se ha llegado al momento óptimo para cosechar. En la Figura 50 se da un ejemplo de la determinación de este momento.

Días después de antesis	Azúcar/baya (g)	Aumento diario de Az/baya
61	0.080	
68	0.127	8.4%
77	0.198	6.2%
90	0.288	3.5%
99	0.351	2.4%
106	0.376	1.0%
116	0.418	1.1%
124	0.418	0.0%
139	0.444	0.4%
166	0.440	0.0%

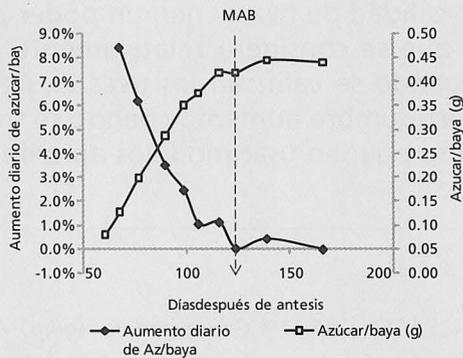


Figura 50: Determinación del momento en que se alcanza el máximo azúcar/baya en una parcela de Malbec en Luján de Cuyo en 2006.

c. Evaluación del estándar de calidad de la uva

Las variables que integran la composición de la uva pueden usarse para generar índices de calidad de uva predictores de Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO). Como existen muchas variables con escaso aporte individual es necesario utilizar el método de regresión múltiple, donde las variables de la uva son predictoras y RF ó PO son variables a predecir. Una condición para este tipo de modelos de regresión múltiple es que las variables de la uva (predictoras), no estén correlacionadas entre sí. Si esto no se tiene en cuenta, se generan modelos sobrealimentados, con poder explicativo alto hacia adentro de los datos, pero con escaso poder predictivo cuando se usan nuevos datos. También es necesario usar un método de selección de variables. Dentro de estos, se prefiere la rutina "paso a paso, hacia adelante" que hace ingresar las variables una por una y que es muy potente. Este método elige en cada paso una nueva variable, sólo si aporta una explicación significativamente mayor, estando las otras variables en el modelo.

Trabajando con las variedades Malbec, Syrah y Cabernet Sauvignon, se generaron los índices predictores de calidad de uva, RF y PO (Figura 51). En estos índices, aparecen las variables predictoras ordenadas, según fueron elegidas por la rutina paso a paso. Este orden indica el poder explicativo relativo en el modelo. La variable que aparece antes, en el polinomio, tiene mayor poder explicativo, que las que aparecen después.

Se utilizaron las variables físicas y químicas de las uvas que figuran en la tabla 16. Estas variables pueden ser medidas en laboratorios enológicos de mediana complejidad. Los protocolos de análisis han sido estandarizados y publicados en el marco del Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, junto con las técnicas para muestrear y procesar las uvas, en el "Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva" de Vila *et al.* (2009b).

Tabla 16: Variables de la uva usadas como predictores de la calidad enológica.

Variables físicas	Variables químicas
<ul style="list-style-type: none"> • %Sólidos solubles (°Brix) • pH • Diámetro de la baya (cm) • Peso de la baya (g) • Relación hollejo/uva • Relación semilla/uva 	<ul style="list-style-type: none"> • Antocianos (mg/kg y mg/baya) • Catequinas hollejos (mg/kg y mg/baya) • Catequinas semillas (mg/kg y mg/baya) • Taninos hollejos (mg/kg y mg/baya) • Taninos semillas (mg/kg y mg/baya) • Fenoles totales (IPT) hollejo • Fenoles totales (IPT) semilla

Los índices de calidad de uva tienen un poder predictivo sobre la RF y el PO de entre el 72 y el 80%, que se considera relativamente alto (Figura 51). Pero, debe tenerse en cuenta que cuando se califican las uvas existe una incertidumbre de entre el 20 y el 30%. Esta incertidumbre aumenta cuando se trata de otras variedades tintas, ya que en este caso sólo se pueden usar modelos aproximados, como los de la Figura 52.

<p>Malbec</p> $RF \text{ vino} = 5,5564 + 85,11 * \text{Cateq hollejo (g/kg)} - 4,74 * \text{Tanin semilla (g/kg)} + 32,12 * \text{Cateq semilla (g/kg)} + 12,16 * \text{Antoc (mg/baya)} + 0,39 * \text{Rel hollejo uva} - 12,81 * \text{pH} \quad R^2 = 72\%$ $PO \text{ vino} = - 187,93 + 4,68 * \text{Brix} + 13,14 * \text{pH} + 13,28 * \text{Antoc (g/kg)} - 37,80 * \text{Cateq hollejo (g/kg)} + 22,55 * \text{Cateq semilla (g/kg)} + 33,34 * \text{Diam baya} - 1,54 * \text{Tanin semilla (mg/baya)} + 0,43 * \text{Rel semilla uva} + 1,47 * \text{Tanin hollejo (g/kg)} \quad R^2 = 72\%$
<p>Syrah</p> $RF \text{ vino} = 85,4781 + 32,13 * \text{Antoc (g/kg)} - 13,76 * \text{pH} + 12,64 * \text{Cateq semilla (g/kg)} - 1,66 * \text{Tanin hollejo (g/kg)} \quad R^2 = 73\%$ $PO \text{ vino} = - 23,2406 + 24,60 * \text{Cateq semilla (g/kg)} + 39,28 * \text{Cateq hollejo (g/kg)} - 0,782 * \text{IPT hollejo} + 18,68 * \text{Antoc (g/kg)} + 2,45 * \text{Brix} + 11,88 * \text{Peso baya (g)} + 5,97 * \text{Tanin hollejo (g/kg)} - 0,57 * \text{Rel hollejo uva} \quad R^2 = 80\%$
<p>Cabernet Sauvignon</p> $RF \text{ vino} = - 75,5651 + 75,75 * \text{Antoc (g/kg)} + 41,04 * \text{Cateq semilla (g/kg)} + 7,64312 * \text{Tanin hollejo (g/kg)} - 50,6378 * \text{Cateq hollejo (g/kg)} \quad R^2 = 77\%$ $PO \text{ vino} = - 9,1981 + 16,47 * \text{pH} - 13,76 * \text{Cateq semilla (mg/baya)} + 27,6942 * \text{Cateq hollejo (mg/baya)} + 1,22377 * \text{Tanin semilla (g/kg)} \quad R^2 = 72\%$

Figura 51: Índices de calidad de uva propuestos para tres variedades, capaces de predecir su calidad enológica en términos de riqueza fenólica (RF) y el peligro oxidativo (PO).

Variedades tintas en general

$$RF \text{ vino} = 83,868 + 21,111 * \text{Antoc (g/kg)} - 21,444 * \text{pH} + 3,001 * \text{Tanin hollejo (g/kg)} + 22,366 * \text{Cateq semilla (g/kg)} + 12,664 * \text{Peso baya (g)} - 1,824 * \text{Tanin semilla (mg/baya)}$$

$$R^2 = 52\%$$

$$PO \text{ vino} = 33,9484 - 0,273 * \text{IPT hollejo} + 9,044 * \text{pH} + 1,2669 * \text{Tanin hollejo (g/kg)} + 1,206 * \text{Tanin semilla (mg/baya)} - 11,884 * \text{Cateq semilla (g/kg)} - 7,555 * \text{Peso baya (g)} + 0,093 * \text{IPT semilla}$$

$$R^2 = 42\%$$

Figura 52: Índices de calidad de uva propuestos para variedades tintas en general, capaces de predecir su calidad enológica en términos de riqueza fenólica (RF) y el peligro oxidativo (PO).

El mercado de vinos se encuentra segmentado en gamas de precio/calidad: las gamas más altas son las ícono y ultrapremium, las gamas medias comprenden los vinos superpremium y premium y la gama más baja los vinos básicos (ver capítulo 4). Estudiando los valores de Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO), observados en el proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, se determinó que la partición de la distribución por cuartiles se ajustaba a la segmentación de gamas de calidad del mercado de vinos (Figura 53). A partir de estos valores, se establecieron 4 grados de RF y 3 de PO. Mediante la combinación de esos grados se propusieron los estándares "AA (correspondiente a ícono y ultrapremium)", "A (superpremium)", "B (premium y básicos)" y "C (básicos)", con niveles de calidad decreciente, como se muestra en las Figuras 53 y 54. Aplicando estos estándares a los casos estudiados en el proyecto, se pudo clasificar el universo, para las variedades Malbec, Syrah y Cabernet Sauvignon.

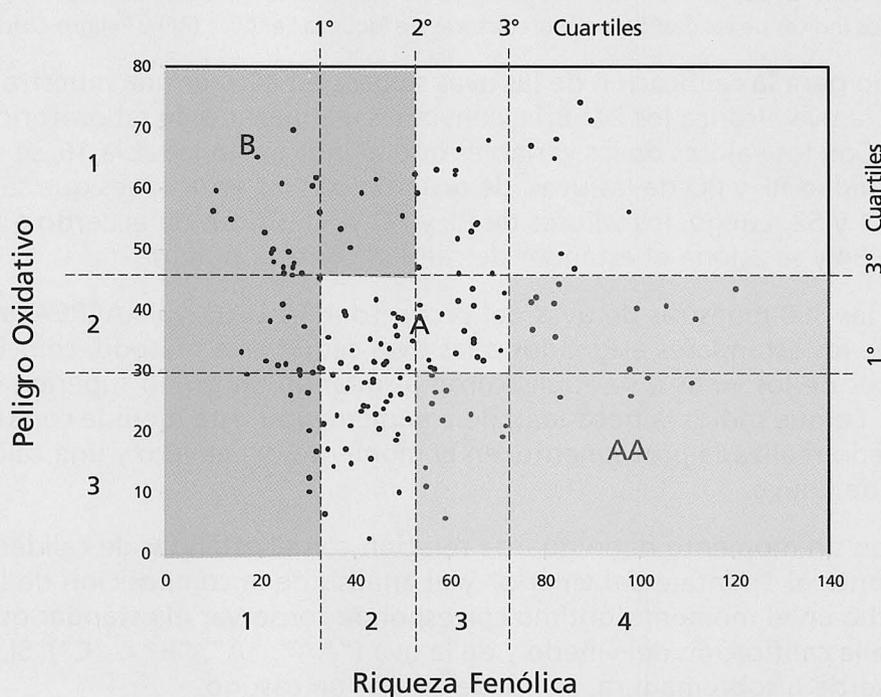


Figura 53: Universo de los vinos del Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA clasificados según sus grados de RF y PO y sus estándares de calidad.

Para otras variedades, se recomienda tentativamente calcular los índices de calidad de uva propuestos para otras variedades tintas (Figura 52) y utilizar los estándares de Malbec (Figura 54).

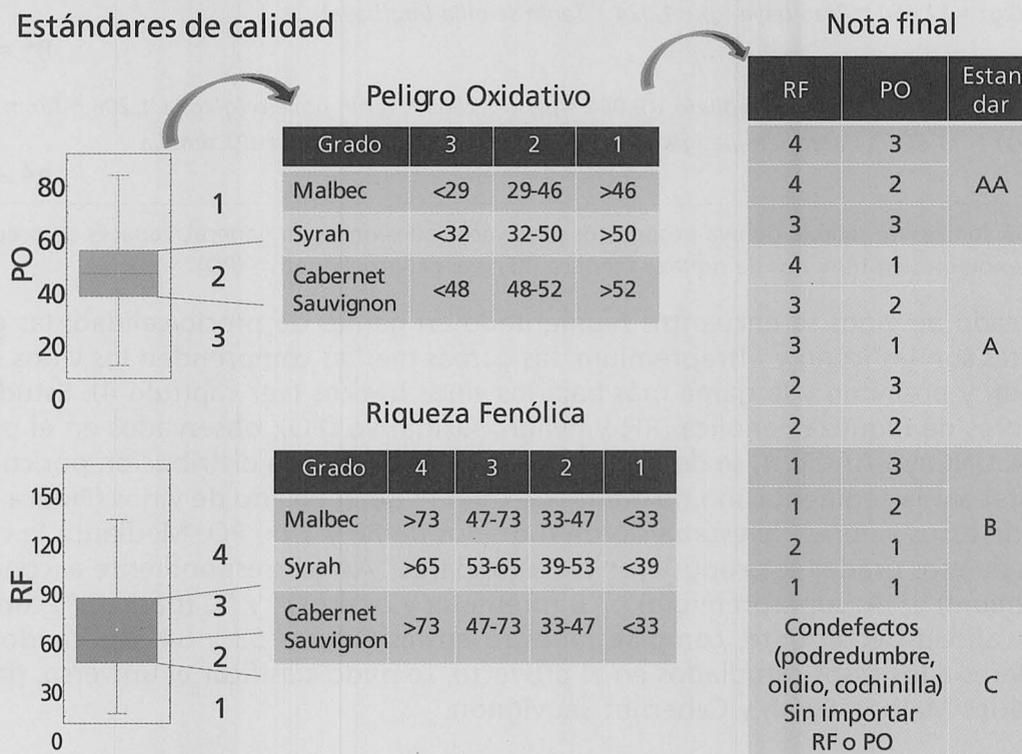


Figura 54: Estándares de calidad de uvas Malbec, Syrah y Cabernet Sauvignon. Se basan en la clasificación de los valores de los índices de calidad de uvas, predictores de Riqueza Fenólica (RF) y Peligro Oxidativo (PO).

El mecanismo para la calificación de las uvas se basa en extraer una muestra de 200 bayas, cuando la uva alcanza los 24° Brix y enviarlas a analizar a un laboratorio enológico autorizado. Con los valores de las variables que se indican en la tabla 16, se calculan los índices de calidad RF y PO de las uvas, de acuerdo con las ecuaciones que se indican en las Figuras 51 y 52. Luego, los valores de RF y PO se clasifican de acuerdo a lo indicado en la Figura 54 y se asigna el estándar de calidad correspondiente.

Analizando las 360 muestras de uvas del proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, se pudo determinar que los estándares asignados a las uvas según este método, coincidieron con los estándares de los vinos o se equivocaron asignando un grado superior, en un 80% de los casos. Lo que indica la necesidad de complementar esta medida con una calificación del viñedo realizada previamente, en el momento del envero y una calificación de la madurez de la uva.

La cosecha en un momento dado guarda relación con el estándar de calidad que se ha fijado mediante el "puntaje del viñedo" y el análisis de la composición de la uva. Si la uva se cosecha en el momento óptimo corresponde conservar el estándar que se alcanzó mediante la calificación del viñedo y de la uva ("AA", "A", "B" ó "C"). Si, en cambio se cosecha verde o sobremadura, se puede aplicar un castigo.

A continuación se presenta una síntesis del procedimiento a seguir durante el ciclo vegetativo, para evaluar la calidad de la uva basado en los tres pilares (calificación previa

del viñedo para determinar su potencialidad cualitativa; evaluación de la madurez; evaluación del estándar de calidad de la uva; Figura 55).

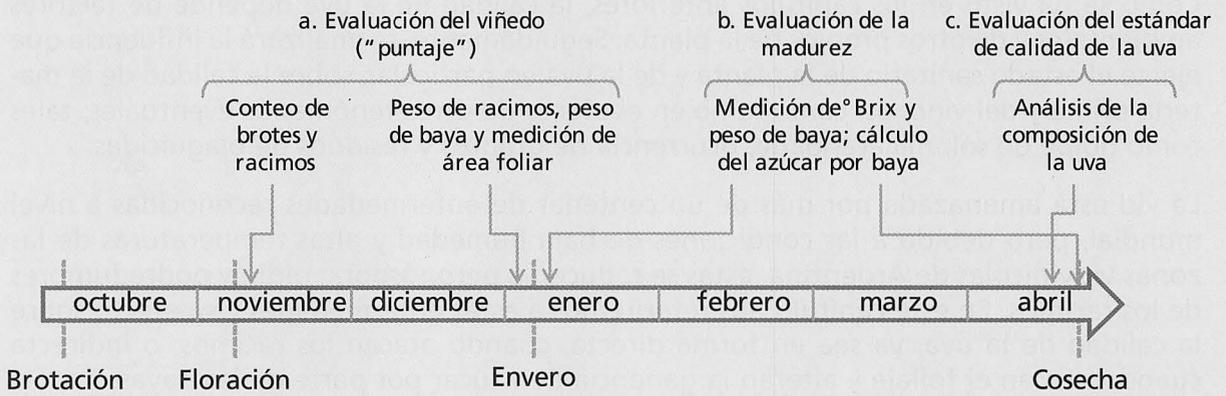


Figura 55: Los tres pilares del sistema para evaluar la calidad de la uva, momentos en los que deben realizarse las mediciones.

9. Pérdidas de calidad en la uva por problemas sanitarios, alteraciones fisiológicas y contingencias climáticas

Como se ha visto en los capítulos anteriores, la calidad de la uva depende de factores ambientales y de otros propios de la planta. Seguidamente, se analizará la influencia que ejerce el estado sanitario de la planta y de la uva en particular, sobre la calidad de la materia prima y del vino; así como también el efecto de otros fenómenos eventuales, tales como golpe de sol, millerandage, ocurrencia de granizo y residuos de plaguicidas.

La vid está amenazada por más de un centenar de enfermedades reconocidas a nivel mundial, pero debido a las condiciones de baja humedad y altas temperaturas de las zonas vitivinícolas de Argentina, éstas se reducen a peronóspora, oidio y podredumbres de los racimos. En este capítulo nos referiremos a estas enfermedades y su efecto sobre la calidad de la uva, ya sea en forma directa, cuando atacan los racimos; o indirecta cuando atacan el follaje y alteran la ganancia de azúcar por parte de las bayas.

Con respecto a las plagas sólo trataremos los casos de la cochinilla harinosa y la polilla de la vid que pueden causar daños apreciables en la uva.

Peronóspora de la vid

Esta enfermedad es producida por el alga oomiceta *Plasmopara viticola* (reino *Chromista*), la cual bajo condiciones predisponentes (alta humedad atmosférica, presencia de hoja mojada y temperatura $> 10^{\circ}$ C) ataca hojas y racimos. Cuando el ataque se produce en racimos florales y frutos pequeños (hasta un tamaño de la baya de "grano de arveja"), los destruye en forma completa (Lucero y Lucero, 2000). Las flores y bayas mueren a medida que avanza la enfermedad; el raquis toma forma de espiral, adquiere un color verde grisáceo y finalmente muere. Este daño sólo produce pérdidas en la producción, pero no en la calidad de la uva, ya que estos racimos no llegan a cosecha.

En racimos más desarrollados, con el raquis más lignificado, el daño es localizado. El racimo se hace más resistente a partir del envero, por la pérdida de los estomas en la baya, que son la vía de ingreso del microorganismo. Las bayas afectadas se reconocen por un retraso en el crecimiento; al principio cambian a un color verde grisáceo, pudiendo pasar posteriormente al color pardo. Llegado este punto generalmente se arrugan y toman un aspecto de pasa, por la pérdida de agua. Este daño en la baya, cuando no es muy generalizado, tampoco produce pérdida de calidad en el mosto, debido a su poco peso y escasa capacidad de producción de jugo.

El daño más importante en la calidad del vino ocurre cuando esta enfermedad produce ataques intensos en el follaje, lo cual ocasiona la defoliación de la planta. Esta defoliación (Figura 56) limita la acumulación de azúcar en la baya y la síntesis de metabolitos secundarios, por lo que los vinos resultan ácidos, con baja graduación alcohólica, poco cuerpo, escaso color y perfume.



Figura 56: Defoliación intensa por peronóspora previa a cosecha de uva (Fotografía gentileza del Ing. Agr. Huberto Lucero).

En hojas jóvenes, la enfermedad produce lesiones circulares con aspecto acuoso o clorótico, no delimitado por nervaduras, las cuales pueden tener unos 5 cm de diámetro. Estas manchas a medida que crecen se vuelven de un color pardo desde el centro hacia la periferia (Figura 57). Las hojas jóvenes, con sólo un 30% de su superficie afectada, son desechadas por la planta como mecanismo de defensa.



Figura 57: Lesiones de peronóspora en hojas jóvenes (Fotografía gentileza del Ing. Agr. Huberto Lucero).

En hojas maduras, las lesiones son amarillentas al principio y luego, por necrosis, se vuelven pardas con formas poligonales de aproximadamente 0,2 a 1 cm de lado. Las lesiones de este tipo en la hoja adulta, con frecuencia son muy numerosas, observándose esta sintomatología como un embotado (manchas delimitadas por las nervaduras; Figura 58). Las hojas adultas se caen cuando el porcentaje afectado alcanza aproximadamente el 50% de su superficie.



Figura 58: Lesiones de peronóspora en una hoja adulta de vid (Fotografía gentileza de Huberto Lucero).

Debido a las consecuencias sobre la calidad de la uva, conviene evaluar el grado de ataque de peronóspora que presenta el viñedo. Esta evaluación se puede realizar en el envero y completarse antes de la cosecha. Se debe tener en cuenta si el ataque es leve, y se presenta sólo en rebrotes apicales, o si interesa a todo el follaje de la planta. Para esto, es necesario apreciar el porcentaje de hojas afectadas. De todas maneras, lo definitorio es analizar la composición química de la uva.

Oidio de la vid

Esta enfermedad es producida por un hongo llamado *Oidium tuckeri*, en su forma asexual, y *Erysiphe (Uncinula) necator*, en su forma sexual. Ataca todos los órganos verdes de las plantas de vid, como brotes, hojas, flores y frutos, dándole a los mismos un aspecto ceniciento, debido a la presencia superficial del hongo y a las esporas del mismo. Produce pérdidas importantes en la producción de uva y en su calidad, además de debilitar la planta. La pérdida de calidad en la uva se debe al efecto directo del ataque del hongo sobre los racimos. En vinos Cabernet Sauvignon elaborados con racimos muy atacados con oidio se ha observado una menor concentración de antocianos y una mayor acidez. Por otro lado, vinos Sauvignon Blanc de uvas con oidio tuvieron una menor concentración de aromas varietales que vinos de uvas sanas. Los vinos de uvas con ataque intenso de oidio, en ambas variedades, fueron considerados como los peores por los degustadores, en el test de preferencia (Calonnec *et al.*, 2004).

En los ataques de oidio a racimos jóvenes, se observa una pulverulencia blanco grisácea que los cubre. Posteriormente aparece un puntillado rojizo, frenándose el crecimiento de la baya. Luego el hollejo toma un color gris "perlado". Las uvas atacadas se presentan duras al tacto. En la cosecha, las uvas atacadas muchas veces están agrietadas, carentes de pulpa y su interior está ocupado totalmente por las semillas (Figura 59). En los ataques tardíos, además de las uvas con pulverulencia, aparecen uvas con manchas aracniformes y la susceptibilidad a la podredumbre aumenta (Figura 59). Estos daños son causales directos de demérito de la uva llevándola a calidad "C". La enfermedad muchas veces tiene una manifestación focal. En este caso, durante la cosecha debe evitarse incluir la uva muy atacada.



Figura 59: Ataque de oidio en racimos jóvenes (izquierda) y en racimos más desarrollados (derecha; fotografías gentileza del Ing. Agr. Huberto Lucero).

El ataque en brotes y hojas no perjudica la calidad de la fruta, pero sí produce un debilitamiento general de las plantas. Los brotes atacados por oidio presentan, al principio, manchas en forma de tela de araña, generalmente circulares, de color blanco ceniciento, de alrededor de 0,8 a 1,5 cm de diámetro, que luego cuando el hongo muere y desaparece, se transforman en un puntillado rojizo (Figura 60). En hojas jóvenes se presenta frecuentemente como manchas circulares amarillentas, que no respetan las nervaduras y cuyo diámetro puede alcanzar 1 a 1,5 cm. En algunas oportunidades, se observa un ampollado en las manchas. En lugares con follaje denso y con poca luz directa del sol, se ve una tenue pulverulencia blanquecina a grisácea sobre la superficie de la hoja (Figura 60).



Figura 60: Síntomas de oidio en hojas jóvenes y brote de vid (izquierda) y pulverulencia grisácea producida por el oidio en canopias densas y sombrías (derecha; fotografías gentileza de Huberto Lucero).

Podredumbre de los racimos

En la Argentina la podredumbre de los racimos es una grave enfermedad producida por varios agentes causales, el principal es *Botrytis cinerea* Pers. Este hongo puede actuar solo o acompañado por otros hongos, bacterias y/o levaduras. Dentro de los otros hongos pueden aparecer *Aspergillus niger* Tiegh., *Penicillium* sp., *Rhizopus nigricans* Ehren-

berg., *Alternaria sp.* y *Cladosporium herbarum* (Pers.) Lk. (Cucchi y Becerra, 2009). Cuando además actúan bacterias como *Gluconobacter sp.* y *Acetobacter sp.*, y levaduras como *Saccharomyces sp.* y *Pichia sp.*, la enfermedad se presenta bajo la forma de podredumbre ácida, así denominada debido al olor acético que la acompaña.

Luego de la etapa de envero, los síntomas de la podredumbre se manifiestan muy rápidamente, cuando las condiciones son predisponentes. Las lluvias repetidas, la alta humedad relativa, las canopias cerradas y las temperaturas moderadas favorecen la ocurrencia de la enfermedad. Los síntomas comienzan con manchas circulares, pardas en las uvas blancas, y con pérdida de color en las tintas. Posteriormente, se desencadena una podredumbre blanda que afecta grupos de bayas aledañas. Éstas se rompen y exudan mosto. Cuando las condiciones son favorables, estos focos se cubren con las fructificaciones de algunos de los hongos que intervienen en el ataque (Figura 61).

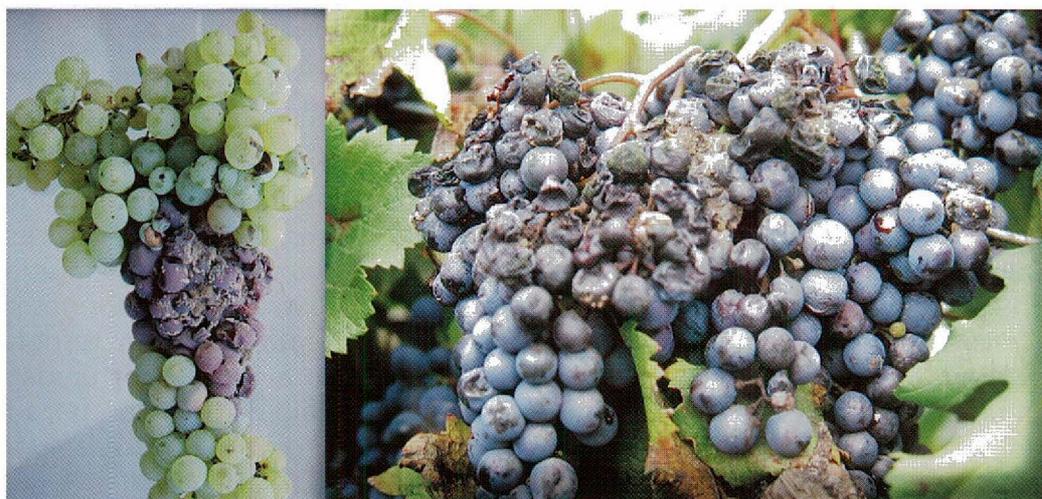


Figura 61: Síntomas de podredumbre de los racimos con presencia de las fructificaciones de *Botrytis cinerea* (izquierda) y síntomas de podredumbre ácida (derecha; fotografía gentileza de Huberto Lucero).

La podredumbre de los racimos es la enfermedad que más gravemente afecta la calidad de la uva, en Argentina. Los hongos que intervienen destruyen la pectina y aportan coloides del tipo glucano que hacen al vino viscoso y dificultan las filtraciones. *Botrytis*, específicamente, aporta la enzima laccasa que oxida los polifenoles y causa la quebradura del color de los vinos. Todos los hongos del complejo aportan malos gustos (a moño) y algunos generan micotoxinas, como la ocratoxina y la flavotoxina, dañinas para la salud.

Los daños causados por la podredumbre son tan graves que son causales directos de demérito de la uva llevándola a calidad "C". Cuando la podredumbre es solo focal, conviene no cosechar los racimos atacados.

Conviene evaluar la presencia y gravedad de esta enfermedad en el viñedo, unos días antes de la cosecha, debido al rápido desarrollo que presenta, cuando las condiciones son favorables.

Cochinilla harinosa o chanchito blanco de la vid

Este insecto hemíptero conocido con el nombre científico de *Planococcus ficus*, es la principal plaga que causa daños en la uva, en Argentina. Ataca hojas, brotes, troncos,

brazos y frutos succionando la savia del floema einyectando toxinas en la planta (Figura 62 y 63). También es vector de virus del "Leaf roll de la vid". Cuando ataca los racimos, éstos suelen rezumar mosto y se cubren de fumagina, con la consiguiente pérdida de calidad de la uva. En caso de ataques graves, la uva debe ser categorizada como "C". En ataques leves y focales, se puede evitar cosechar las uvas atacadas.



Figura 62: Ataque de cochinilla harinosa en hoja.



Figura 63: Ataque de cochinilla harinosa en racimos (gentileza Laboratorio de Fitofarmacía EEA INTA Mza).

Además del daño directo, este insecto es vector del virus del enrulamiento de la vid (Grapevine Leafroll Virus). Las vides atacadas quedan infectadas de por vida y la calidad de sus uvas se ve seriamente dañada. Los virus que provocan esta enfermedad bloquean el flujo floemático y el azúcar producido por la fotosíntesis llega a la uva en forma deficiente. Esto provoca menor tenor azucarino, menos polifenoles y pigmentos.

Polilla de la vid

Este insecto lepidóptero conocido con el nombre científico de *Lobesia botrana*, es una nueva plaga en Argentina, que puede causar daños graves en la uva. Su oruga se alimenta de las bayas. Cuando el ataque es posterior al envero, favorece la aparición de podredumbre en los racimos, como también el desarrollo de fumaginas. Las uvas muy atacadas deben ser clasificadas como de calidad "C".

Dado que es una nueva plaga en la Argentina, es importante conocer a la mariposa adulta para poder identificarla. Ésta tiene una envergadura alar de aproximadamente 10-13 mm y 6-8 mm de longitud en reposo (tamaño semejante a *Grapholita sp.*). En el anverso de las alas anteriores tiene ornamentaciones en mosaico de colores variables pardo-rojo-azul. Las alas anteriores contrastan con el gris más o menos uniforme de las

alas posteriores, que permanecen ocultas en la posición de reposo. En el reverso predomina también una coloración gris. A lo largo del margen externo (tegmen) de ambos pares de alas se dispone una fila de pelos (fimbrias) del mismo color que cada ala respectiva (Figura 64). Esta mariposa es de vuelo crepuscular, con una temperatura mínima de vuelo de 12° C. Durante el día están protegidas debajo de las hojas. El adulto pone huevos en flores o bayas, según el momento de nacimiento de la generación. El huevo es muy difícil de observar a simple vista, tiene forma de escama elipsoidal y tamaño inferior a 1 mm. De este huevo emerge una larva, que tiene inicialmente un tamaño de 1,5 a 2 mm y puede llegar a 1 cm de longitud. La larva tiene coloración verdosa, que puede oscurecerse hasta el color vinoso. La larva es la que produce el daño al alimentarse de flores y bayas. La forma de resistencia invernal es la pupa, de color verdoso a castaño oscuro, de tamaño levemente inferior a 1 cm. La pupa se ubica debajo de la ritidomis, protegida por un capullo sedoso.

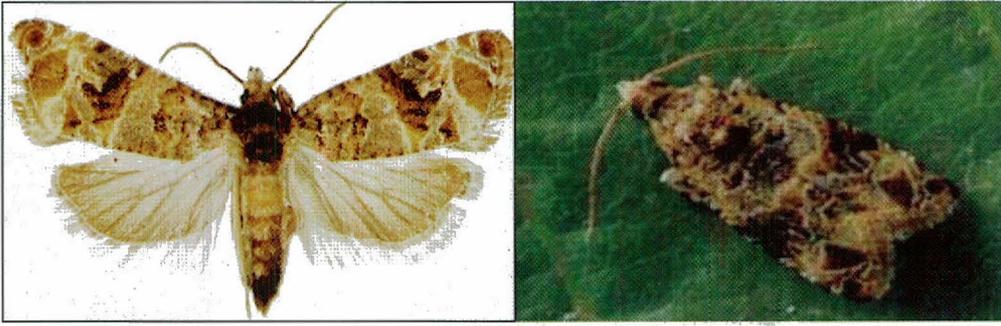


Figura 64: Imagen de la forma adulta de *Lobesia botrana*.

Residuos de pesticidas

Un buen programa de control fitosanitario, enmarcado en un plan de lucha contra plagas y enfermedades, puede evitar la mayor parte de los problemas sanitarios de la uva. Pero en este caso se corre otro riesgo, que hay que tener muy en cuenta. Y es que de nada vale tener uva sana, si ésta contiene gran cantidad de residuos de pesticidas tóxicos. Este problema siempre debe ser evitado, utilizando los pesticidas autorizados para su uso en vid, en las dosis permitidas y respetando los períodos de carencia, que han determinado los organismos de investigación. Además, para controlar la calidad desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, las uvas y los vinos deben ser sometidos a análisis químico de residuos de los principales pesticidas, asegurando que se encuentran por debajo de las tolerancias permitidas. Como criterio general, siempre que sea posible, deben minimizarse los tratamientos fitosanitarios. Para esto es conveniente adoptar un manejo integrado del viñedo.

Millerandage y corrimiento de racimos

Durante la floración de la vid, que tiene una duración aproximada de 10 días, pueden presentarse diferentes condiciones climáticas. La emisión y germinación del grano de polen para la fecundación de la flor, están influenciadas por estas condiciones climáticas. Así por ejemplo, altas temperaturas en ambientes secos aceleran la liberación del grano de polen de la antera; y días nublados, con alta humedad, producen lo opuesto. Cuando el grano de polen cae en el estigma, queda adherido mediante el líquido estig-

mático y emite el tubo polínico para fecundar el óvulo. El crecimiento del tubo polínico es lento con temperaturas bajas ($<15^{\circ}\text{C}$), demorando varios días en alcanzar al óvulo para su fecundación. Esto entraña el riesgo de que la fecundación no se produzca. La lluvia tiene varios efectos negativos sobre la fecundación y el cuajado de los frutos, ya que diluye el jugo estigmático que adhiere el grano de polen al estigma y produce aglomeración de los granos de polen.

La polinización provoca el desarrollo inicial del ovario. Este desarrollo puede proseguir si se produce la fecundación. Cuando hay fecundación, aparecen bayas normales con 1 a 4 semillas. En cambio si no hay fecundación, aparecen bayas pequeñas sin semillas, que se desarrollan parcialmente, como consecuencia del estímulo del grano de polen al depositarse en el estigma, pero posteriormente su desarrollo se paraliza. Este fenómeno es conocido por la palabra francesa millerandage (Figura 65).

El número de flores de un racimo siempre es muy superior al número de bayas finales, ya que el porcentaje de cuaje normal de las flores es de aproximadamente un 20%. Muchas veces se producen caídas de bayas muy pequeñas lo que se conoce con el nombre de corrimiento. Algunas variedades presentan mayor predisposición al corrimiento, como sucede en Malbec (Figura 65). El corrimiento puede ser favorecido por los mismos factores climáticos que los que causan el millerandage, como lluvia, vientos, cambios bruscos de temperatura. Por esto, ambos fenómenos muchas veces son concomitantes.

El corrimiento también puede deberse a una deficiente nutrición del racimo. El momento crítico del desarrollo de las bayas es durante la floración y el cuaje (aproximadamente 15 días de duración). Estas fases coinciden con el comienzo del desarrollo del brote en forma autónoma, por su propia actividad fotosintética, dejando de consumir las reservas de la planta. En esta etapa, los ovarios no fecundados son destinos débiles en la captación de productos de la fotosíntesis para su alimentación, dirigiéndose estos productos, sobre todo, a zonas de crecimiento vegetativo. Luego de la fecundación, las bayas tienen mayor poder de captación, compitiendo como destino con los ápices en crecimiento. Esta competencia muchas veces es la responsable de los problemas de corrimiento. Por esta razón, factores climáticos que disminuyen la fotosíntesis, en este período (días nublados, fríos y lluviosos) o altas temperaturas, que aumentan el consumo de asimilados, también favorecen el problema. Esto permite comprender por qué este problema es mayor en viñedos débiles o con excesos de vigor (Martínez de Toda, 1991).



Figura 65: Presencia de millerandage con bayas verdes y negras y corrimiento en racimos en Malbec (izquierda). La foto de la derecha muestra un racimo normal de esta variedad.

En el millerandage, las bayas pueden quedar verdes o coloreadas a la madurez, según el desarrollo que alcancen, por carecer de semillas o por sólo tener una semilla, la que además a veces es imperfecta. Las uvas con millerandage coloreadas, son dulces; tienen perfumes y pigmentos como las normales. Las bayas verdes, en cambio, son ácidas, amargas y tánicas.

El corrimiento y el millerandage con bayas coloreadas sólo incide en la producción del viñedo y no deprecia la calidad de la uva. Cuando el millerandage se presenta con una proporción de bayas verdes muy apreciable, puede disminuir la calidad de la uva y ser causa de demérito.

Quemado de hollejos por excesiva insolación (Golpe de sol)

Como ya vimos en el capítulo 6, la luz tiene un efecto positivo sobre la calidad de la uva, tanto directo, como indirecto. No obstante, cuando la intensidad de luz es excesiva, produce daños en las células del hollejo, debido a que no es suficiente la acción protectora de los flavonoles y antocianos, que son filtros contra los rayos ultravioletas. Estos daños son irreparables en las bayas, alterando la calidad de la uva, debido a que se producen procesos oxidativos (Figura 66).



Figura 66: Presencia de quemado en hollejos de bayas excesivamente expuestas al sol.

Ocurrencia de granizo en el viñedo

En nuestra región, durante el desarrollo del ciclo vegetativo de la vid, existe cierta probabilidad de ocurrencia de granizo. Ésta depende de la ubicación del viñedo, como también del momento del ciclo. El granizo ocasiona daños directos, por pérdidas de racimos, bayas y hojas. Pero existen otros daños indirectos, los cuales son variables en función de la época en que se presenta. Por esta razón evaluaremos los efectos en dos momentos principales:

1. Desde brotación hasta envero: cuando el granizo ocurre en esta etapa, la planta rebrota y recupera su área fotosintética, lo cual le lleva alrededor de un mes. La uva en general, no se ve afectada, debido a la influencia del raleo (menos uva, pero su-

perficie foliar aproximadamente normal, gracias al rebrote). En esta etapa, mientras más pequeño es el racimo, más susceptible es a la pérdida causada por los golpes del granizo. Estos golpes pueden producir pequeñas lesiones imperceptibles en la epidermis de la baya, que luego, al aumentar el contenido de azúcar, predisponen al ataque de podredumbres. Esto hace necesario realizar tratamientos fitosanitarios preventivos. En esta etapa, en general no se ven comprometidas las reservas de la planta, por lo que el daño no se extiende a los ciclos siguientes.

2. Posterior al envero: la rotura de bayas en este momento provoca pérdida de jugo azucarado, lo que genera condiciones favorables para el desarrollo de podredumbre. Cuando el granizo se presenta cercano a cosecha, muchas veces la planta no alcanza a recuperar sus hojas, necesarias para continuar con la maduración de la uva (Figura 67). Sin embargo también es importante tener en cuenta que, por más que la planta alcance a rebrotar para recuperar sus hojas, existe un período de detención en la maduración de la fruta, lo cual influye negativamente en la calidad de la uva a cosecha. En general la uva es más ácida, con menos azúcar, perfumes y pigmentos. El nivel de daños no se puede generalizar y es necesario estudiar caso por caso. En esta etapa se puede afectar la acumulación de reservas de las plantas, por lo que el daño puede extenderse al próximo ciclo vegetativo.



Figura 67: Viñedo con daños de granizo posteriores al envero.

10. Pérdidas de calidad en la uva por malas prácticas durante la cosecha, transporte y recepción de la uva

Las buenas prácticas agrícolas durante la cosecha, son fundamentales para preservar la calidad que la uva alcanzó durante su desarrollo, en el viñedo. Llegado el momento de la cosecha deben tomarse decisiones correctas sobre el cuidado de la uva, su transporte y recepción en bodega, para lograr mejores vinos. La uva es un alimento y como tal debe ser tratada con delicadeza, para que se mantenga íntegra y sana hasta ser procesada.

Cuando la cosecha se realiza a mano, los racimos deben cortarse con tijeras, sin estrujarlos y deben ser colocados en las cajas o tachos, sin apretarlos (Figura 68). El tironeo provoca, inevitablemente, la rotura de granos. Esta rotura desencadena procesos enzimáticos de oxidación, que se ven favorecidos por la alta temperatura existente en la época de vendimia. La rotura de granos, con la consiguiente pérdida de mosto, también provoca incipientes fermentaciones no controladas. Para evitar este problema, los racimos deben colocarse enteros en los tachos o cajas.



Figura 68: Forma correcta de cortar los racimos con tijera, sin tironearlos.

El vino se elabora sólo con uva, en la elaboración no intervienen las hojas, ni otras partes de la planta. Por lo tanto, deben extremarse los cuidados para que el racimo entero se coloque en el tacho sin elementos extraños. Es difícil lograr que el vendimiador coseche sin hojas, por eso el deshoje previo a la cosecha puede ser útil. Si se realiza esta práctica, es conveniente realizar el deshoje uno o dos días antes del inicio de la cosecha, para evitar golpes de sol en la uva (Figura 69). Debe instruirse a los cosechadores sobre la forma correcta de realizar la cosecha (Figura 70, izquierda). Si aun así, hay presencia de hojas en los tachos, es necesario eliminarlas antes de cargar la uva en el camión (Figura 70, derecha).



Figura 69: Deshoje basal, previo a la vendimia (Fotos: gentileza Fondo Vitivinícola de Mendoza y J. Nazrala).



Figura 70: Tachos con uva cosechada con los cuidados necesarios para evitar la presencia de hojas (izquierda); operación de extracción de hojas en la vendimia, luego de la descarga de los tachos de cosecha en bins (derecha).

Con respecto a las uvas con podredumbre u oidio, estos defectos sólo pueden evitarse por selección en la cosecha cuando la manifestación es focal y la incidencia menor del 10% de los racimos. En caso contrario generalmente es más económico cosechar toda la uva junta, podrida y sana, asumiendo una calidad "C". Esta uva se destinará a una vinificación especial, que incluirá el uso de calor para inactivar las enzimas y altas dosis de anhídrido sulfuroso.

Las uvas atacadas por *Botrytis* aportan la enzima laccasa, que tiene el potencial de destruir los polifenoles del vino, causando la quebradura del color. Las enfermedades fúngicas también aportan gustos a moho y eventualmente, gustos acéticos (en las uvas con podredumbre ácida).

En la Argentina la uva se cosecha tradicionalmente empleando tachos metálicos, también llamados gamelas en San Juan y La Rioja. Generalmente son fabricados con chapa galvanizada. Debe evitarse el contacto del metal con el mosto que pueda liberarse durante la cosecha. Para esto, conviene pintar los tachos con pintura epoxi de uso alimentario (sin solvente; Figura 71). Se deben extremar las medidas de higiene, lavando los tachos con agua, cuando se termina de usarlos. Al final de la temporada deben lavarse con detergente y cepillo y, si es posible, enjuagarlos con agua a presión. Las hidrolavadoras son ideales para esta tarea.

Los tachos de material plástico son una alternativa interesante, en lugar de los metálicos. Son más livianos, fáciles de lavar y no requieren pintura. Sin embargo, son más frágiles y resultan más caros porque hay que renovarlos más seguido (Figura 71).



Figura 71: Cosecha con tachos metálicos y plásticos. A la izquierda tacho metálico bien pintado y limpio, al centro tacho muy sucio y sin pintura. (Fotos: gentileza Fondo Vitivinícola de Mendoza y J. Nazrala).

Las cajas de material plástico, tuvieron cierta difusión porque son fáciles de apilar y lavar. Como pueden colocarse una dentro de otra, tampoco su almacenaje resulta complicado. No hay necesidad de volcar el contenido de las cajas dentro de otros recipientes, pues se pueden trasladar directamente a la bodega. Pero, tienen algunos inconvenientes: son caras y se debe contar con gran número de ellas para no demorar la cosecha por carencia de envases. Son difíciles de lavar correctamente, ya que esta operación debe hacerse individualmente, o contar con un sistema especialmente diseñado (con cintas transportadoras y picos aspersores). Desde el punto de vista del viticultor, resultan inconvenientes ya que al llevar sólo 180 a 200 cajas por camión, el flete resulta más caro. Sobre el camión, deben asegurarse bien para evitar caídas (Figura 72).



Figura 72: Cosecha y transporte con cajas plásticas (Fotos: gentileza Fondo Vitivinícola de Mendoza).

Para transportar la uva del viñedo a la bodega se pueden usar distintas opciones. Tradicionalmente, la uva se ha transportado a granel, en camiones con carpa. Si el transporte se lleva a cabo de esta manera, debe evitarse pisar la uva (práctica tendiente a cargar mayor cantidad de uva en los camiones) y cargar extremadamente los camiones (no más de 6.000 kg en un camión pequeño de los usados corrientemente). Debe tenerse presente que el aplastamiento de la uva libera polifenol-oxidasas, que promueven oxidaciones en el mosto. En la bodega, estas enzimas son desactivadas mediante el agregado al mosto de dióxido de azufre. En el campo, es preferible no romper la uva, ya que allí no es posible usar este antiséptico, en condiciones controladas. La carpa del camión debe lavarse con agua a presión, en la bodega, luego de descargar cada viaje de uva.

Actualmente, la mejor alternativa de transporte es la utilización de cajones de plástico, tipo "bin". Estos recipientes pueden contener unos 400 a 500 kg, es decir que cada uno tiene la capacidad equivalente a 20 a 25 cajas. Están contruidos para poder apilarse con facilidad y sus medidas son tales que pueden colocarse sin inconvenientes en cualquier camión, en forma segura. Si se dispone de un autoelevador en la finca, se pueden distribuir los bins en el viñedo y de esta forma evitar que el vendimiador deba caminar distancias muy largas. Gran parte del tiempo invertido en la cosecha corresponde al transporte de la uva, desde la cepa al camión. Los bins se pueden colocar dentro de la hilera, reduciendo el transporte y mejorando las condiciones de trabajo del cosechador (Figura 73).



Figura 73: Cosecha y transporte con bins plásticos (Fotos: gentileza Fondo Vitivinícola de Mendoza y J. Nazrala).

Independientemente de la forma en la que se coseche, la uva debe transportarse rápidamente a la bodega y una vez allí, procesarla de inmediato. Los largos trayectos y la espera en la bodega agudizan los problemas de destrucción oxidativa de los polifenoles y los aromas. Se pueden desarrollar fermentaciones fuera de control que deterioran la calidad final del vino a obtener.

Debido a la creciente dificultad para conseguir cosechadores, para realizar la vendimia en forma manual, cada día se está difundiendo más la cosecha mecánica. Este tipo de cosecha se puede contratar como un servicio de alquiler de las máquinas. Debe considerarse que la cosechadora, si está mal calibrada, puede producir un deterioro de la calidad de la uva, debido al aporte de hojas y la rotura de granos y escobajos. Por otra parte no permite la eliminación de uvas deterioradas. Una esmerada calibración de la máquina minimiza el problema de las hojas y los escobajos. También se requiere que las uvas, que se cosechan sin escobajos, se sulfiten en forma previa al transporte. Como ventaja, la cosecha mecánica permite cosechar de noche y temprano por la mañana, cuando las temperaturas son más bajas, lo que limita los problemas oxidativos. Además se reduce la duración de la cosecha, por lo que toda la uva se obtiene con un grado de madurez similar.

Durante la recepción de la uva en la bodega también se pueden producir pérdidas de calidad. Para evitarlas conviene seguir las siguientes recomendaciones: minimizar el tiempo de espera de los camiones y si fuera necesario esperar, proporcionar sombra; procesar la uva rápidamente; hacer lavar prolijamente los bins, cajas y carpas de los vehículos usados, después de cada viaje, con el fin de eliminar residuos y evitar la contaminación microbiológica; exigir la ausencia de hojas que de ser procesadas darán gustos amargos y olores vegetales (alcoholes de seis carbonos) a los vinos.

11. Cómo incide la calificación de calidad de la uva en la economía de la empresa vitivinícola: cómo evitar el síndrome del doble A

Las uvas de mayor calidad generalmente obtienen un mayor precio en el mercado. Los productores intentarán apropiarse de ese mayor precio con el objeto de aumentar sus ingresos. Todos y con justa razón, podrían aspirar a producir uvas con la calidad máxima ("AA") para obtener el precio máximo. Pero, varias de las prácticas recomendadas actualmente para aumentar la calidad, inciden en forma negativa sobre los rendimientos de uva. Esto es válido por ejemplo para el déficit hídrico y el raleo de racimos. La pregunta que surge es: ¿El aumento de calidad y por ende de precio, compensa lo que se pierde por menor producción?

Si analizamos la masa de casos estudiados en el Proyecto INTA-UNCuyo-AACREA, la respuesta rotunda es no. Por ejemplo, si tomamos los viñedos que no fueron sometidos a raleo (100 casos) y les asignamos precios de mercado a las uvas, observamos que no existieron diferencias entre los ingresos brutos por hectárea en las distintas calidades de uva (Figura 74 B). Este análisis se realizó considerando las producciones de uva obtenidas en los viñedos (Figura 74 A) y los precios promedios que se pagaron en Mendoza en 2009, por calidades equiparables de uva ("AA", 3 \$/kg uva; "A", 2 \$/kg uva; "B", 1,5 \$/kg uva). Podríamos decir que, cuando se produce una calidad más alta, el ingreso extra que se obtiene por calidad, se pierde proporcionalmente por menor producción.

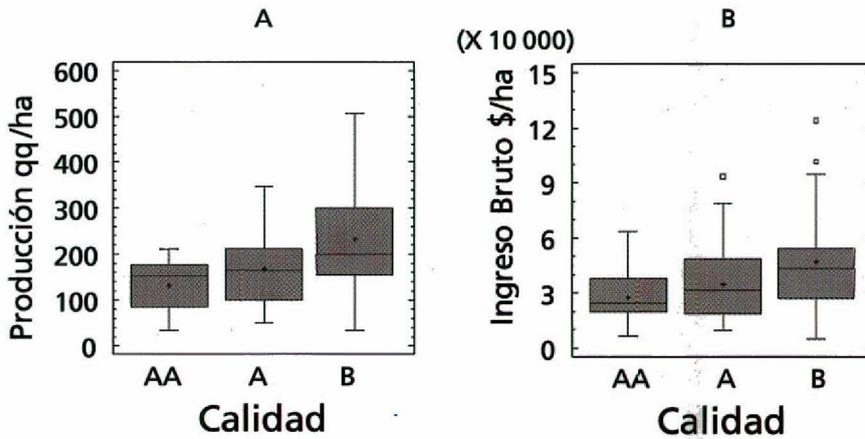


Figura 74: Producciones por hectárea (A) e ingresos brutos (B) de acuerdo a la calidad de uva obtenida, en viñedos no sometidos a raleo de uvas. Los precios asignados fueron 3,0; 2,0 y 1,5 \$/kg uva, por las calidades "AA", "A" y "B", respectivamente.

Esta situación no cambia sustancialmente cuando se realizan tratamientos de raleo de uva o de desbrote de pámpanos con uva, más aún cuando estos tratamientos no siempre mejoran el nivel de calidad. Si se analizan, en términos de ingresos brutos por hectárea, los viñedos donde se efectuaron raleos, descartando entre el 15 y el 50% de la uva (181 casos), tampoco surgen diferencias entre las calidades "AA", "A" y "B". El único efecto registrado fue una pérdida generalizada de los ingresos debida a la disminución de los rendimientos (Figura 75).

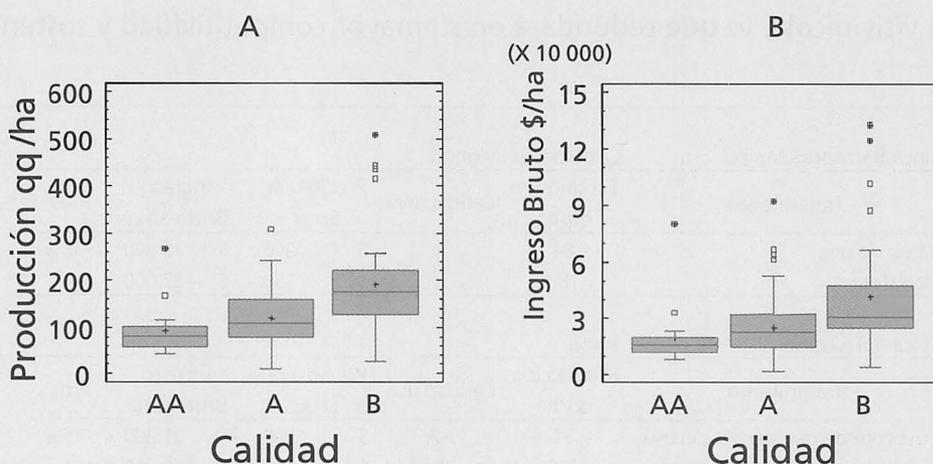


Figura 75: Producciones por hectárea (A) e ingresos brutos (B) de acuerdo a la calidad de uva obtenida, en viñas que fueron sometidas a raleo de uvas con eliminación del 15 al 50 % de los racimos. Los precios asignados fueron 3,0; 2,0 y 1,5 \$/kg uva, por las calidades "AA", "A" y "B", respectivamente.

Estos resultados surgen del análisis global de todas las fincas. Pero, si se analizan en particular aquellas fincas que realmente lograban aumentar sus calidades mediante el raleo de uvas: ¿aumentaban su ingreso bruto al obtener un mayor precio? La respuesta es, casi siempre, no.

En la Figura 76 se presenta el análisis microeconómico de fincas, ubicadas en distintas zonas ecológicas, donde se logró mejorar la calidad mediante raleos y desbroses. El análisis implica, por lo tanto, distintas calidades y niveles productivos, alcanzados en la misma finca. Casi siempre los ingresos brutos disminuyeron al ganar calidad y perder producción. Sólo en un caso (Finca Chilecito), los ingresos brutos aumentaron levemente, cuando se pasó de la calidad "B" a "AA" y significativamente cuando se pasó de "B" a "A". Estas prácticas deben ser usadas en situaciones muy específicas, ya que pueden causar importantes disminuciones del ingreso bruto.

Ahora bien, ante esta situación ¿qué motivaría a un productor a esmerarse en el manejo de su viñedo, para tratar de producir una alta calidad de uvas? Para responder a esto, primero debemos hacer dos salvedades: a) la demanda de calidades altas, es bastante menor que la de calidades bajas (ver el capítulo 4 "La calidad del vino y las gamas de precio"); y b) la productividad de uva es una variable sitio-específica, es decir existen sitios que tienen una mayor aptitud para dar uva "AA" y otros para dar uva "B". En general, los primeros se asocian con plantas pequeñas y bajas producciones; los segundos con plantas grandes y altas producciones.

El productor siempre necesita esmerarse para obtener uvas de alta calidad, sanas, bien asoleadas y bien maduras; pero debe respetar la aptitud vitícola de su sitio y los dictados del mercado. Si la aptitud de su sitio es lograr bajos rendimientos, deberá esmerarse relativamente más por aumentar la calidad; mientras que en caso contrario, deberá esmerarse más por aumentar sus rendimientos.

Estas reflexiones no pretenden ser un análisis económico exhaustivo, ya que las afirmaciones que se han hecho dependen mucho de los precios y las situaciones del mercado de uvas, aspectos ambos que pueden variar a lo largo del tiempo. No obstante, contar con una plataforma metodológica para asignar calidades a las uvas, mediante parámetros puramente objetivos, permite realizar este tipo de análisis otorgando más certezas

al negocio vitivinícola, lo que redundará en su mayor competitividad y sostenibilidad.

Finca Barrancas Maipú		Cabernet Sauvignon				
Tratamiento	Producción qq/ha	Calidad uva	Precio uva \$/qq	Ingreso Bruto \$/ha	Plus	
Raleo de uva	84	A	\$ 200	\$ 16,800	-38%	
Sin ralear	180	B	\$ 150	\$ 27,000		
Finca INTA Luján		Syrah				
Tratamiento	Producción qq/ha	Calidad uva	Precio uva \$/qq	Ingreso Bruto \$/ha	Plus	
Desbrote de pámpanos con uva	71	AA	\$ 300	\$ 21,300	-15%	
Sin desbrotar	126	A	\$ 200	\$ 25,200		
Finca San Juan Tulum		Malbec				
Tratamiento	Producción qq/ha	Calidad uva	Precio uva \$/qq	Ingreso Bruto \$/ha	Plus	
Desbrote de pámpanos con uva	114	A	\$ 200	\$ 22,800	-44%	
Sin desbrotar	272	B	\$ 150	\$ 40,800		
Finca Chilecito		Syrah				
Tratamiento	Producción qq/ha	Calidad uva	Precio uva \$/qq	Ingreso Bruto \$/ha	Plus	
Raleo severo de uva	150	AA	\$ 300	\$ 45,000	2%	
Desbrote somero	260	A	\$ 200	\$ 52,000	18%	
Sin ralear ni desbrotar	294	B	\$ 150	\$ 44,100		

Figura 76: Análisis microeconómico en cuatro fincas, que aumentaron la calidad de sus uvas mediante raleos y desbrotos.

Bibliografía

- Ayestarán B., Guadalupe Z., León D. (2004). Quantification of major grape polysaccharides (Tempranillo v.) released by maceration enzymes during the fermentation process. *Analytica Chimica Acta* 513, p. 29–39.
- Bogs J., Downey M.O., Harvey J.S., Ashton A.R., Tanner G.J., Robinson S.P. (2005). Proanthocyanidin synthesis and expression of genes encoding leucoanthocyanidin reductase and anthocyanidin reductase in developing grape berries and grapevine leaves. *Plant Physiology*, 139, p. 652-663.
- Bondada B.R., Matthews M.A., Shackel K.A. (2005). Functional xylem in the post-veraison grape berry. *Journal of Experimental Botany*, 56 (421), p. 2949-2957.
- Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee R.E. (2002). Teoría y práctica de la elaboración del vino. Acribia, España, ISBN 84-200-0978- 4, p. 15-65.
- Calonnec A., Cartolaro P., Poupot C., Dubourdieu D., Darriet P. (2004). Effects of *Uncinula necator* on the yield and quality of grapes (*Vitis vinifera*) and wine. *Plant Pathology*, 53, p. 434-445.
- Champagnol F. (1984). Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale. Ed. Champagnol, Francia, ISBN 2-95006 14-0-0, p. 102-108.
- Chapman D.M., Matthews M.A., Guinard J.X. (2004). Sensory Attributes of Cabernet Sauvignon Wines Made from Vines with Different Crop Yields. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, p. 325-334.
- Cheynier V., Dueñas-Paton M., Salas E., Maury C., Souquet J.M., Sarni-Manchado P., Fulcrand H. (2006). Structure and Properties of Wine Pigments and Tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57:3, p. 298-305.
- Cucchi N.J.A., Becerra V.C. (2009). Manual de tratamientos fitosanitarios para cultivos de clima templado bajo riego. Vid – Tomo I. Ediciones INTA, ISBN 978-987-1623-14-3, p.49-191.
- Darriet P., Tominaga T., Demole E., Dubordieu D. (1993). Mise en évidence dans le raisin de *Vitis vinifera* (var Sauvignon) d'un précurseur de la mercapto-4-methyl pentan2-one. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Paris, Biologie et Pathologie végétale*, 316, p. 1332-1335.
- Downey M.O., Harvey J.S., Robinson S.P. (2003). Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, p. 15-27.
- Downey M.O., Dokoozlian N.K., Krstic M.P. (2006). Cultural Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57:3, p. 257-268.
- Fenoll J., Manso A., Hellín, P., Ruiz, L., Flores, P. (2009). Changes in the aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening. *Food Chemistry* 114, p. 420–428.
- Frigerio H. (1986). Relación entre la lectura refractométrica y los azúcares reductores. *Boletín del INV* 37, p. 10-18.

- Gao L., Girard B., Mazza G., Reynolds A.G. (1997). Changes in Anthocyanins and Color Characteristics of Pinot Noir Wines during Different Vinification Processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (6), 2003-2008.
- Gawel R. (1998). Red wine astringency: a review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4, p. 74-95.
- Geene A., Heijbroek A., Lagerwerf A., Wazir, R. (1999). *The World Wine Business*. Ed. Rabobank International, Utrecht, p.1-60.
- Greenspan M. (2006). The Relationship Between Yield and Quality. *Wine Business Online*, publicado el 15 de febrero de 2006. Disponible en http://www.nicks.com.au/Index.aspx?link_id=76.1064, consulta marzo de 2010.
- Grez M. (2004). Madurez de cosecha en *Vitis Vinifera L.*, análisis de la evolución de la madurez fenólica de bayas entre las temporadas 2000 y 2003 en una localidad del valle de Colchagua y correlación con el vino respectivo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, p. 1-29.
- Harbertson J.F., Kennedy J. A., Adams D. O. (2002). Tannin in skin and seeds of Cabernet sauvignon, Syrah and Pinot noir berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53 (1), p. 54-59.
- INV (2010). Estadísticas vitivinícolas argentinas on line. Instituto Nacional de Vitivinicultura. Argentina. <http://www.inv.gov.ar>. Consulta marzo de 2010.
- Keller M., Smith J.P., Bondada B.R. (2006). Ripening grape berries remain hydarulically connected to the shoot. *Journal of Experimental Botany*, 57(11), p. 2577-2587.
- Keller M. (2009). *Grapevine anatomy and physiology*. Course Text for WSU Professional Certificate in Viticulture. Washington State University, USA, p. 106-107.
- Kliewer M., Marois J., Bledsoe A., Smith S., Benz M., Silvestroni O. (1988). Relative effectiveness of leaf removal, shoot positioning, and trellising for improving winegrape composition. *Proc. Second Int. Symp. Cool Climate Viticulture an Oenology*, January 1988, Auckland, New Zealand. NZ Society for Viticulture and Oenology, p. 123-126.
- Kliewer W.M., Dokoozlian N.K. (2005). Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56:2, p. 170-181.
- Kong J.M., Chia L.S., Goh N.K., Chia T.F., Brouillard R. (2003). Analysis and biological activity of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64 (5), p. 923-933.
- Lucero H., Lucero C.C. (2000). *La Peronóspora de la Vid*. Ediciones académicas Facultad de Ciencias Agrarias. Serie Enfermedades de los cultivos de Mendoza. Mendoza, Argentina, p. 1-26.
- Martinez de Toda F. (1991). *Biología de la vid*. Fundamentos biológicos de la viticultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. ISBN 84-7114-313-5, p. 145-162.
- Mori K., Goto-Yamamoto N., Kitayama N., Hashizume K. (2007). Loss of anthocyanins in red wine grape under high temperatura. *Journal of Experimental Botany*, 58 (8), p. 1935-1945.

- Mpelasoka B.S., Schachtman D.P., Treeby M.T., Thomas M.R. (2003). A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9, p. 154-168.
- Nazrala J.B., Paladino S., Vila H., Lucero C. (2009). *Manual de Técnicas Analíticas para Mostos y Vinos*. Ediciones INTA, Mendoza, Argentina, ISBN 978-987-1623-41-9 , p. 5-61.
- Ojeda H., 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, p. 261-267.
- PEVI 2020 (2009). Plan Estratégico de la Vitivinicultura Argentina 2020. <http://www.vitiviniculturaargentina2020.com.ar>. Consulta mayo de 2009.
- Price S.F., Breen P.J., Valladao M., Watson B.T. (1995). Cluster Sun Exposure and Quercetin in Pinot noir Grapes and Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46:2:187-194.
- Rankine B.C. (1997). *Manual Práctico de Enología*. Editorial Acribia, Zaragoza, España, ISBN 84-200-0893-1, p. 96.
- Ruiz A.M., Vila H. (2003). Structural changes and strategies of the Argentinean wine chain actors. En: *Wine in the old world*. Edited by Gatti S., Giraud-Héraud E., Mili S., FrancoAngelli, Milano, Italia, p. 215-228.
- Ryona I., Pane B.S., Intrigliolo D.S., Lakso A.N., Sacks G.L. (2008). Effects of cluster light exposure on 3-isobutyl-2-methoxypyrazine accumulation and degradation patterns in red wine grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet franc). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), p. 10838-10846.
- Saito K., Loewus F.A. (1989). Formation of Tartaric Acid in Vitaceous Plants: Relative Contributions of L-Ascorbic Acid-inclusive and -noninclusive Pathways, *Plant and Cell Physiology*, Vol. 30, No. 6, p. 905-910.
- Shaulis N., Amberg H., Crowe D. (1966). Response of Concord grapes to light, exposure and Genera Double Curtain training. *Proceedings of the American Society of Horticulture Science* 89, p. 268-280.
- Smart R.E. (1985). Principles of Grapevine Canopy Microclimate Manipulation with Implications for Yield and Quality. A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36:3, p. 230-239.
- Tandonnet J-P, Samie B., Ollat N. (1996). Etude des interactions entre trois systèmes de conduite et le mode d'entretien du sol. *CR GESCO n°9*, p. 61-68.
- Tonietto, J. y Carbonneau, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology* 124, p. 81-97.
- Tominaga T., Baltenweck-Guyot R., Peyrot Des Gachons C., Dubourdieu D. (2000). Contribution of Volatile Thiols to the Aromas of White Wines Made From Several *Vitis vinifera* Grape Varieties. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51:2, p.178-181.
- Vila H., Paladino S., Nazrala J., Galiotti H. (2009a). Desarrollo de estándares de calidad

para uvas Malbec y Syrah. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, XLI (2), p. 139-152.

Vila H., Paladino S., Nazrala J., Lucero C. (2009b). Manual de Técnicas Analíticas para Uvas. Ediciones INTA, Mendoza, Argentina, ISBN 978-987-1623-42-6 , p. 6-83.

Wolpert J.A., Vilas E.P.; (1992). Estimating vineyard yields: Introduction to a simple, two step method. American Journal of Enology and Viticulture, 43 (4), p. 384-388.

Anexo: Tabla de números aleatorios.

2	6	2	1	7	6	5	4	0	9	6	1	2	4	1	0	1	9	0	6	8
2	8	5	1	8	6	1	0	8	1	7	6	6	4	2	5	1	8	4	6	5
4	4	3	7	4	9	6	9	0	4	8	5	1	6	2	2	7	2	1	2	4
0	1	0	7	8	7	1	9	0	5	3	5	7	0	9	4	2	7	3	6	4
3	7	2	7	1	6	5	1	5	0	1	1	5	0	2	1	0	1	6	5	2
5	8	8	7	0	6	6	8	5	8	9	7	3	0	1	6	7	3	5	0	6
9	4	0	2	0	4	2	7	7	4	2	1	5	0	8	9	2	9	4	2	5
3	2	2	9	9	0	4	5	5	8	3	6	5	1	9	2	6	3	5	2	8
2	8	0	6	9	3	2	8	0	7	8	0	7	4	3	2	3	0	3	8	3
4	0	5	9	9	8	4	1	5	1	9	6	1	3	5	2	9	1	4	8	8
1	1	2	3	7	8	2	3	3	8	9	6	1	2	2	2	8	1	5	8	3
2	9	4	9	7	8	3	4	6	4	0	9	2	0	0	9	6	7	1	2	5
9	3	1	9	6	6	8	0	4	0	7	9	1	7	5	3	1	7	5	5	2
8	9	4	6	9	7	3	7	6	2	6	1	7	3	1	7	1	8	0	5	3
2	6	7	5	5	3	5	4	8	1	1	1	1	6	3	3	2	7	8	7	9
8	7	4	2	3	4	1	6	2	2	3	0	3	4	2	2	8	3	3	1	2
9	9	8	3	0	5	2	5	0	1	2	1	1	4	2	5	8	2	9	0	4
2	7	5	0	6	9	5	2	1	9	4	9	4	5	5	4	8	4	2	6	2
2	0	8	0	1	6	7	7	5	6	0	7	5	9	8	5	8	8	6	5	6
0	5	4	9	1	9	6	3	3	5	9	5	0	6	6	1	7	3	0	4	0
3	0	1	9	5	9	8	3	3	9	3	6	2	6	5	6	4	4	1	1	9
0	7	4	9	2	8	8	0	1	1	7	3	2	4	6	6	5	0	3	5	1
5	0	3	3	5	9	4	2	7	7	3	5	1	2	4	9	3	0	8	5	7
4	8	8	9	4	3	0	2	1	6	0	0	3	1	5	7	2	6	6	1	5
3	7	4	4	4	3	0	7	4	1	0	0	6	7	4	4	1	9	5	1	0
8	6	5	7	9	7	9	1	8	8	2	8	5	8	6	9	8	6	2	2	0
8	9	9	8	3	3	8	7	7	7	8	8	4	8	7	1	3	4	9	3	2
9	7	6	6	0	8	8	2	9	3	6	6	9	5	6	2	5	1	8	3	2
3	3	3	0	2	8	8	6	3	5	6	5	2	0	2	8	3	5	8	4	0
2	2	8	7	6	9	7	9	9	7	7	6	3	3	1	0	7	7	1	3	7
2	9	6	6	7	3	0	3	5	7	5	6	2	1	9	1	5	7	0	2	1
4	2	2	6	3	0	3	7	2	7	4	1	2	0	6	9	1	9	9	2	4
6	5	8	1	8	8	9	5	7	8	9	8	5	3	9	4	7	7	8	2	8
3	0	1	9	8	8	3	8	3	0	2	1	8	3	1	7	5	3	7	5	5
1	0	8	9	2	1	7	8	5	2	9	5	7	4	6	9	9	6	7	5	3
0	9	6	7	7	1	9	4	9	3	0	3	3	4	5	6	0	9	8	1	3
0	2	5	1	1	9	8	0	6	4	6	6	8	7	2	4	0	0	2	6	8
5	3	1	1	8	7	4	2	5	2	7	2	2	8	0	7	7	2	1	3	9
2	4	4	4	6	8	4	0	9	2	9	2	4	2	1	5	7	9	7	3	8
4	7	6	4	2	3	1	5	5	6	5	9	8	6	0	4	1	0	9	9	8
7	8	2	7	9	0	8	5	5	2	7	6	8	1	6	6	1	9	8	2	1
7	0	0	1	3	0	1	8	1	6	7	6	5	0	3	6	2	6	9	9	2
2	5	8	2	4	9	2	8	1	5	1	9	3	6	5	3	5	7	6	6	7
8	1	8	7	7	2	8	4	3	3	5	5	9	5	7	6	7	5	4	0	5
5	3	0	6	9	3	9	8	8	2	9	8	1	4	5	6	6	5	6	4	7
8	6	2	7	7	1	4	6	6	4	3	4	7	4	3	3	3	3	9	3	3

Anexo: Tabla de números aleatorios (Continuación)

1	6	6	9	3	5	1	0	0	3	9	2	9	0	6	0	8	8	3	8	0
5	8	5	1	6	6	6	8	9	9	0	5	1	7	1	1	6	8	7	9	6
7	6	1	1	8	3	2	0	2	8	5	3	5	7	7	0	0	6	4	4	3
6	6	9	9	7	6	4	5	6	8	4	8	6	5	4	5	1	9	9	3	3
0	4	0	9	8	0	2	5	2	2	5	1	4	0	6	0	7	2	8	1	2
6	0	5	5	3	8	0	5	9	6	5	9	2	6	8	6	7	1	1	8	2
6	3	6	3	6	5	3	5	4	4	7	4	2	8	3	3	6	5	7	7	6
2	2	3	0	3	3	6	7	9	7	2	5	4	8	2	9	3	0	5	8	9
4	3	8	8	6	3	7	8	6	0	0	1	5	7	9	2	4	9	1	5	1
5	2	7	4	5	0	1	2	9	5	6	0	5	7	2	7	8	9	7	3	7
3	0	7	0	6	4	5	7	8	5	0	6	4	1	1	4	7	5	9	1	7
4	7	9	2	7	4	4	7	5	4	3	8	6	9	2	7	8	6	2	1	1
6	6	0	1	2	6	7	2	9	6	8	3	2	2	4	3	5	8	8	6	8
7	8	4	7	9	4	3	0	6	1	6	1	2	1	0	7	3	0	5	5	7
7	9	2	0	3	1	8	6	2	1	8	2	1	9	4	0	8	0	1	1	9
6	9	2	0	2	3	5	0	2	9	3	7	2	9	1	9	4	2	3	2	6
3	1	8	5	1	5	9	1	7	4	7	3	7	5	2	2	6	8	9	9	2
4	1	6	3	9	2	1	5	7	4	2	9	4	1	9	9	3	8	5	9	3
3	3	9	3	3	5	7	8	4	5	5	8	4	4	2	6	7	4	1	2	2
9	1	2	6	7	5	3	9	5	8	9	2	3	9	2	4	4	0	2	8	0
4	9	6	2	6	7	4	0	2	4	8	0	1	9	0	5	5	5	1	1	4
9	3	0	6	2	4	3	0	3	5	2	0	8	6	0	1	0	6	8	2	9
6	8	1	4	2	0	9	5	7	0	9	6	4	3	3	6	3	4	0	3	6
7	5	4	6	5	3	4	4	9	1	1	3	0	1	1	6	2	5	2	3	3
3	3	0	5	4	0	5	4	3	1	9	6	3	9	1	8	9	2	8	1	7
1	5	3	6	7	5	4	3	5	0	4	7	1	8	4	8	1	4	6	0	4
0	2	7	5	8	4	9	2	6	0	7	9	9	6	7	8	9	1	2	6	6
5	1	6	4	8	8	2	6	0	4	1	8	2	9	8	2	8	9	3	0	3
2	0	7	2	4	8	3	6	0	0	0	3	4	3	3	8	4	8	1	6	3
4	7	9	6	7	2	5	0	7	4	9	6	5	1	6	1	1	0	0	0	8
4	0	5	6	6	7	2	5	0	5	2	4	9	1	0	4	2	0	0	7	0
9	9	4	4	1	9	8	1	2	6	5	5	0	2	9	3	9	9	3	2	6
1	6	8	0	4	2	1	0	3	7	5	1	0	9	1	2	8	7	9	5	3
0	1	2	9	2	9	7	9	8	6	6	9	4	5	1	9	7	0	4	5	4
6	8	1	5	0	9	5	3	3	8	9	8	5	0	0	0	6	8	4	2	9
9	3	9	4	5	5	9	4	5	4	4	9	8	2	0	4	4	2	3	3	7
7	9	9	0	8	0	0	3	2	6	8	8	5	2	5	7	5	4	9	9	4
5	9	1	0	9	0	4	9	3	2	8	1	0	4	2	0	6	8	3	4	3
1	9	2	9	1	9	1	7	5	5	9	0	6	3	6	4	9	0	0	4	0
7	1	3	5	6	8	7	3	4	9	3	0	8	5	7	4	4	5	7	9	4
7	6	0	7	5	1	8	6	4	4	4	9	4	9	2	8	0	2	3	3	2
9	1	1	0	1	1	3	3	3	4	3	9	9	8	6	7	1	4	7	2	5
3	1	9	6	9	1	0	4	6	7	2	0	8	9	6	8	7	3	8	2	0
0	5	4	5	9	3	7	6	9	2	7	7	2	3	6	0	8	9	2	5	6
8	3	3	9	5	8	2	3	4	5	1	8	9	2	1	7	6	5	6	6	5
7	5	6	9	2	4	4	5	5	2	4	4	7	4	5	8	6	4	7	9	0

Anexo: Tabla de números aleatorios (Continuación)

4	7	1	0	4	3	9	2	1	8	5	6	0	3	9	6	1	6	9	1	3
7	6	9	8	2	7	0	2	3	1	3	7	6	8	3	1	5	4	7	9	8
5	3	3	5	2	7	0	3	3	8	3	1	8	3	7	1	1	1	2	7	2
6	8	6	4	1	1	8	3	5	5	9	1	0	5	4	7	4	2	4	8	6
6	1	6	6	1	7	8	6	9	1	8	5	7	3	6	9	0	8	9	0	6
9	8	0	6	2	6	3	4	5	1	8	3	4	3	7	8	5	6	6	0	5
4	7	0	7	1	1	9	7	8	0	5	1	7	5	9	7	0	2	9	2	1
1	3	4	0	4	6	8	4	2	4	9	5	4	4	5	8	4	6	4	6	1
1	4	3	6	7	8	1	9	4	9	7	9	3	7	6	4	7	8	8	9	1
9	3	7	0	7	4	0	5	3	8	6	8	6	9	8	1	4	8	7	2	1
1	5	9	4	4	1	2	8	7	3	4	6	4	6	1	3	9	0	7	3	2
8	0	0	7	0	1	9	5	4	6	5	7	5	4	6	1	8	2	7	5	8
1	6	1	4	1	7	4	5	2	5	1	2	6	7	0	4	8	2	9	7	5
6	2	8	7	5	7	1	0	0	5	3	6	2	2	4	6	3	8	3	0	2
4	3	2	5	8	7	1	0	2	8	4	1	1	3	1	3	1	3	4	9	4
5	7	9	3	9	3	1	6	0	1	8	4	7	5	1	2	3	0	2	5	7
2	0	4	3	6	7	9	7	2	1	9	0	4	0	5	4	4	6	6	0	8
6	1	1	8	5	6	7	8	9	6	5	6	9	6	5	9	1	4	0	1	6
2	3	8	4	2	8	9	8	1	8	8	9	1	9	1	3	9	6	2	0	9
3	6	1	1	6	7	0	5	2	6	0	7	2	4	3	7	4	3	3	9	1
4	9	0	4	9	6	0	9	9	0	1	7	3	3	1	4	2	8	9	7	5
0	4	0	2	3	5	2	9	6	0	1	1	2	1	9	0	8	4	1	2	5
6	9	9	4	5	6	4	1	5	9	5	7	7	7	8	4	2	0	2	7	3
9	6	4	2	4	5	3	7	5	6	2	3	5	6	3	1	5	0	0	8	8
6	0	8	6	3	8	1	4	8	1	3	9	9	5	9	1	7	0	5	0	3
3	5	6	3	7	7	7	5	6	2	8	2	6	7	7	5	4	1	6	3	6
8	6	3	1	5	1	4	4	5	7	9	6	0	8	4	8	5	3	7	8	1
3	6	6	8	5	7	1	6	0	8	4	0	2	5	3	4	6	3	9	1	3
8	5	8	3	5	8	3	3	7	6	1	0	8	8	1	0	3	7	5	2	5
7	4	1	3	8	0	5	5	6	1	0	0	7	1	1	0	3	4	2	1	4
1	4	6	8	7	2	7	4	2	2	7	7	4	6	3	5	2	8	3	9	6
3	3	7	9	0	0	0	1	1	9	3	9	2	6	2	9	4	8	0	4	2
5	8	8	3	4	6	0	9	7	9	1	1	7	3	1	4	5	4	4	6	1
7	5	4	5	1	5	1	7	4	1	3	6	3	3	1	6	7	6	9	9	3
6	4	0	8	5	4	7	0	1	5	0	4	9	4	6	6	5	6	5	5	3
9	1	9	5	1	1	9	4	4	0	6	2	1	8	0	4	3	1	3	4	6
0	5	3	9	8	7	1	6	3	4	0	0	1	7	5	1	2	3	1	0	1
6	5	8	1	7	1	0	0	3	6	5	5	6	5	2	5	8	3	0	6	6
7	1	8	4	0	1	9	5	0	0	3	3	6	7	7	3	8	4	5	5	8
3	6	5	3	9	3	1	6	9	6	3	6	4	8	5	1	6	5	1	3	6
4	0	8	2	0	1	2	4	9	4	3	6	0	6	7	7	5	7	2	2	3
6	3	8	9	2	2	8	1	8	7	0	8	6	0	1	7	8	1	7	4	2
7	7	9	5	6	7	5	2	1	7	7	0	4	5	1	8	4	1	1	9	4
9	6	5	6	6	3	7	6	8	8	4	2	5	5	2	4	9	6	4	3	0
4	6	6	5	7	9	2	0	7	3	9	3	6	6	9	4	9	9	7	1	4
5	5	8	9	1	4	1	6	7	7	9	7	4	0	3	7	5	4	2	3	8

Anexo: Tabla de números aleatorios (Continuación)

0	0	3	5	3	0	2	7	9	4	1	5	0	3	2	1	7	3	4	9	9
2	4	2	4	9	3	0	7	7	4	3	1	5	1	8	6	6	3	3	9	4
3	7	1	1	6	0	0	6	2	7	2	5	1	0	2	5	6	6	0	4	7
0	2	8	8	9	9	8	7	5	3	4	9	1	8	3	1	8	0	0	3	9
2	6	6	0	0	7	5	2	3	3	1	3	2	8	6	6	8	9	2	7	0
4	9	2	7	8	6	2	6	9	6	6	2	0	0	7	9	4	8	6	1	3
6	8	3	0	1	0	8	0	9	5	7	9	7	5	4	3	5	9	6	7	9
8	6	3	6	5	2	2	9	0	4	0	3	1	0	7	7	2	7	5	6	4
7	0	8	0	0	7	8	2	1	0	0	2	8	1	8	2	9	8	0	9	9
5	3	9	7	2	9	5	0	5	9	3	6	5	9	7	7	6	2	7	0	0
6	1	5	4	1	4	4	8	1	0	5	2	6	9	8	6	1	3	4	4	4
4	9	0	1	6	8	3	6	9	0	7	4	1	4	2	0	2	9	7	5	8
5	3	0	9	2	3	4	0	3	4	7	4	2	5	1	1	4	0	1	1	4
6	3	9	4	4	7	6	0	1	4	6	7	3	9	7	0	5	3	6	5	0
7	1	7	7	4	6	9	2	1	1	6	4	0	7	0	2	4	1	3	4	4
9	6	4	2	5	5	3	9	6	8	2	1	1	5	1	4	5	6	3	8	1
8	3	6	4	1	6	5	5	9	3	8	7	7	7	2	8	4	4	1	0	7
1	3	1	1	0	0	5	3	5	9	2	4	8	8	5	4	9	6	4	1	9
0	5	0	8	9	6	4	8	1	7	2	0	4	3	4	3	1	5	1	0	0
0	4	0	1	1	4	0	0	3	3	0	8	3	7	9	7	6	8	8	7	4
5	5	0	1	4	8	5	5	7	4	3	0	5	7	3	7	0	5	5	9	3
4	8	1	8	1	1	2	4	6	5	2	0	0	0	3	2	7	7	6	1	2
0	1	7	0	4	8	9	3	6	9	3	5	6	4	7	3	2	9	9	0	3
7	3	8	9	8	1	0	0	2	0	7	6	2	2	1	6	2	2	1	6	2
3	3	3	3	9	2	9	0	5	2	2	5	8	2	2	1	4	1	4	2	9
2	8	1	6	4	5	4	7	9	3	3	3	6	9	6	5	2	2	4	1	2
4	6	6	3	3	5	7	3	7	5	3	9	6	3	1	4	4	6	0	1	8
2	3	2	3	0	2	7	3	2	5	0	4	3	0	7	1	8	6	5	1	4
1	3	7	4	4	2	7	4	4	7	8	7	1	1	2	8	0	0	5	2	8
4	3	9	5	1	3	4	0	3	6	2	6	6	1	4	4	4	1	6	7	6
8	6	7	6	1	7	8	9	1	9	7	1	4	4	0	1	2	7	5	7	0
4	9	4	9	2	4	3	1	7	7	6	5	3	0	6	2	4	8	1	1	0
8	0	2	4	6	1	9	9	2	9	6	1	8	3	0	3	2	7	9	6	2
2	2	3	3	5	5	9	5	0	2	9	6	9	4	5	1	9	2	2	5	6
1	3	2	6	7	7	4	7	7	6	8	9	0	9	2	4	5	5	6	7	7
4	8	3	8	6	4	5	2	6	8	5	3	5	4	1	2	0	1	9	0	7
1	0	3	8	0	2	4	9	4	4	6	9	0	1	3	8	0	8	7	7	0
5	1	2	6	5	6	9	0	9	4	6	6	2	9	8	2	8	1	7	4	2
3	9	1	7	6	0	3	9	1	8	3	8	7	9	5	1	3	5	7	5	7
7	3	7	2	1	6	6	4	0	8	7	7	0	2	9	0	6	8	2	4	0
8	1	8	3	1	8	7	2	9	5	7	3	9	6	4	3	1	1	3	1	3
2	3	6	8	6	3	8	9	3	6	2	1	2	2	7	6	2	5	2	7	5
4	9	2	7	0	7	8	6	1	6	3	0	0	6	6	6	6	3	9	2	2
9	5	6	8	0	9	5	5	1	3	0	0	5	1	1	2	2	2	3	0	2
9	0	4	0	0	6	3	6	6	3	1	8	5	6	6	8	1	2	5	2	7



Se terminó de imprimir
el 25 de julio de 2010,
en los Talleres Gráficos de
Inca Editorial Cooperativa de Trabajo Ltda.
José Federico Moreno 2164/2188
(5500AXF) Mendoza - República Argentina.
Telefax 0261 4259161- 4290409
e-mail: incasterio@incaeditorial.com
www.incaeditorial.com

Este manual ha sido elaborado como una herramienta de apoyo al trabajo de los técnicos agrónomos y enólogos responsables directos de la calidad de la uva para vinificar. El manual sitúa en un plano objetivo la calidad de la uva y el vino, identificando los factores agronómicos que inciden sobre esa calidad. Se analiza la influencia del rendimiento en uva del viñedo y de su equilibrio sobre la calidad. Además se explica, detalladamente, un método para evaluar la uva y estimar la potencialidad enológica del viñedo. También se tratan otros aspectos que hacen a la calidad, como la madurez óptima de la uva, su estado sanitario y los cuidados que hay que tener durante la cosecha. El manual está dirigido a profesionales y técnicos agrónomos y enólogos.

La redacción del manual surge como resultado del trabajo de investigación que realizó la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza INTA, junto a las Cátedras de Enología I y II, de la Facultad de Ciencia Agrarias de la UNCuyo y los productores vitícolas de Asociación Argentina de Consorcios de Experimentación Agrícola (AACREA), con el objeto de establecer parámetros objetivos de calidad de uva y determinar la incidencia de los factores agronómicos sobre la calidad. Los parámetros de calidad, traducidos en estándares, aportarán una mayor previsibilidad y transparencia a las relaciones que se establecen en la cadena de valor vitivinícola. Para esto, los autores han sintetizado en forma didáctica los resultados obtenidos en la investigación y los métodos para evaluar la calidad de las uvas.

La redacción de este Manual de Calidad de Uva se inscribe en el proyecto "Desarrollo de Sistemas de Manejo del Viñedo para Optimizar la Calidad y Producción de Uvas de Vinificar y Creación de Estándares de Calidad de Uva" que fue llevada adelante por las instituciones indicadas con el financiamiento de la Corporación Vitivinícola Argentina (COVIAR). Además, es el tercer libro de una trilogía que se integra con el "Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva" y el "Manual de técnicas analíticas para mostos y vinos", de los mismos autores y que han sido publicados por ediciones INTA.

978-987-1623-78-5

ISBN 978-987-1623-78-5



9 789871 623785



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Centro Regional Mendoza - San Juan
<http://www.inta.gov.ar/region/mesa/index.htm>