

# **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL POLIFENÓLICO DE UVAS BONARDA DE MENDOZA.**

**TOMAS, Mariana del Carmen.**

**Tesis de Grado: Licenciatura en Bromatología.**

**Cátedra de Química General e Inorgánica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo.**

**Departamento de Biomatemática y Físico-Química.**

**Mendoza, 2016.**

# **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL POLIFENÓLICO DE UVAS BONARDA DE MENDOZA.**

**Autora:** TOMAS, Mariana del Carmen, [mariantomas\\_05@hotmail.com](mailto:mariantomas_05@hotmail.com)

**Tesis de Grado:** Licenciatura en Bromatología.

**Director:** Lic. Brom. Liliana ALBORNOZ.

**Codirector:** Dra. Laura MERCADO.

**Comité Evaluador:** Ing. Agr. José RODRIGUEZ

**Dra. Roxana GONZALEZ**

**Lic. Brom. A. Marcela BERNARDI**

**Cátedra de Química General e Inorgánica. Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo.**

**Departamento de Biomatemática y Físico-Química.**

**Mendoza, 2016.**

## RESUMEN.

La vid es uno de los cultivos frutícolas más importantes del mundo y en conjunto con la industria del vino, constituye la actividad socio-económica más relevante para la región Cuyo. Argentina es el principal productor vitícola de Latinoamérica y el quinto a nivel mundial. La provincia de Mendoza cuenta con el 71% del total de la superficie cultivada con vid y en relación con las variedades tintas para vinificar, la variedad Bonarda Argentina se encuentra en segundo lugar, y en términos de superficie implantada, representa el 84% del total nacional. Argentina es prácticamente el único país capaz de producir Bonarda en escala, por lo que es un varietal sin competencia de otros países, lo que permite diferenciarse en los mercados. En la uva, el potencial polifenólico es un parámetro de calidad que permite una valoración enológica, por su incidencia en las propiedades químicas y en las características sensoriales de los vinos, en relación a su concentración en las bayas. El conocimiento de la composición polifenólica de la uva es esencial, particularmente para la elaboración de vinos tintos, ya que permite definir el tipo de vino a elaborar y optimizar la gestión de las vinificaciones. Teniendo en cuenta el rol mencionado de los polifenoles y antocianos y, dada la falta de información en nuestra región, particularmente de esta variedad, se plantea la necesidad de conocer las características de estas uvas en su etapa de maduración, incluyendo la evaluación de su potencial polifenólico, contribuyendo de esta manera a la valoración del segundo varietal tinto implantado en Mendoza. En este trabajo se evaluaron uvas de la variedad Bonarda Argentina en distintos momentos de su maduración, durante dos años consecutivos (2012 y 2013), en viñedos ubicados en regiones vitícolas diferentes de Mendoza (Argentina), con el fin de evaluar el potencial polifenólico de las mismas y contribuir con esta información a la valoración de esta variedad para la obtención de vinos de calidad. Considerando de importancia capital el estado de maduración de las uvas se realizó el seguimiento de la evolución de la composición fenólica, a través del método propuesto por Glories y Augustin (1993). Adicionalmente se evaluaron parámetros físico-químicos clásicos para determinar madurez industrial y calidad. El estudio interanual de uvas Bonarda de Rivadavia y Lujan de Cuyo, mostró algunas diferencias en los parámetros fenólicos determinados. Si bien no hubo una tendencia clara de un año a otro, en general las uvas de Luján mostraron mayor Índice de Polifenoles Totales, presentando además una extracción y difusión de Antocianos mayor. También se obtuvieron diferencias en los parámetros físico-químicos entre ambas zonas. Destacaron valores de pH más elevados en Rivadavia, lo cual se corresponde con los menores valores hallados de acidez total y a su vez este comportamiento se relaciona con la menor concentración del contenido azucarino observada en la misma zona. No se dio una evolución coincidente entre el Índice de Extractabilidad de Antocianos y el incremento de la madurez. A partir de estas observaciones quedó en evidencia la influencia de la región de procedencia sobre las características polifenólicas de uvas y consecuentemente de los vinos. Así mismo, los índices de madurez polifenólica estudiados presentaron una variabilidad muy elevada, lo que significa que no se puede definir a partir de su aplicación un momento de cosecha que se ajuste a todas las regiones y a todas las temporadas. Éste índice no permitiría caracterizar las variedades en diferentes regiones dada la importante variabilidad observada en dos temporadas sucesivas. Los resultados de este estudio permiten completar la información disponible acerca del comportamiento de uvas Bonarda en diferentes zonas de Mendoza y permiten proponer un protocolo completo de evaluación y monitoreo del proceso de maduración de estas uvas.

Palabras claves:

Bonarda, Uva, Regiones, Polifenoles, Antocianos, Índice de Extractabilidad.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Deseo extender mi agradecimiento más sincero a mis Directoras de tesis la Licenciada en Bromatología Liliana ALBORNOZ, y la Doctora Laura MERCADO, por su guía, dedicación y apoyo durante mi trabajo. A toda la cátedra de Química General e Inorgánica por el buen trato. A mi familia, amigos y novio por tanto amor y por animarme a seguir adelante.

## ÍNDICE GENERAL.

I-	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	1
1.	Introducción. ....	2
2.	El fruto: La Materia Prima. ....	2
3.	Composición general de la piel de la uva y de sus paredes celulares. ....	3
4.	Envero y maduración. ....	4
5.	Calidad de la uva. ....	5
6.	Descripción de la variedad Bonarda. ....	6
7.	Compuestos fenólicos de la uva. ....	6
7.1.	Antocianos. ....	7
7.2.	Taninos. ....	8
8.	Efectos positivos de los fenoles en la salud humana. ....	10
9.	Extracción de los compuestos fenólicos y estabilidad del color del vino. ....	11
10.	Potencial fenólico de la uva. ....	12
11.	Índices de estimación del potencial polifenólico. ....	13
12.	La vitivinicultura en Mendoza. ....	15
13.	Importancia económica de la variedad Bonarda para Mendoza. ....	16
14.	Bonarda: "insignia de la vitivinicultura Argentina". ....	18
II-	ENSAYO: Evaluación del Potencial Polifenólico de Uvas Bonarda de Mendoza. ....	19
1.	Introducción. ....	20
2.	Hipótesis. ....	20
3.	Objetivos. ....	20
3.1.	Objetivo general. ....	20
3.2.	Objetivos particulares. ....	20
4.	Materiales y Métodos. ....	20
4.1.	Área de estudio. ....	21
A.	Luján de Cuyo. ....	21
B.	Rivadavia. ....	21

4.2.	Toma de muestras. ....	22
A.	Diseño de muestreo. ....	22
B.	Esquema general del proceso analítico de las muestras. ....	22
4.3.	Evaluación de la calidad global - Parámetros físico-químicos. ....	23
A.	Peso de 50 bayas. ....	24
B.	Relación hollejo/pulpa (H/P) y semillas/ pulpa (S/P). ....	24
C.	Acidez total. ....	25
D.	Sólidos solubles. ....	25
E.	pH. ....	26
4.4.	Evaluación de la calidad polifenólica. ....	26
A.	Índice de Polifenoles Totales. ....	26
B.	Estimación del potencial de Antocianos. ....	27
4.5.	Análisis estadístico. ....	28
5.	Resultados y Discusión. ....	30
5.1.	Evaluación de la calidad Global - Parámetros Físico-químicos. ....	30
A.	Peso de 50 bayas (g). ....	30
B.	Relación hollejo/pulpa (H/P) y semillas/ pulpa (S/P). ....	31
C.	Acidez total. ....	32
D.	Sólidos solubles. ....	33
E.	pH. ....	34
5.2.	Evaluación de la calidad Polifenólica. ....	35
5.2.1.	Lujan de Cuyo/ Rivadavia - 2012. ....	35
A.	Potencial de Antocianos Totales. ....	35
B.	Potencial de Antocianos Extraíbles. ....	36
C.	Extractabilidad de Antocianos (%EA). ....	37
D.	Índice de Polifenoles Totales. ....	38
5.2.2.	Lujan de Cuyo/ Rivadavia - 2013. ....	39

A.	Potencial de Antocianos Totales. ....	39
B.	Potencial de Antocianos Extraíbles. ....	40
C.	Extractabilidad de Antocianos (%EA) .....	41
D.	Índice de Polifenoles Totales (IPT).....	42
6.	Evolución comparativa durante la maduración de Índices de Calidad Polifenólica en Uvas Bonarda en dos zonas .....	43
7.	Conclusiones. ....	44
8.	Anexos. ....	45
	Anexo 1: “Tecnica del Metodo Glories” .....	45
	Anexo 2: Tablas.....	47
9.	Bibliografía.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Métodos de análisis del potencial polifenólico de la uva (extraído de González Neves, <i>et al.</i> , 2011).....	14
Tabla 2: Producción de uvas de alta calidad en el país destinadas a elaborar. Quintales métricos (INV 2013b).....	17
Tabla 3: Principales destinos de las exportaciones de Bonarda en litros y en valor de los envíos. Año 2012.....	18
Tabla 4: Datos climáticos (temperatura y humedad relativa) de Rivadavia y Luján de Cuyo. Promedio de los dos años de muestreo (2012/2013).....	22
Tabla 5: Correcciones necesarias de porcentaje de sólidos solubles (% SS), cuando no se realiza a la temperatura de 20°C (para refractómetro no autocompensado). ....	25
Tabla 6: Valores promedios y desviaciones estándares, de los parámetros físico-químicos, de las dos zonas de estudio (Rivadavia y Luján de Cuyo) en las fechas de muestreo 2012. ....	47
Tabla 7: Valores promedios y desviaciones estándares, de los parámetros físico-químicos, de las dos zonas de estudio (Rivadavia y Luján de Cuyo) en las fechas de muestreo 2013. ....	48
Tabla 8: Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1) en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. ....	48
Tabla 9: Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2) en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. ....	49
Tabla 10: Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA) en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. ....	49
Tabla 11: Evolución del Índice de Polifenoles Totales en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. ....	49
Tabla 12: Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1) en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. ....	50
Tabla 13: Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2) en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.....	50

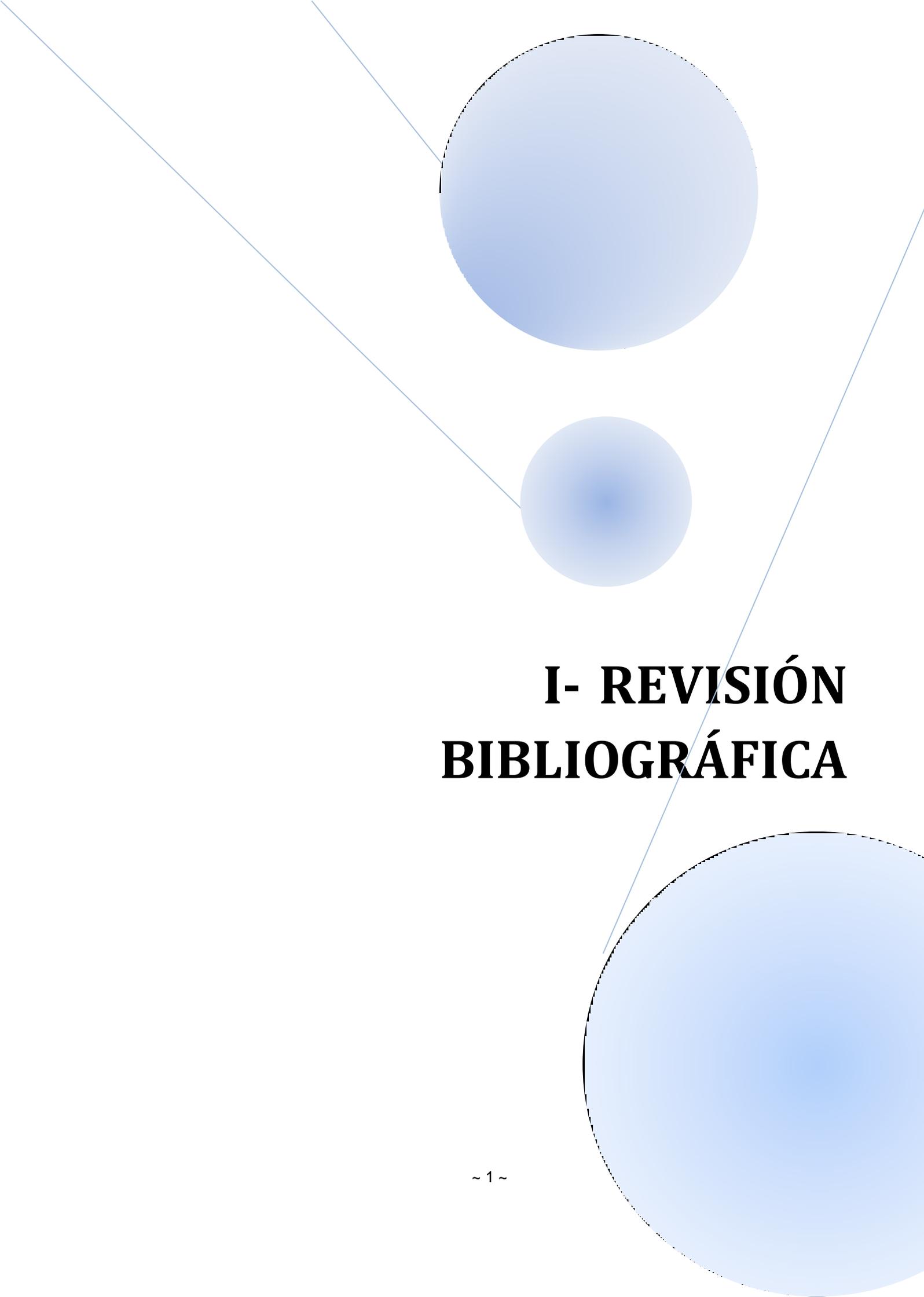
Tabla 14: Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA) en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. .... 50

Tabla 15: Evolución del Índice de Polifenoles Totales en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo. .... 51

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Esquema representativo de la estructura de la baya.....	3
Figura 2: Diferentes capas de la piel de la uva (Pinelo, 2006).....	4
Figura 3: Racimo de la variedad Bonarda.....	6
Figura 4: Principales fenoles de la uva (Vila, 2002).....	7
Figura 5: Estructura de los principales Antocianos encontrados en <i>Vitis vinífera</i> (Romero Cascales, 2008).....	8
Figura 6: Estructura de los flavan-3-oles, unidades básicas de las procianidinas (Romero Cascales, 2008).....	8
Figura 7: Estructura general de los taninos (Romero Cascales, 2008).....	9
Figura 8: Sección transversal de una baya de uva. Localización de compuestos fenólicos en piel, pulpa y semillas (Pinelo, 2006).....	10
Figura 9: Evolución del contenido en antocianos y taninos durante la maduración (Glories, 1999).....	12
Figura 10: Oasis Irrigados de la Provincia de Mendoza (Catania, <i>et al.</i> , 2007).....	15
Figura 11: Uva destinada a elaborar vinos y mostos. Total país, año 2013 (INV 2013b).....	16
Figura 12: Esquema general del proceso analítico de las muestras de uva.....	23
Figura 13: Esquema del procesamiento de las sub-muestras para la evaluación de la calidad polifenólica.....	29
Figura 14: Evolución del peso de 50 bayas; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).....	31
Figura 15: Evolución de la relación H/P y S/P; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos.....	32
Figura 16: Evolución del contenido total de ácido tartárico; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).....	33
Figura 17: Evolución del porcentaje de sólidos solubles; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).....	34
Figura 18: Evolución del pH; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).....	35

Figura 19: Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012. ....	36
Figura 20: Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012. ....	37
Figura 21: Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012. ....	38
Figura 22: Evolución del Índice de Polifenoles Totales (IPT); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012. ....	39
Figura 23: Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013. ....	40
Figura 24: Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013. ....	41
Figura 25: Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013. ....	42
Figura 26: Evolución del Índice de Polifenoles Totales (IPT); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013. ....	43

The page features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes and two thin blue lines. One large circle is at the top, a smaller one is in the middle, and another large one is at the bottom right. Two lines intersect at the top left and extend towards the circles.

# **I- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **1. Introducción.**

Tradicionalmente, la cosecha se ha definido atendiendo a la evolución de los componentes mayoritarios de la baya (azúcares y ácidos), definiendo así la denominada “madurez tecnológica”. Actualmente se considera que la valoración de la uva destinada a la elaboración de un vino tinto de calidad debe incluir una evaluación de su potencial polifenólico, teniendo en cuenta la gran importancia enológica que tienen estos compuestos (González Neves *et al.*, 2011).

La calidad de las uvas tintas está relacionada con el contenido de antocianos y polifenoles que se encuentran en la piel de las uvas, responsables del color y la astringencia de los vinos (Zamora, 2003).

El cultivar es un factor importante, ya que el genoma regula la expresión de las enzimas implicadas en la síntesis de los diversos componentes de la baya, con particular incidencia en los que se generan en el metabolismo secundario de la vid. Entre los diversos compuestos que se producen en este metabolismo secundario se encuentran los polifenoles. Esto hace que cada variedad de uva tenga un potencial característico, que determina los niveles de acumulación de los distintos componentes en la baya y condiciona la respuesta de la vid a los factores ambientales y culturales (González Neves *et al.*, 2011).

De todos modos, las diferencias en el clima y en la gestión del viñedo pueden establecer variaciones importantes en la composición de las uvas producidas en distintos años en una misma parcela (González Neves *et al.*, 2004).

Por otro lado, el estado de maduración de las uvas es de importancia fundamental en la elaboración de los vinos tintos, ya que el contenido de azúcares y ácidos influye sobre el desarrollo adecuado de la fermentación; y el contenido polifenólico, en especial antocianos y taninos, sobre el color y la capacidad de crianza del vino (Bordeu y Gonzales, 2004).

En consecuencia la elección del momento de cosecha es un aspecto muy importante en la calidad de los vinos. La evolución de los distintos componentes de la baya durante la maduración puede hacer que, con desigualdad de pocos días, haya diferencias significativas en la calidad enológica de las uvas.

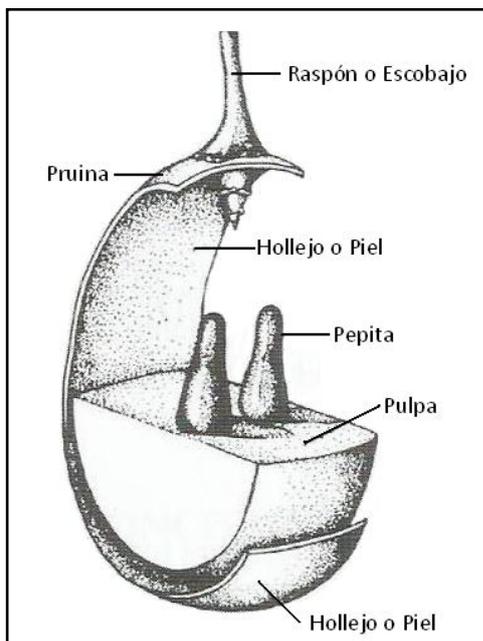
## **2. El fruto: La Materia Prima.**

La uva, el fruto de la vid, es una baya carnosa, agrupada en racimos. El racimo está compuesto por dos partes bien diferenciadas: el escobajo o raspón (5%) y el grano o baya (95%).

El escobajo constituye la estructura del racimo y cumple funciones de soporte o sostén de los granos y de comunicación de estos con el resto de la planta. En los racimos maduros y bien constituidos el escobajo representa del 3 al 7 % de su peso, lo que depende fundamentalmente de la variedad. Las uvas de vinificar son, generalmente, de racimos chicos y granos más pequeños que las de mesa, y el escobajo, que es más robusto y resistente, tiene una participación porcentual mayor en el peso del racimo.

En cuanto al grano, botánicamente, es una baya carnosa y jugosa; constituida por la pulpa (83-92%), las semillas (5%) y la piel u hollejo (5-10%) (Figura 1).

La pulpa es la parte principal, ya que las células contienen en sus vacuolas prácticamente la totalidad del mosto, en consecuencia la composición química de la pulpa es casi igual a la del mosto.



Los componentes de mayor interés son azúcares y ácidos. Las semillas o pepitas, situadas en la parte central del grano, van de 1 a 4 por cada baya. Contienen bastante aceite, glúcidos, sustancias tánicas, minerales, sustancias nitrogenadas y una pequeña porción de ácidos orgánicos. El hollejo que encierra los demás componentes del grano conformando su límite externo, actúa como una barrera hidrofóbica para proteger las uvas de daños físicos y climáticos, deshidratación, ataque fúngicos y luz UV (Nazralla, 2012).

**Figura 1:** Esquema representativo de la estructura de la baya.

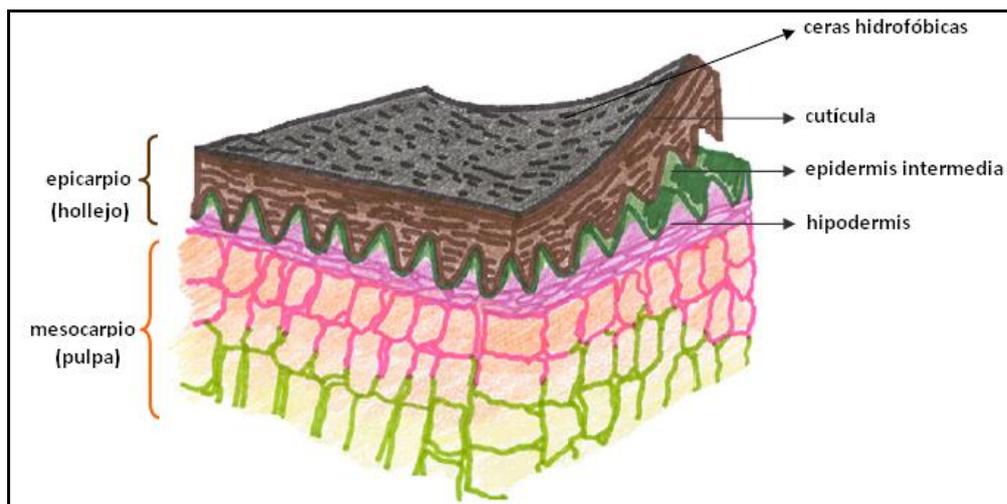
### ***3. Composición general de la piel de la uva y de sus paredes celulares.***

Los polifenoles son compuestos que se producen en el metabolismo secundario y se acumulan en distintos órganos de la planta de vid. En la uva se localizan sobre todo en las partes sólidas: hollejos, semillas y escobajos. En la vinificación en tinto suelen descartarse los escobajos y se emplea la baya entera estrujada, por lo que los compuestos fenólicos se hallan mayoritariamente en los hollejos y en una cantidad muy variable (Gonzalez Neves *et al.*, 2011).

Los compuestos fenólicos se localizan en el hollejo en las vacuolas de las células de la hipodermis y se encuentran formando racimos o solubilizados. La excepción la constituyen las variedades tintoreras, que tienen, también, la pulpa coloreada.

La piel de la uva, o sea el epicarpio, se puede dividir en tres capas superpuestas (Figura 2):

- Cutícula: es la capa más externa, compuesta de ácidos grasos hidroxilados llamados cutina, y cubierta por ceras hidrófobas.
- Epidermis: es la capa intermedia, la cual consiste en una o dos capas, que aparecen como un mosaico regular de células.
- Hipodermis: es la capa más interna, cercana a la pulpa, y se compone de varias capas de células que contiene la mayor parte de los compuestos fenólicos del hollejo.



**Figura 2:** Diferentes capas de la piel de la uva (Pinelo, 2006).

#### ***4. Envero y maduración.***

Una etapa muy importante en el desarrollo de la uva es el envero. Este fenómeno, muy visible hace referencia al cambio de aspecto que toman las uvas, y otras frutas, cuando empiezan a madurar. Tanto el lenguaje coloquial como el vocabulario del viticultor coinciden en caracterizar al envero como un cambio de color. El fenómeno se presenta de manera rápida: una uva cambia de color en un día y, en condiciones ideales, las uvas de un viñedo enveran en quince días. La aparición de la coloración típica se produce tras la pérdida de los pigmentos clorofílicos. También se producen otros cambios en la constitución de los granos como son: un aumento rápido en la concentración de azúcares, provenientes casi exclusivamente de la fotosíntesis foliar, como resultado hay una fuerte disminución de la acidez. Comienza la síntesis de aromas y precursores de aromas dentro del grano. Las bayas adquieren una consistencia más blanda y elástica, se debe a que las paredes celulares rígidas se ablandan gracias a la modificación de su membrana celuloso-péctica. El conjunto de estas modificaciones físicas y químicas es consecuencia de profundos cambios enzimáticos de la baya y corresponde, más o menos, al cese de la división celular. A partir de este momento, la misma, va a crecer solamente por aumento del tamaño celular (Blouin, 2004).

La maduración se suele definir como el periodo comprendido entre el envero y la vendimia o cosecha. Durante el proceso de madurez el grano aumenta su volumen, este incremento de tamaño es por distensión celular y crecimiento de las vacuolas y no por multiplicación celular. El crecimiento se debe a la acumulación de agua y de sustancias nutritivas, retenidas en la baya gracias a la elevada presión osmótica debida a los glúcidos. Otros cambios producidos durante este periodo son: desaparición casi total de la clorofila; rápido y progresivo enriquecimiento en azúcares; acumulación de materia colorante, cuya intensidad máxima se obtiene con la madurez completa; disminución de la acidez, que continúa disminuyendo fuertemente por dilución, salificación y respiración; ablandamiento de los tejidos; aparición de la pruina; lignificación de los tejidos del escobajo (Blouin, 2004).

En función de los cambios anteriormente mencionados, se pueden distinguir numerosos tipos de madurez muy diferenciados (Blouin, 2004). Algunos de los más significativos son:

- **Madurez fisiológica:** las pepitas pueden germinar, aspecto que siempre ha despreciado el viticultor, ya que carece de importancia tecnológica. Esta madurez es bastante precoz, y se produce poco después del envero.
- **Madurez vitícola:** la viña ha dejado de crecer y ya no hay formación ni desarrollo de hojas. La actividad clorofílica continúa y sus productos pueden acumularse totalmente en los racimos. La madurez vitícola se define como la capacidad de la vid para garantizar la madurez óptima. Se produce entre 10 y 15 días después del envero.
- **Madurez industrial:** es un dato de la concentración máxima de azúcares o el contenido mínimo de acidez total. Los contenidos en azúcares y/o acidez no deben ser el único criterio para la determinación de la fecha de cosecha en vinos de calidad.
- **Madurez fenólica:** la evolución visible del color de la uva tinta ha conducido a valorar a los antocianos y taninos. Se observa una acumulación de antocianos, importantes variaciones en los taninos y una extractabilidad del color normalmente creciente. La maduración fenólica es mucho más difícil de alcanzar, las variaciones en una parcela son muy irregulares y muy sensibles al clima. La cata de uvas y vinos, procedentes de vendimias cuya madurez fenólica de las uvas es la adecuada, muestra mejores características de calidad.
- **Madurez enológica:** es aquella que permitirá elaborar el mejor vino posible, en una situación determinada, en función del tipo de vino buscado. Se dará entonces más importancia a la acidez, azúcares, aromas primarios o compuestos fenólicos según lo requerido.

## ***5. Calidad de la uva.***

Este concepto integra varios aspectos. En primer lugar, existe una gran relación con el tipo de vino a elaborar; el concepto de calidad de la uva no es el mismo para un vino blanco que para uno rosado o uno tinto. En general, el concepto más complejo de calidad de la uva se da para la elaboración de un vino tinto de calidad y con capacidad de ser envejecido en barrica.

Otro aspecto, es el estado sanitario de los racimos. Los problemas más graves que lo afectan son las enfermedades (botrytis, oídio, etc.) y no las plagas. Pensando en la producción de uva de alta calidad, no parece que se pueda admitir la más mínima proporción de racimos afectados por este tipo de enfermedades, si no que se busca una “uva sana”.

Además, la uva ha de tener un nivel de maduración de la pulpa adecuado (azúcares y acidez), lo cual es relativamente fácil de conseguir y de evaluar mediante técnicas muy sencillas y rápidas (incluso en la fase de recepción en bodega). En cuanto a la maduración fenólica es mucho más difícil de alcanzar y, sobre todo, casi imposible de evaluar mediante técnicas sencillas y rápidas, sin embargo, es uno de los factores que más condiciona la calidad de la uva para vino de alta calidad (Martínez de Toda, 2008).

Por último, también influyen las peculiaridades de la variedad al haber unas variedades más demandadas y cotizadas que otras. Es conveniente destacar, que son muchas o la mayoría, las variedades capaces de dar vinos de alta calidad pero, dependiendo de las modas y de la época, unas gustan más que otras.

En resumen, la calidad en la uva viene determinada por factores intrínsecos, como son la variedad y el suelo, y por aspectos culturales que van a condicionar su producción, composición, estado sanitario e integridad.

## **6. Descripción de la variedad Bonarda.**

La variedad 'Bonarda' cultivada en Mendoza y San Juan se denomina 'Bonarda Argentina', para diferenciarla de las italianas, pero a sabiendas, con un alto nivel de confianza, que corresponde a la variedad noble francesa 'Corbeau'. La descripción ampelográfica de la 'Bonarda' cultivada en Argentina remarca gran nivel de similitud con la variedad italiana 'Bonarda Piemontesa' y con la variedad francesa 'Corbeau'. En un trabajo basado en el uso de marcadores moleculares, se demostró que 'Bonarda' se diferencia de 'Bonarda Piamontesa' y es idéntica a 'Corbeau'. De acuerdo con el análisis molecular realizado en este trabajo, el patrón de bandas que presentó la muestra de 'Bonarda', tomada del germoplasma de INTA - Luján, fue exactamente el mismo que presentó el 'Corbeau' muestreado en Francia (de Rosas, *et al.*, 2009)



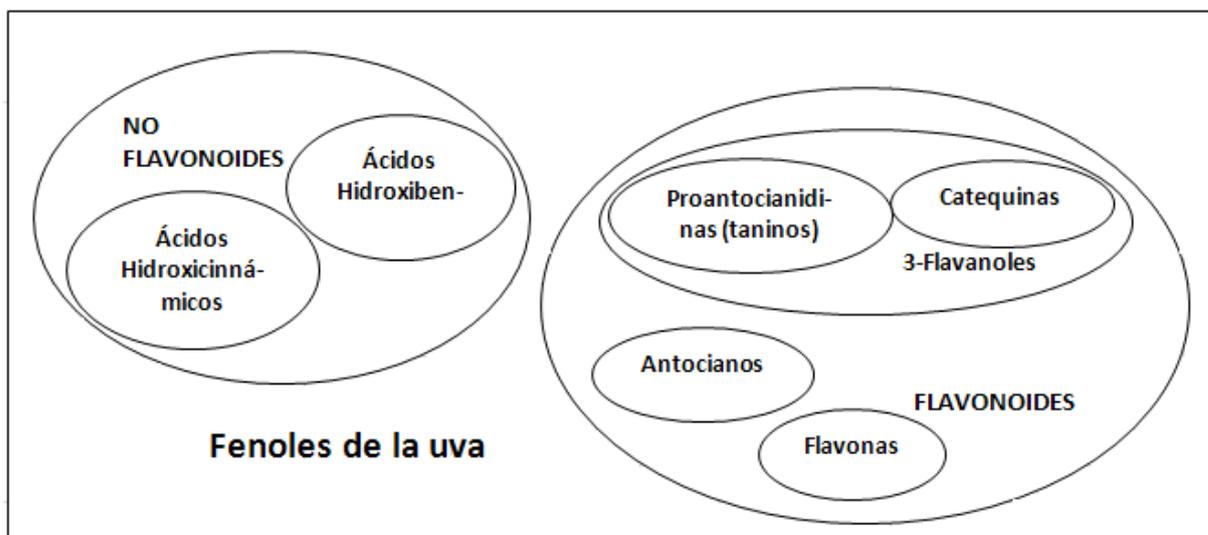
La variedad Bonarda Argentina presenta racimos medianos, con tendencia a cilíndricos y bien llenos a compactos (compacidad media). Las bayas de color negro-azuladas, medianas, esferoides, neutras y con pulpa blanda. Son características sus hojas típicamente extendidas, medianas a pequeñas, muchas de ellas enteras. El brote es fuertemente coloreado, con tonalidad cobriza. El sarmiento, con coloraciones rojizo-violáceas hacia los nudos, lo que constituye un carácter particular. Brota al tiempo del Malbec y madura en la misma época o poco después. Es un cepaje de vigor medio, en muchas oportunidades se la ha buscado como alternativa frente al Malbec, ya que generalmente presenta mejor comportamiento vegetativo, sin correduras en los racimos (Alcalde, 1989) (Figura 3).

**Figura 3:** Racimo de la variedad Bonarda.

## **7. Compuestos fenólicos de la uva.**

La relevancia enológica de los polifenoles de la uva está dada por su incidencia en las propiedades químicas y en las características sensoriales de los vinos. Extraídos durante la vinificación, son los compuestos que determinan el color, astringencia y amargor de los vinos, incidiendo también en otros aspectos relacionados con su sabor y aroma. Son también compuestos bioactivos relevantes, con una incidencia primordial en el valor nutricional de uvas y vinos. Participan en múltiples reacciones, que determinan profundos cambios en la composición y propiedades de los vinos durante su conservación y eventual crianza.

En este grupo se encuentran compuestos muy diversos, con la característica común de tener en la molécula al menos un anillo bencénico con uno o más sustituyentes hidroxilo. Los polifenoles de la uva se pueden considerar como flavonoides o no flavonoides, según su estructura química (Figura 4). Entre los flavonoides se encuentran los polifenoles de mayor importancia enológica, tanto cualitativa como cuantitativa, ya que este grupo incluye a los antocianos, flavonoles, catequinas y proantocianidinas (Gonzalez Neves *et al.*, 2011).



**Figura 4:** Principales fenoles de la uva (Vila, 2002).

### 7.1. Antocianos.

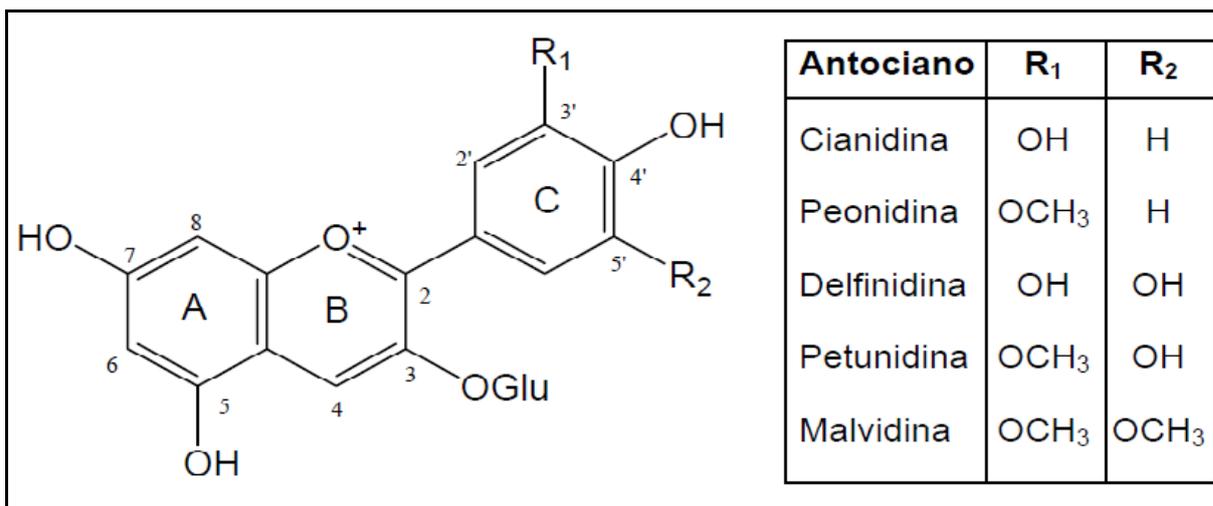
Desde el punto de vista de la viticultura, los antocianos son un grupo de pigmentos rojos, morados y azules que se forman en la piel de la uva tinta y pertenecen a los flavonoides, polifenoles solubles en agua.

Estos pigmentos se comienzan a generar durante el envero en los hollejos de las uvas, quedando localizados en las tres o cuatro primeras capas celulares de la hipodermis (Figura 2), excepto en variedades tintoreras donde también se hallan en la pulpa, para protegerlas de la radiación solar, plagas, oxidaciones y la degeneración celular. Debido a que presentan una gran capacidad antioxidante ofrecen numerosos potenciales beneficios para la salud.

En enología, la mayor parte de los antocianos pasan al vino durante la maceración, siendo responsables del color del vino tinto, y se fijan por reacción con otros compuestos fenólicos formando polímeros y coloides. También están involucrados en las reacciones de polimerización que suceden durante el envejecimiento.

Su estructura se caracteriza por un esqueleto básico de quince átomos de carbono (C6-C3-C6) de tipo 2-fenil benzopirona. Son sales de flavilio (de núcleo favilio polihidroxiado y/o metoxilado) y glucósidos (están unidos por enlace glucosídico a una molécula de azúcar). Los que contienen glucosa se denominan antocianinas (mayoritarios en vinos tintos) y los que no, antocianidinas. Son más estables bajo la forma heterosídica que bajo la forma aglicona (Romero Cascales, 2008).

En *Vitis vinífera* se distinguen cinco tipos de moléculas de antocianinas, dependiendo del número de hidroxilos (OH) y grupos metoxilo (OCH<sub>3</sub>) en el anillo B (Figura 5). Existe una mayor diversidad de estos compuestos debido a la acilación de los azúcares con los ácidos acético, p-cumárico y cafeico (Romero Cascales, 2008).

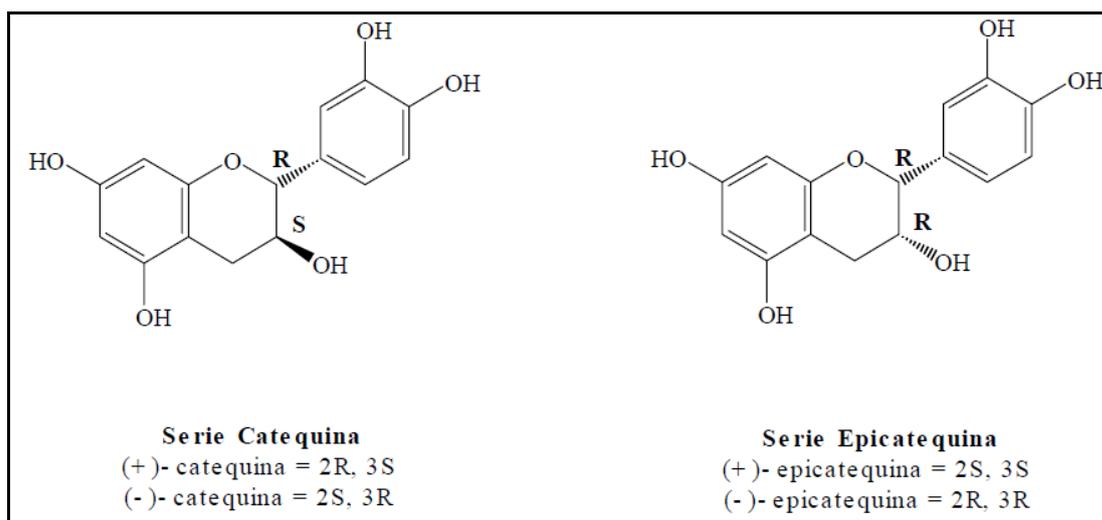


**Figura 5:** Estructura de los principales antocianos encontrados en *Vitis vinífera* (Romero Cascales, 2008).

## 7.2. Taninos.

Los taninos presentes en la uva y en los vinos juegan un papel preponderante en la calidad de los vinos, al conferir propiedades de astringencia, de color y de estructura. También contribuyen a la estabilización del color durante el envejecimiento (Pérez Magariño y González San José, 2001, citado en Romero Cascales, 2008).

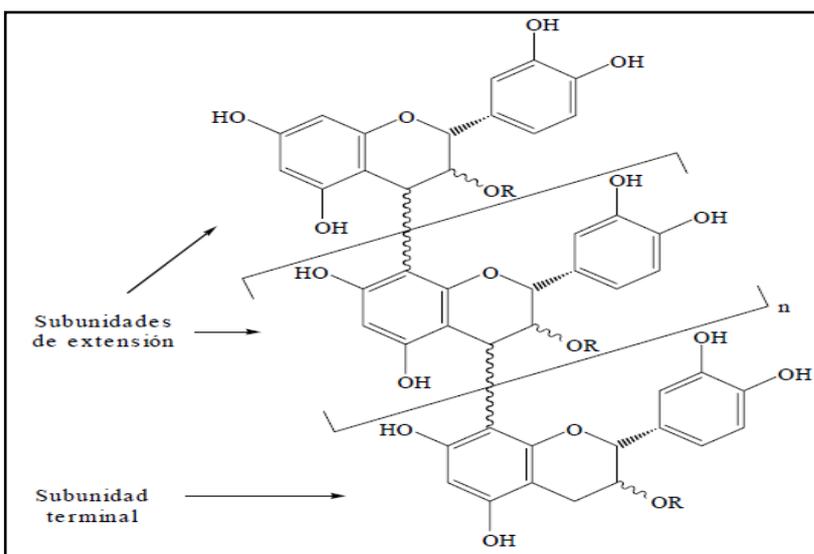
La estructura de los taninos se basa en polímeros más o menos complejos formados por unidades de flavan-3-oles o 3-flavanoles. Los flavan-3-oles, comúnmente llamados catequinas poseen dos ciclos bencénicos unidos por un heterociclo oxigenado saturado (núcleo fenil-2cromano). Esta estructura presenta dos carbonos asimétricos (C2 y C3) que originan cuatro isómeros (Figura 6). La (+) catequina y la (-)-epicatequina corresponden a las formas más abundantes, así como los derivados de la epicatequina en forma de éster gálico.



**Figura 6:** Estructura de los flavan-3-oles, unidades básicas de las procianidinas (Romero Cascales, 2008).

Los oligómeros y polímeros de estos flavan-3-oles se conocen también con el término de proantocianidinas (o proantocianidoles), porque en presencia de ácidos minerales liberan antocianidinas por ruptura de las uniones intermonoméricas. Dentro de las proantocianidinas, reciben el nombre de procianidinas aquéllas que derivan de la catequina y la epicatequina, que en hidrólisis ácida generan la molécula de cianidina; y el nombre de prodelfinidinas a aquéllas derivadas de la galocatequina y la epigalocatequina, que se hidrolizan en delfinidina en medio ácido.

Las procianidinas oligoméricas corresponden a polímeros formados por un número amplio de unidades flavanoles (de tres a una decena). Las formas poliméricas (Figura 7) representan la mayor parte de los 3-flavonoles. En los hollejos de algunas variedades se han encontrado fracciones con grado de polimerización superior a 80 unidades (Romero Cascales, 2008).



**Figura 7:** Estructura general de los taninos (Romero Cascales, 2008).

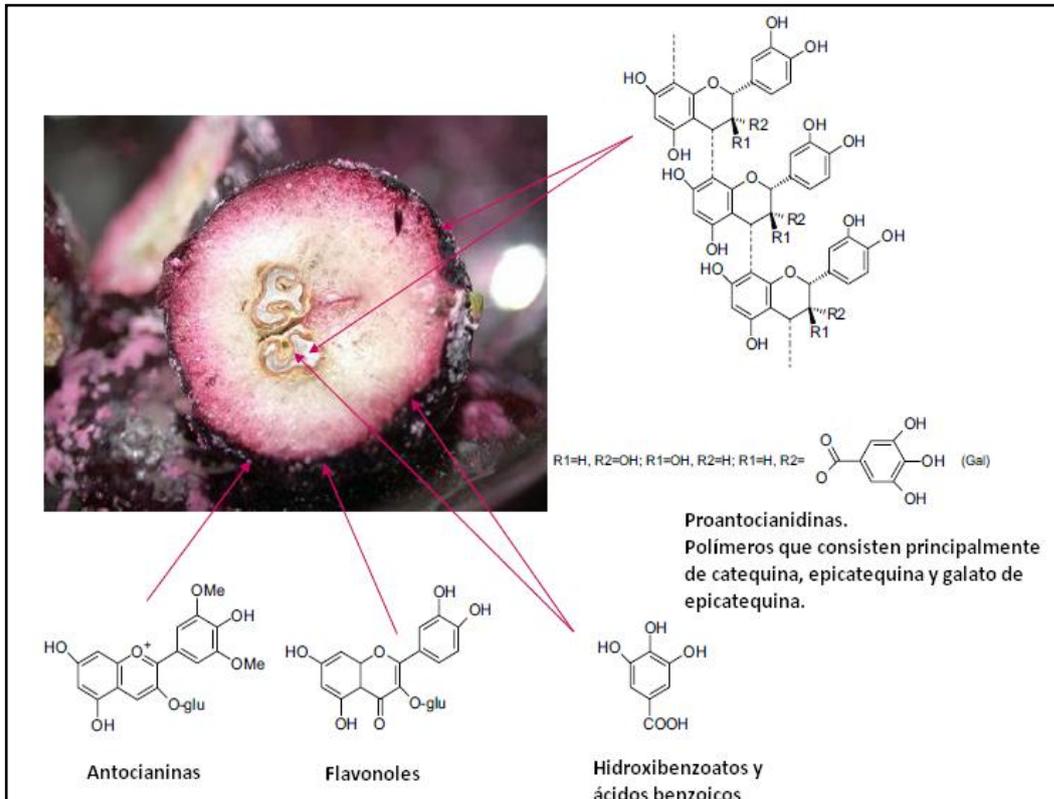
Los valores de concentración de las procianidinas se sitúan generalmente en valores alrededor de 200-700 mg/kg de uva. Existe una amplia variabilidad en las concentraciones de catequinas y proantocianidinas en escobajo, pieles y semillas, en relación con la variedad de uva (Figura 8).

A diferencia de lo que sucede con los antocianos, las variedades blancas no son menos ricas en taninos que las variedades tintas.

Los 3-flavanoles (flavan-3-oles), tanto monómeros como en formas más o menos polimerizadas, se localizan principalmente en las semillas, aunque se han localizado también trazas de monómeros y dímeros en la pulpa. Otra fuente importante de taninos es el hollejo de las uvas, donde se han identificado tres tipos de taninos: taninos presentes bajo forma libre en el jugo vacuolar (localizados en forma condensada en las células próximas a la epidermis y como granulaciones difusas en las células internas del mesocarpio), taninos unidos fuertemente a la membrana proteofosfolipídica (tonoplasto) y taninos ligados a los polisacáridos de la pared celular (Romero Cascales, 2008).

Thorngate y Singleton, 1994 (citado en Romero Cascales, 2008) sugieren que la extracción en la vinificación de los taninos de la semilla puede ser debida a que éstos se encuentran localizados en las capas superficiales de la misma. Estos compuestos ocupan una posición de defensa del embrión en las envolturas externas e internas y su difusión al medio exterior depende de la solubilización de la cutícula. Los taninos de los hollejos difieren de los de las

semillas por la presencia de prodelphinidinas, mayor grado de polimerización (Di Stefano, 1995) y menor porcentaje de subunidades galoiladas.



**Figura 8:** Sección transversal de una baya de uva. Localización de compuestos fenólicos en piel, pulpa y semillas (Pinelo, 2006).

## 8. Efectos positivos de los fenoles en la salud humana.

Actualmente existe un gran interés por estos compuestos en virtud de su actividad antioxidante y sus posibles implicaciones beneficiosas en la salud humana, tales como prevención de enfermedades crónico-degenerativas. Se encuentran además de en el vino, en otros alimentos como son el té, las verduras, las frutas, etc.

Hoy se sabe que el proceso de envejecimiento, así como la aparición de algunas enfermedades degenerativas, como cáncer, demencia senil y Alzheimer, están causadas por el daño oxidativo. En el organismo continuamente se están generando radicales libres, consecuencia de diferentes procesos que se llevan a cabo en su interior y del ambiente oxidativo en el que se encuentra. Por ejemplo, ciertos factores endógenos, como una mala alimentación o diferentes trastornos de la salud como son algunas enfermedades, infecciones, operaciones quirúrgicas, etc., o algunos agentes exógenos como son las reacciones de ionización, la luz UV, el ozono presente en la contaminación ambiental y el tabaco.

Los compuestos fenólicos por sus propiedades antioxidantes y por su estructura, han demostrado en una primera fase en distintos estudios epidemiológicos, y posteriormente en estudios *in vitro* e *in vivo* que inhiben las reacciones de formación de radicales libres, y por tanto impiden que se produzcan los fenómenos de citotoxicidad (Moreno Arribas, 2005). Los polifenoles en general son capaces de eliminar  $O_2$ ,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO^-$  y radicales libres alquilo y

peroxilos, a través de su capacidad de donar electrones, generando un radical fenoxilo estable (Ramirez, 2009).

Otra propiedad de los compuestos fenólicos, sobre la que se han realizado un gran número de estudios, es su capacidad de reducir la incidencia de enfermedades cardiovasculares, ya que por un lado aumentan la capacidad antioxidante del plasma, y por otro, ejercen una clara acción antitrombótica. La formación de una placa o ateroma en la pared de un vaso sanguíneo da lugar a un estrechamiento del interior del vaso, causando lo que se conoce como aterosclerosis. En el desarrollo de esta enfermedad es clave el papel que ejercen las lipoproteínas de baja densidad (LDL), que se encargan de transportar el colesterol de la sangre hacia los tejidos, evitando así que se deposite en los vasos. Sin embargo, en algunas ocasiones, las LDL pueden oxidarse, lo que altera su funcionamiento normal, y como consecuencia puede ser uno de los factores desencadenantes del desarrollo de la arterioesclerosis. Varios investigadores han demostrado *in vitro* que los compuestos fenólicos inhiben la oxidación de las LDL, por tanto, reducen la capacidad de estas a inducir el ateroma (Moreno Arribas, 2005).

Los mecanismos de la absorción gastrointestinal de los compuestos fenólicos son desconocidos. Estos compuestos se caracterizan por ser hidrofílicos y por ese motivo no podrían penetrar la barrera intestinal mediante difusión pasiva. Hasta el momento, el único transportador activo de membrana descrito, que podría estar involucrado en la absorción de estos metabolitos, es un mecanismo de transporte sodio-dependiente vinculado con la absorción de ácido ferúlico y cinámico en el intestino de roedores (Ader *et al.*, 1996, citado en Ramirez, 2009).

Además de las propiedades benéficas previamente mencionadas, es de destacar el interés tecnológico de estos compuestos por tratarse de antioxidantes naturales presentes en los alimentos de origen vegetal, por tanto la elaboración de alimentos con una elevada concentración de compuestos fenólicos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes y de esa forma se obtendrían alimentos más saludables, que inclusive podrían ser considerados como alimentos funcionales (Martínez-Valverde, 2000, citado en Ramirez, 2009).

## **9. Extracción de los compuestos fenólicos y estabilidad del color del vino.**

El color del vino tinto y su posterior estabilidad se deben principalmente a la presencia de antocianos y taninos. Estos compuestos se extraen de la uva durante el proceso de elaboración del mismo y se van modificando a lo largo del tiempo. Todas las modificaciones que se dan en el color del vino, y en otras características asociadas a los compuestos fenólicos, dependen de numerosos factores. La estabilidad del color será función, entre otros, del grado de extracción de antocianos y taninos, de las condiciones del medio y de las posteriores modificaciones de estas moléculas durante el envejecimiento.

Los compuestos fenólicos localizados en diferentes partes de la uva (Figura 8) presentan distinta solubilidad y capacidad de difusión, en función de la fase acuosa o alcohólica presente en el medio, así como de la mayor o menor disgregación de las paredes celulares del hollejo.

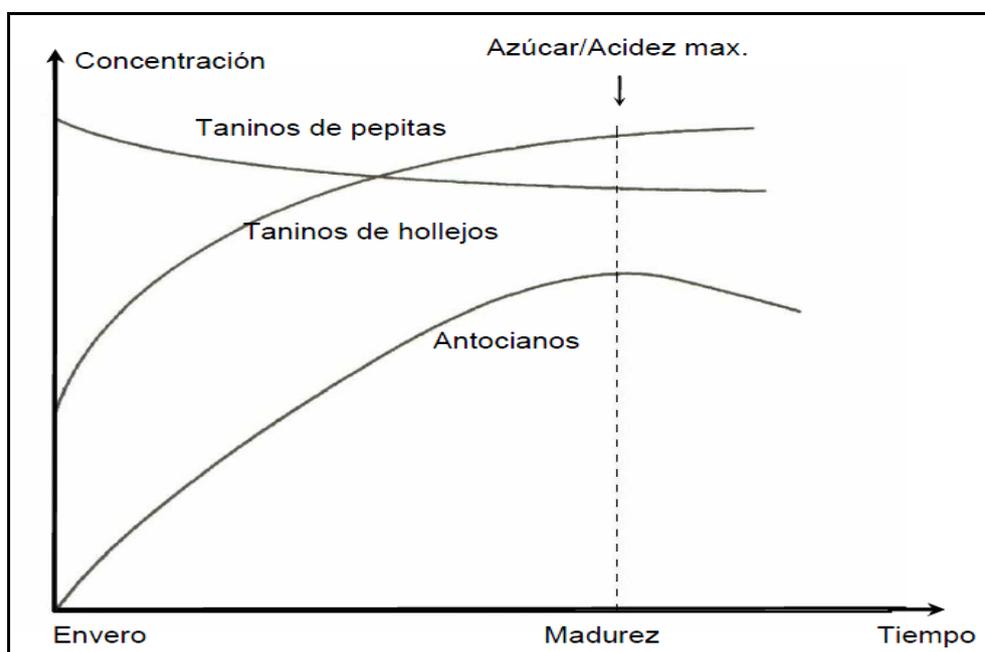
En función de las condiciones del medio (pH, presencia de anhídrido sulfuroso o de cofactores), y de las condiciones de vinificación (tiempo de maceración, remontado y temperatura), el color del vino y su estabilidad cambiarán.

Las modificaciones que se dan durante el envejecimiento como la evolución del color y la pérdida de astringencia, se deben a transformaciones de degradación y estabilización de los compuestos fenólicos. Las reacciones de estabilización tienen su origen, la mayoría de las veces, en la formación de asociaciones entre antocianos y taninos. Así, el color de los vinos tintos es debido a la presencia, además de los antocianos libres, de combinaciones polifenol-antocianos, más concretamente de tipo tanino-antocianos y de taninos condensados y de fenómenos de copigmentación (Romero Cascales, 2008).

### **10. Potencial fenólico de la uva.**

El potencial fenólico, es el principal parámetro de calidad de la uva, en tanto puede interpretarse como una valoración enológica, lo cual hace referencia a la concentración de polifenoles en la baya. Se encuentra en íntima relación con la madurez fenológica (descrita anteriormente). Este periodo varía en función de las variedades y de las grandes zonas vitícolas, pero las diferencias son limitadas y localmente muy pequeñas (Blouin, 2004).

A su vez el estado de madurez de la uva va a condicionar el vino que se obtendrá y sus características. La concentración de polifenoles tiende a aumentar durante toda la maduración, aunque no linealmente (Figura 9). Los antocianos aparecen durante el envero y se acumulan durante la maduración (Glories, 1999), produciéndose al final un descenso en su concentración que suele coincidir con la sobremaduración de la uva. La cantidad de taninos en el hollejo también va a aumentar durante el periodo de madurez, alcanzando un máximo para después mantenerse más o menos constante. En cambio, la concentración de taninos de las semillas desciende desde el envero, al mismo tiempo que aumenta su grado de polimerización (Romero Cascales, 2008).



**Figura 9:** Evolución del contenido en antocianos y taninos durante la maduración (Glories, 1999).

Así mismo, se ha constatado que la extracción de los compuestos fenólicos no depende únicamente de la cantidad en la que éstos se encuentren en la baya. Las paredes celulares van a formar una barrera a la difusión de antocianos, taninos y otros polifenoles de la uva al vino. El proceso de maduración implica una solubilización de los polisacáridos de la pared

celular del hollejo. La degradación de la pared celular durante la maduración facilitará, de esta manera, la extracción de la materia colorante durante la vinificación.

Los análisis clásicos de maduración (peso de 100 granos, grado Baumé, acidez total, pH, ácido tartárico y ácido málico) proporcionan información de la madurez de la pulpa, pero no sobre la de la piel ni de la pepita (Fernández *et al.*, 2003). Para cubrir este vacío surge el concepto de madurez fenólica (Glories y Augustin, 1993), que va a tener en cuenta el contenido total de compuestos polifenólicos y su facilidad de extracción del hollejo y de la pepita de la uva (Saint-Cricq *et al.*, 1998) (Citados todos por Romero Cascales, 2008).

Teniendo en cuenta tanto el contenido como la capacidad de difusión de los compuestos fenólicos, se podría adaptar la estrategia de vinificación, en función de los vinos que se pretendan elaborar (Glories, 1999 y 2001).

### ***11. Índices de estimación del potencial polifenólico.***

El conocimiento de la composición polifenólica de la uva es esencial, particularmente para la elaboración de vinos tintos, ya que permite definir el tipo de vino a elaborar y optimizar la gestión de las vinificaciones (González Neves, 2011).

Dada la importancia de estos compuestos, se han propuesto numerosos métodos de evaluación del potencial polifenólico de la uva. Más allá de la complejidad y diversidad de los compuestos implicados, se han propuesto índices simples, que procuran estimar algunas características esenciales, como los contenidos de los polifenoles más relevantes desde el punto de vista enológico y la facilidad con la que se extraen de los hollejos y las semillas. La bibliografía incluye un gran número de estudios sobre este tema, sin que haya unanimidad en los criterios considerados ni en el empleo de índices. En la Tabla 1 se resumen algunos de los métodos más difundidos. Las condiciones de análisis propuestas son muy diversas; en algunos casos se hacen extracciones completas de los polifenoles de la uva, pero en la mayoría se realizan extracciones parciales en condiciones modelo. Las diferencias más importantes entre los métodos se refieren a las partes de la baya consideradas para el análisis, y a los principales factores que regulan las extracciones, como la duración de las maceraciones, la temperatura, el pH y los solventes utilizados.

Algunos métodos consideran el análisis de los hollejos por separado, otros los hollejos y las semillas por separado, en tanto otros emplean las bayas enteras.

Los objetivos con los que se han diseñado los distintos métodos son también diversos. Así, se ha procurado realizar una valoración del estado de madurez de la uva, obtener índices de estimación de la calidad enológica de la materia prima, definir indicadores para la caracterización de distintas variedades de uva, obtener valores de referencia para mejorar la gestión de la vinificación, y proponer modelos para la predicción de las características del vino a partir de los valores determinados para la uva.

González Neves *et al.* (2011) realizan una revisión de las principales metodologías propuestas para la estimación del potencial polifenólico de la uva y mencionan al método propuesto por Glories y Augustin (1993), como el más difundido y empleado actualmente por técnicos e investigadores de todo el mundo. La uva se tritura y se realizan dos extracciones, por maceración en un medio tamponado con soluciones de pH 1 y pH 3.2 respectivamente. Se analizan los polifenoles totales en el extracto de pH 3.2 y los antocianos en ambos extractos. La extracción a pH 1 implica una degradación de las membranas de las células de los hollejos que favorece la liberación, difusión y solubilización de los antocianos, aunque igualmente estos compuestos no son totalmente extraídos de las uvas con esta metodología.

La extracción realizada a pH 3.2 es comparable a la que se realiza en una vinificación en tinto clásica. La diferencia entre las concentraciones de antocianos de ambos extractos sería una indicación del estado de fragilidad de las membranas de las células de los hollejos, y en consecuencia de la extractabilidad de estos compuestos, definiendo el estado de “madurez”. Algunos autores han trabajado modificando esta segunda extracción, usando un tampón con pH más elevado (3.5 - 3.6), para adaptarla a las condiciones reales de vinificación en sus regiones (Romero Cascales *et al.*, 2005; Ortega Regules *et al.*, 2008). Se han propuesto otras variantes al método, como la modificación de los tiempos destinados a la maceración y obtención de los extractos (Cayla, 2000), la preparación del tampón de pH 1 con agregado de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) o el empleo de ácido oxálico en lugar de clorhídrico para la preparación de este tampón de pH 1. A su vez, González Neves *et al.* 2010 determinaron las proporciones de hollejos y de semillas, a efectos de estimar más adecuadamente la dilución realizada en el procesamiento de la uva y ajustar los cálculos de los distintos índices.

**Tabla 1:** Métodos de análisis del potencial polifenólico de la uva (extraído de González Neves, *et al.*, 2011).

<b>Método</b>	<b>Sustrato</b>	<b>Condiciones de análisis</b>
Puissant y Léon (1967)	Uva entera	Extracciones sucesivas con una solución ácida a 70 °C
Di Stefano y Cravero (1991)	Hollejos	Extracciones con una solución hidroalcohólica acidificada y con una solución de pH 3.2
Glories y Augustin (1993)	Uva entera	Maceraciones de uva triturada, con tampones de pH 3.2 y pH 1
Amrani y Glories (1994)	Hollejos y semillas	Maceraciones en soluciones hidroalcohólicas de pH 3.2
Lamadon (1995)	Uva entera	Maceración de la uva triturada durante dos horas, con adición de etanol y de HCl
Riou y Asselin (1996)	Hollejos	Extracción con solución alcohólica de pH 3.5 y 100 mg/L de SO <sub>2</sub> a 70°C
I.T.V. Francia (1998)	Uva entera	Maceración de la uva triturada durante dos horas, con adición de etanol y de HCl
Venencie <i>et al.</i> (1998)	Hollejos y semillas	Extracción con solución hidroalcohólica de pH 3.6
Mattivi <i>et al.</i> (2002)	Uva entera	Extracción por 5 días con solución hidroalcohólica acidificada con tartárico
Mattivi (2006)	Uva entera	Extracción por 30 minutos con solución hidroalcohólica acidificada con HCl
Fragoso García <i>et al.</i> (2009)	Uva entera	Extracción por 20 minutos a 40°C, con solución hidroalcohólica acidificada con tartárico de pH 3.5

Glories y Augustin (1993) también propusieron una serie de índices complementarios, calculados a partir de las determinaciones de la riqueza polifenólica y de los potenciales en antocianos. A estos efectos se considera que la fragmentación de las semillas permite una extracción parcial de los taninos que contienen, y que los taninos de los hollejos son extraídos de manera proporcional a los antocianos. Estos autores habían verificado, en las condiciones de Burdeos, que la relación entre los antocianos y los taninos extraídos de los hollejos

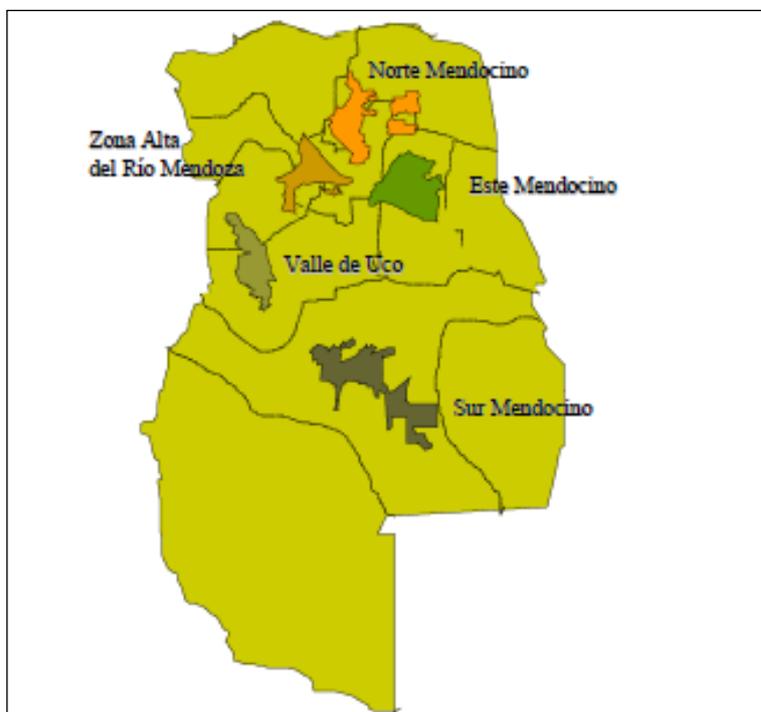
presentaba valores comprendidos entre 30 y 45 para Merlot y Cabernet Franc, y entre 35 y 50 para Cabernet Sauvignon. A fin de modelizar los cálculos se propuso el valor 40 como promedio, pero varios autores señalan que ésta es una aproximación que no refleja adecuadamente las diferencias entre las distintas variedades ni el efecto de las diversas situaciones productivas.

Como alternativas a Glories y Augustin (1993) se siguen empleando algunos de los métodos propuestos previamente, al tiempo que numerosos métodos nuevos han sido puestos a punto, empleando los anteriores para contrastar su validez, como es el caso de Frago García *et al.* (2009) (Tabla 1).

## 12. La vitivinicultura en Mendoza.

Actualmente, en Argentina hay aproximadamente 223.580 hectáreas cultivadas con vid. El 71% de los viñedos se encuentran en la provincia de Mendoza, el 21% en San Juan y el 3% en La Rioja. Siendo Mendoza responsable de alrededor del 69,7% de todo el vino que se produce en Argentina actualmente (INV 2014). Del total de superficie cultivada con vid el 92,34% corresponde a variedades de vinificar. Las variedades de mesa constituyeron el 5,60% de la superficie implantada. Sobre un total de 206.448 ha de vinificar, las variedades tintas representan el 53% del total, las blancas el 20,57% del total y las variedades rosadas el 26,5 %. En las variedades tintas de vinificar se destacan la variedad Malbec (32.84%) y la variedad Bonarda (17.21%) (INV 2013a).

La vitivinicultura en Mendoza comenzó hace más de cuatrocientos años durante la época colonial, cuando los jesuitas comenzaron a cultivar viñedos y crearon los primeros oasis irrigados, que marcaron la geografía de la provincia. Estos oasis, cercanos a los ríos de montaña más importantes y compuestos por departamentos hacen que la provincia se encuentre dividida en tres regiones: Región Centro, Región Valle de Uco y Región Sur. La



Región Centro es la más extensa de Mendoza, se encuentra conformada por las Zonas Alta del Río Mendoza, Este y Norte, siendo la Zona Este la de mayor producción de Bonarda. Comprende los departamentos de San Martín, Junín, Rivadavia, Santa Rosa y La Paz (Figura 10).

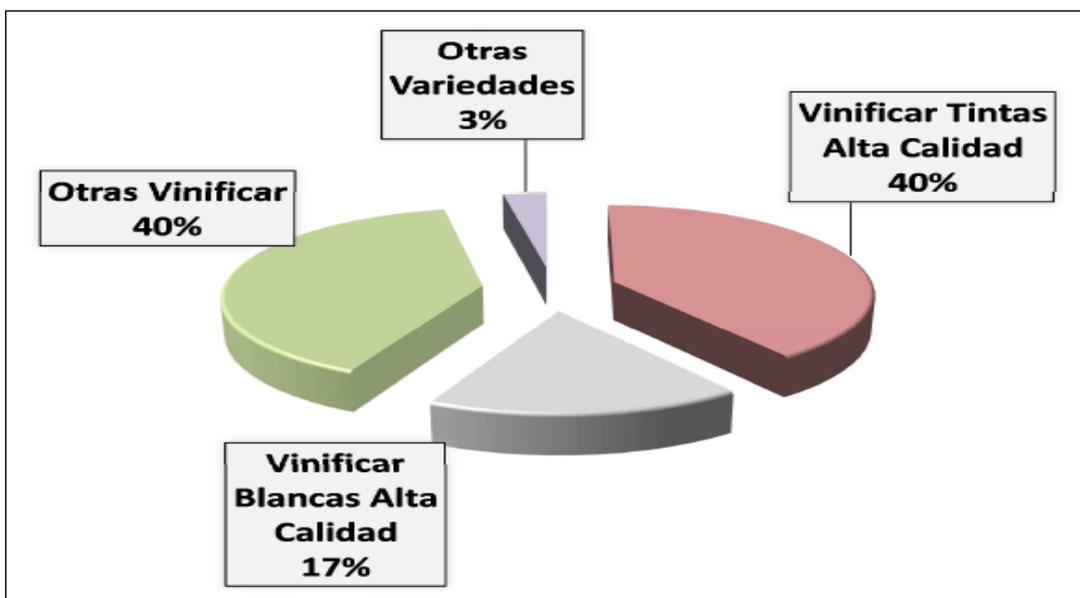
**Figura 10:** Oasis Irrigados de la Provincia de Mendoza (Catania, *et al.*, 2007).

A partir del seminario llamado “Presente y futuro de un gran varietal”, organizado por la Comisión Varietales de Bodegas de Argentina junto con el Centro de Viñateros y Bodegueros del Este, se llegó a la conclusión que: “Argentina es prácticamente el único país capaz de producir Bonarda en escala, por lo que es un varietal sin competencia de otros países, lo que permite diferenciarse en los mercados” (Seminario Bonarda Argentina, 2013).

### **13. Importancia económica de la variedad Bonarda para Mendoza.**

Para analizar la importancia económica de la producción del Bonarda argentino en Mendoza se tendrá en cuenta: cosecha y elaboración 2013 (INV 2013b) y la evolución en las hectáreas cultivadas, la cosecha y los rendimientos de las uvas Bonarda desde 2004 a 2012 (Observatorio Vitivinícola Argentino).

El total de uvas de vinificar producido durante el año 2013 mostró un crecimiento del 26,51% con relación al año anterior. El 40% del total de uvas vinificadas correspondió a uvas tintas de alta calidad enológica, el 17% a uvas blancas de alta calidad enológica, el 40% a otras variedades de vinificar y el 3% a otras variedades (Figura 11) (INV 2013b).



**Figura 11:** Uva destinada a elaborar vinos y mostos. Total país, año 2013 (INV 2013b).

La producción de uvas tintas de alta calidad vinificadas en la cosecha 2013 tuvo un aumento del 22% con respecto al año 2012. Como se puede ver en la Tabla 2, del total de quintales métricos de estas variedades destinados a elaboración en el año 2013, el 33% correspondió a la variedad Malbec que muestra una suba del 29% con relación a la producción del año 2012. Le sigue en importancia la variedad Bonarda que constituyó el 23% con un incremento aproximado del 28% respecto al año anterior (INV 2013b).

**Tabla 2:** Producción de uvas de alta calidad en el país destinadas a elaborar. Quintales métricos (INV 2013b).

VARIEDAD	2.000	2.012	2.013	Var.% 13/12
<b>Tintas</b>				
BARBERA	118.328	49.536	54.042	▲ 9,10
BONARDA	1.336.215	2.007.025	2.564.112	▲ 27,76
CABERNET FRANC	8.275	42.531	48.327	▲ 13,63
CABERNET SAUVIGNON	418.849	1.224.707	1.392.564	▲ 13,71
MALBEC	572.110	2.831.030	3.649.773	▲ 28,92
MERLOT	233.044	522.701	578.641	▲ 10,70
PINOT NEGRO	65.523	172.174	207.740	▲ 20,66
SANGIOVESE	320.504	153.231	191.681	▲ 25,09
SYRAH	365.053	1.387.117	1.561.582	▲ 12,58
TANNAT	3.293	68.074	76.849	▲ 12,89
TEMPRANILLO	353.798	622.228	786.829	▲ 26,45
<b>Total Tintas</b>	<b>3.794.992</b>	<b>9.080.354</b>	<b>11.112.141</b>	<b>▲ 22,38</b>

En el lapso comprendido entre 2004 y 2012, las hectáreas cultivadas con uva Bonarda tuvieron una fluctuación interesante: en 2004 Argentina contaba con 16.700 hectáreas cultivadas con Bonarda y ya en 2012 llegó a la cima con un poco más de 18.700 hectáreas, de las cuales Mendoza concentra el 84% de la superficie cultivada con Bonarda y cosecha el 81% de la producción total de la variedad. San Juan posee el 12% de la superficie del país y cosecha el 15% del total de uvas Bonarda de la Argentina. El resto de la superficie y de la cosecha (4%) se lo reparten entre las otras provincias vitivinícolas (Observatorio Vitivinícola Argentino).

Analizando lo que sucedió en el año 2012, en los oasis mendocinos la zona que más Bonarda produjo fue la Zona Este (877.000 quintales) y la Zona Alta del Río Mendoza fue la que menos Bonarda cosechó (casi 162.000 quintales) (Observatorio Vitivinícola Argentino).

Consumo Interno: Entre los años 2007 y 2012 el consumo interno de Bonarda representó el 3% del consumo total de vino en el mercado de la Argentina en pico más alto. En 2012 Argentina destinó 22,4 millones de litros de Bonarda para el consumo interno. Del total de vinos despachados durante 2012 en el mercado interno de la Argentina, los vinos Bonarda concentraron el 12% (tercero en el ranking detrás de Malbec y Cabernet Sauvignon) (Observatorio Vitivinícola Argentino).

Exportaciones: La evolución de las exportaciones de Bonarda desde 2004 hasta 2012 ha sido positiva tanto en litros como en valor. En el año 2012 representó el 1% tanto en volumen (4,1 millones de litros) como en facturación (9,3 millones de dólares), el 86% de los dólares ingresados por la venta de Bonarda fue por vinos envasados en botella y el 14% fue despachado a granel. Un mínimo llegó a destino en bidón, damajuana, lata, multilaminado y sachet (Observatorio Vitivinícola Argentino).

Más del 77% en volumen y del 69% en valor de los envíos de Bonarda argentino al exterior está concentrado en cinco países (Tabla 3) (Observatorio Vitivinícola Argentino).

**Tabla 3:** Principales destinos de las exportaciones de Bonarda en litros y en valor de los envíos. Año 2012.

DESTINO	PARTICIPACIÓN EN VOLUMEN (Litros).	PARTICIPACIÓN EN VALOR (Dólares).
Estados Unidos	29%	29%
Reino Unido	18%	17%
Canadá	16%	10%
Paraguay	10%	7%
Alemania	4%	6%
TOTAL	77%	69%

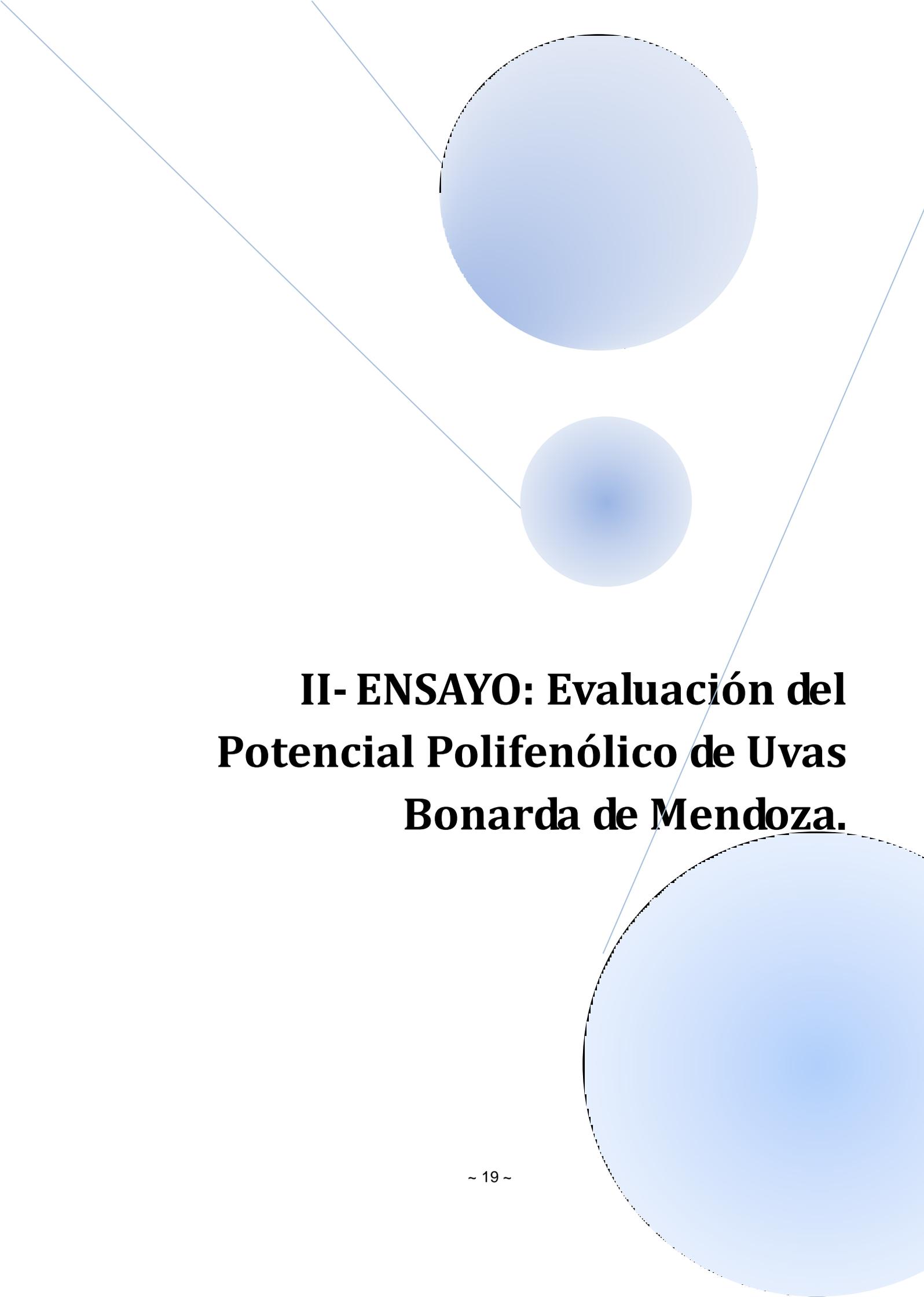
Con respecto de la evolución del precio promedio por litro y la comparación con el total de los vinos argentinos, Bonarda pasó de US\$ 1,52 en 2004 a US\$ 2,25 en 2012. En tanto que el precio promedio por litro de todos los vinos argentinos evolucionó de US\$ 1,49 en 2004 a US\$ 2,52 en 2012. El valor máximo del precio promedio por litro de Bonarda estuvo pagado en 2011 y en 2012, cuando valió U\$S 2,25, mientras que el litro de vino promedio de la Argentina costó U\$S 2,66 (Observatorio Vitivinícola Argentino).

#### ***14. Bonarda: “insignia de la vitivinicultura Argentina”.***

Por lo expuesto anteriormente se considera que, a nivel nacional, la variedad Bonarda Argentina ocupa el segundo lugar con mayor superficie implantada, después del Malbec; siendo la zona Este de la provincia de Mendoza, la de mayor producción.

Por tratarse de una variedad con un alto potencial enológico y siendo la misma muy exuberante, es necesario controlar su vigor y lograr viñedos equilibrados con una buena relación hoja-fruto, lográndose una calidad excepcional y destacándose como un varietal productor de vinos de alta calidad.

Teniendo en cuenta el rol mencionado de los polifenoles y antocianos en la definición de la calidad de la uva y su potencialidad para la obtención de vinos de calidad y la importancia que ha cobrado en términos recientes la variedad Bonarda, se plantea la necesidad de conocer las características de estas uvas en su etapa de maduración incluyendo la valoración de su potencial polifenólico, contribuyendo de esta manera a la valoración del segundo varietal tinto implantado en Mendoza y potencial insignia de la vitivinicultura argentina siguiendo los pasos de Malbec.

The page features a decorative graphic consisting of three blue circles of varying sizes and two thin blue lines. One large circle is at the top, a smaller one is in the middle, and another large one is at the bottom right. Two lines intersect at the top left and extend towards the circles.

## **II- ENSAYO: Evaluación del Potencial Polifenólico de Uvas Bonarda de Mendoza.**

## **1. Introducción.**

En el presente estudio se propuso, por un lado obtener información respecto de la calidad de uvas Bonarda producida en diferentes oasis de Mendoza y por otro lado aplicar en esta evaluación índices sencillos que permiten valorar el potencial polifenólico de las uvas, dado que la valoración de las uvas, la definición de su calidad y por ende de su precio dependen de la posibilidad de contar con índices objetivos que permitan esto, se plantea la necesidad de disponer de herramientas analíticas sencillas aplicables en la industria enológica y de sencilla interpretación.

Se espera generar una herramienta de fácil acceso para la industria que pueda aprovechar ambos aspectos.

## **2. Hipótesis.**

- La calidad potencial de las uvas Bonarda para la elaboración de vinos puede valorarse mediante el uso de índices de valoración del potencial polifenólico de las bayas.
- Independientemente de la zona de cultivo, se produce una notable evolución en la composición polifenólica de las uvas durante todo el proceso de maduración, con un incremento en el contenido de antocianos, polifenoles y la extractabilidad.
- Existe diferencia en el contenido de polifenoles y antocianos en las uvas de una misma variedad cultivadas en diferentes regiones vitícolas de la provincia de Mendoza (distintos oasis productivos).

## **3. Objetivos.**

### **3.1. Objetivo general.**

- Evaluar el potencial polifenólico de uvas Bonarda de Mendoza en distintos momentos de su maduración.

### **3.2. Objetivos particulares.**

- Evaluar la evolución del contenido polifenólico desde el envero hasta la madurez.
- Proponer criterios para contribuir a determinar el momento oportuno de cosecha de la variedad Bonarda en función del potencial polifenólico.
- Valorar el potencial polifenólico de las uvas Bonarda de diferentes regiones vitícolas de Mendoza.

## **4. Materiales y Métodos.**

Se evaluaron uvas de la variedad Bonarda. Los ensayos se realizaron durante dos años consecutivos: 2012 (inicio: 6 de febrero, fin: 9 de abril), y 2013 (inicio: 13 de febrero, fin: 3 de abril), en viñedos ubicados en dos regiones vitícolas diferentes de Mendoza (Argentina), de manera de obtener una variabilidad representativa según el ambiente de cultivo.

## **4.1. Área de estudio.**

### **A. Luján de Cuyo.**

Las muestras se obtuvieron de un viñedo perteneciente a una firma privada, ubicado a 1050 metros sobre el nivel del mar, en el departamento de Luján de Cuyo, distrito Agrelo. Esta área, está ubicada en la región de la zona Alta del Río Mendoza. La misma, presenta un clima templado cálido, con noches frías, presentando una gran amplitud térmica (de Borbón, *et al.*, 2008). La precipitación promedio anual es de 193 mm, registrándose con mayor frecuencia durante el verano.

La plantación está en suelos franco arcillosos muy pobres, que esconden un lecho de piedras a 4 metros de profundidad. (Datos proporcionados por el propietario).

Del total de la parcela se seleccionó un cuartel de 2.8 ha para llevar a cabo el muestreo. El viñedo, está conducido en parral tetralateral o H, con un marco de plantación de 3 x 2 metros, y riego superficial en melgas. Las plantas se encontraban en óptimas condiciones de manejo fitosanitario y estado hídrico.

### **B. Rivadavia.**

El viñedo se ubica en la zona Este, departamento de Rivadavia, distrito Los Campamentos, ubicado a unos 600 metros sobre el nivel del mar. En esta zona el clima es árido, correspondiente a cálido con noches frías (de Borbón, *et al.*, 2008). Las precipitaciones alcanzan a 192 mm anuales, predominando los vientos del cuadrante sudeste.

La plantación en esta zona presenta suelos, en general, livianos, arenosos y sueltos.

En este caso el viñedo, perteneciente a una firma privada, cuenta con una superficie de 10 ha, de las cuales se muestreo un cuartel de 2 ha, cuyo sistema de conducción es cordón bilateral en espaldero alto, plantado en un marco de 2,8 x 0,5 metros, y riego por goteo. Las plantas se encontraban en óptimas condiciones de manejo fitosanitario y estado hídrico.

En relación a los sistemas de conducción, la bibliografía consultada detalla que, comparativamente desde el punto de vista del rendimiento, se puede apreciar diferencias, sin embargo, grandes modificaciones de la geometría de la superficie foliar dan lugar a respuestas cualitativas similares (Bartolomé, *et al.*, 1999).

En el caso de este ensayo, las diferencias en el sistema de conducción, no fueron tenidas en cuenta como un factor determinante en las variaciones que se pudieran encontrar.

Los datos climáticos de ambas zonas se detallan a continuación en la Tabla 4. Se tuvieron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas a las parcelas de las cuales se extrajeron las muestras, Estación meteorológica Los campamentos para Rivadavia y Estación meteorológica Perdriel para Luján de Cuyo. Los datos meteorológicos fueron extraídos de la base de datos de la *Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza*.

**Tabla 4:** Datos climáticos (temperatura y humedad relativa) de Rivadavia y Luján de Cuyo. Promedio de los dos años de muestreo (2012/2013).

<b>Temperatura (°C)</b>	Rivadavia	Luján de Cuyo	<b>Humedad Relativa</b>	Rivadavia	Luján de Cuyo
Máxima	40,6	37,9	Máxima	99,5	91,5
Mínima	-8,7	-10,5	Mínima	10	8
Promedio anual	16,5	14,2	Promedio anual	59,3	43,6
Media en verano	23,6	20,9	Media en verano	57,9	45,6
Media en invierno	9,1	7,2	Media en invierno	58,6	38,9

## **4.2. Toma de muestras.**

El seguimiento de la evolución de las características de calidad de las uvas se realizó en diferentes estadios de madurez mediante un muestreo semanal, desde pos-envero hasta la etapa de madurez industrial, (según la definición citada en el punto 1.3.).

- Fechas de muestreo 2012: 06/02, 13/02, 28/02, 12/03, 19/03, 26/03 y 09/04
- Fechas de muestreo 2013: 13/02, 18/02, 25/02, 04/03, 11/03, 18/03, 25/03 y 03/04

### **A. Diseño de muestreo.**

La toma de muestras se llevó a cabo mediante un diseño sistemático con arranque aleatorio, seleccionando de la parcela de estudio 5 hileras, de las cuales se tuvo en cuenta los claros (distancia entre postes), descartándose los de los extremos de cada hilera y seleccionando las plantas de un claro con uno de por medio.

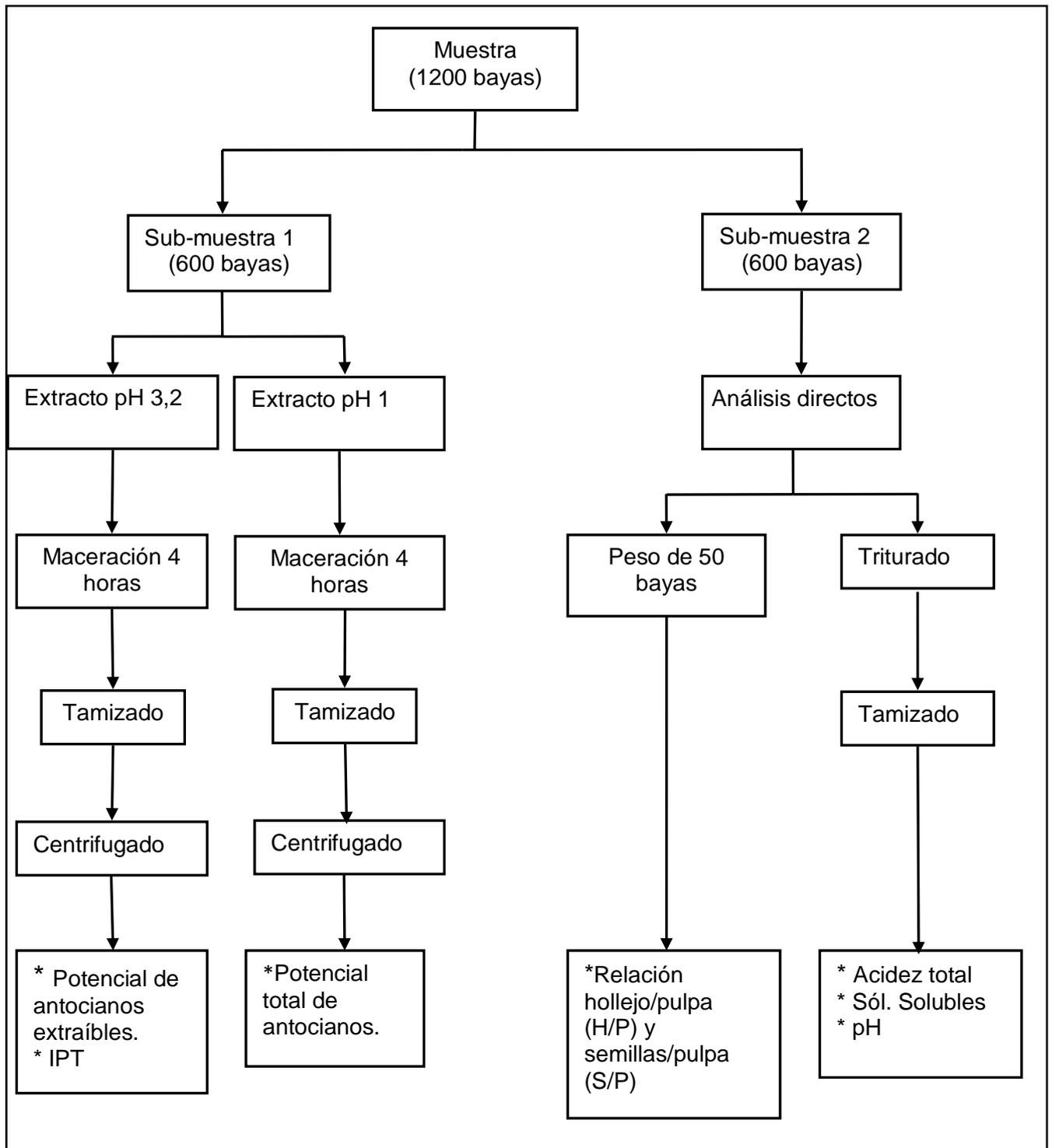
En cada claro, a su vez, se marcaron 3 plantas a las que se designó como X, Z e Y (1 muestra y 2 repeticiones). Con este criterio se marcaron 120 plantas de las que se extrajeron 30 bayas provenientes de diferentes racimos y diferentes sectores dentro de cada racimo (parte superior, media e inferior).

De este modo cada muestra (X, Y, Z) quedó constituida por 1200 bayas.

Finalizada esta etapa se llevaron las muestras al laboratorio para su identificación: número y nombre de la muestra, procedencia, variedad y fecha. A su vez, cada muestra se dividió en partes iguales obteniéndose dos sub-muestras de manera de realizar, en una de ellas, las determinaciones de rutina y en la otra la evaluación de la calidad polifenólica.

### **B. Esquema general del proceso analítico de las muestras.**

La metodología general seguida en el procesado de las muestras de uvas se presenta a continuación en el siguiente esquema (Figura 12):



**Figura 12:** Esquema general del proceso analítico de las muestras de uva.

### 4.3. Evaluación de la calidad global - Parámetros físico-químicos.

La evaluación de la calidad global merece consideración, mediante la utilización de parámetros analíticos clásicos o de rutina, ya que se utilizan profusamente desde hace más de 50 años para determinar la madurez industrial de la vendimia y su calidad.

En uvas se realizaron los siguientes análisis: sólidos solubles, acidez total y pH, peso de 50 bayas, relación hollejo/pulpa y semilla/pulpa.

Los métodos empleados para estas determinaciones fueron propuestos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (O.I.V.).

#### **A. Peso de 50 bayas.**

Es un parámetro del crecimiento fisiológico, en el que tomando diversas muestras a lo largo de la maduración de la uva, se puede seguir el proceso del aumento de peso del grano de uva en la parcela, y por tanto, la acumulación de agua y azúcares, y así, se convierte en un índice de madurez de la uva sencillo de realizar, considerando, a grosso modo, que una vendimia ha alcanzado su madurez cuando no experimenta incremento de peso en unos pocos días (Hidalgo, 1999, citado en Méndez Sánchez, 2005).

Su determinación se llevó a cabo tomando el peso, en balanza analítica de precisión, de 50 bayas tomadas al azar. Los granos deben estar enteros, sin romper, con su piel y pepitas, sin pedúnculo.

#### **B. Relación hollejo/pulpa (H/P) y semillas/ pulpa (S/P).**

En cuanto a las proporciones de hollejos y de semillas con respecto al peso total de la pulpa, S/P y fundamentalmente H/P, son valores a tener en cuenta para la evaluación de calidad en uvas de vinificar ya que posibilitan obtener mejores relaciones sólido/líquido al momento de la molienda, beneficiando la extracción de los compuestos químicos presentes en el hollejo durante la vinificación (González *et al.*, 2009)

Para calcular la proporción de cada parte constitutiva de la baya fue necesario determinar el peso medio de baya (PMB), el peso medio de los hollejos (PMH) y el peso medio de las semillas (PMS).

Con este propósito se separaron manualmente los hollejos y las semillas de las 50 bayas (pesadas en el punto A). Finalmente, previo secado con papel de filtro, se pesó cada fracción por separado. El peso de la pulpa fue estimado por diferencia entre el peso de la baya y los pesos de los hollejos y semillas.

A partir de las siguientes fórmulas se calcula la relación H/P y S/P:

$$H/P = PMH / (PMB - (PMS + PMH))$$

$$S/P = PMS / (PMB - (PMS + PMH))$$

Siendo:

PMB = peso 50 bayas (g) / 50

PMH = peso hollejo 50 bayas (g) / 50

PMS = peso semillas 50 bayas (g) / 50

### C. Acidez total.

Determinar la concentración de ácidos presentes en la muestra es de gran utilidad para evaluar el grado de madurez. La misma viene dada principalmente por ácido tartárico y málico, y secundariamente por ácido cítrico. Además de éstos tres, existen alrededor de una docena de otros menos importantes, que en su conjunto representan el 4 % de la acidez total (Martínez de Toda, 1991). El mismo autor dice que la acidez disminuye en el curso de la maduración.

Se llevó a cabo mediante una valoración potenciométrica con solución de hidróxido de sodio 0,1 N. De cada muestra se realizaron tres determinaciones, aceptando como resultado final el valor promedio de las mismas. Se expresa en gramos de ácido tartárico por litro de mosto (g/L).

A partir de la siguiente fórmula se calcula la acidez como ácido tartárico:

$$\text{Acidez total (g ácido tartárico/L)} = (\text{gasto de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 0,75)$$

### D. Sólidos solubles.

Esta determinación cuenta con la ventaja de ser sencilla, rápida y económica, por tal motivo es una de las más utilizadas a la hora de conocer el grado de madurez de las uvas.

En el mosto, alrededor del 90% del total de materias disueltas son azúcares fermentables, considerados como tal los compuestos más abundantes (Méndez Sánchez, 2005). Además hay ácidos, polifenoles, sales, proteínas, etc.

La medición del contenido de sólidos solubles se realizó con un refractómetro manual tipo ABBE.

Este aparato no lee azúcares en forma directa, si no que la escala del mismo expresa porcentaje de sólidos solubles (%SS) y mediante fórmulas empíricas se puede calcular los gramos de azúcar por litro (g/L).

En caso de utilizar refractómetro no autocompensado, la lectura debe corregirse por tabla para llevar los valores a 20°C (Tabla 5).

**Tabla 5:** Correcciones necesarias de porcentaje de sólidos solubles (% SS), cuando no se realiza a la temperatura de 20°C (para refractómetro no autocompensado).

Temp. °C	Lectura en Refractómetro										
	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,72	0,74	0,76	0,79
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,49	0,51	0,53	0,54	0,55
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,46	0,48
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,30	0,31	0,32
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,32
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48
27	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56	0,56
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,64
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73	0,73
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81

A partir del valor de sólidos solubles, se puede determinar aproximadamente la cantidad de azúcar presente en el mosto como sigue (Frigerio, 1986 citado en Vila, *et al.*, 2009):

$$\text{Azúcar (g/L mosto)} = (11,142 \times \text{lectura \%SS}) - 27,367$$

Se midió el contenido azucarino en forma indirecta, por medio de un refractómetro autocompensado por temperatura, por lo que no fue necesario realizar corrección. Cada muestra se analizó por triplicado, admitiendo como resultado final la media de las tres determinaciones, expresado con dos decimales.

## **E. pH**

El valor del pH en un mosto es un parámetro importante, porque el estudio de su evolución a lo largo de la maduración de la uva da una idea de su estado de madurez. Hay que tenerlo en cuenta a la hora de decidir el momento de vendimia, ya que con valores elevados podemos tener problemas de estabilidad microbiológica y, por tanto, necesidad de realizar posteriores correcciones de acidez de los mostos en bodega.

El pH está relacionado con el grado de disociación de los ácidos presentes en el medio, reflejado en la cantidad de iones hidrógenos ( $H^+$ ) que liberan. Se calcula mediante el logaritmo negativo (base 10) de la concentración de  $H^+$  en solución, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{pH} = - \text{Log} [H^+]$$

Su determinación se realizó en forma conjunta a la acidez total, utilizando el mismo potenciómetro, mediante una lectura directa. Los resultados se expresan con dos decimales.

## **4.4. Evaluación de la calidad polifenólica.**

Para estudiar la evolución, a lo largo de la maduración, de los contenidos en fenoles y antocianos de las uvas Bonarda, se analizó el Índice de Polifenoles Totales (IPT) y el Potencial de Antocianos Totales y Extraíbles en diferentes etapas de madurez de la uva. Las técnicas utilizadas corresponden a las descritas por Vila, *et al.*, (2009) en el manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva, donde se detalla el protocolo de la metodología inicialmente propuesta por Glories y Augustin (1993).

### **A. Índice de Polifenoles Totales.**

La evaluación del contenido global de polifenoles se realizó mediante la determinación del Índice de Polifenoles Totales (IPT), por medio de la medición de absorbancia a 280 nm del extracto obtenido por maceración de las uvas a pH 3,2 (Fanzone *et al.*, 2010; González-Neves *et al.*, 2003, 2006 y 2011)

El Índice de Polifenoles Totales se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\text{IPT} = \text{DO280} \times 100 \text{ (dilución)}$$

Siendo:

DO280 = Densidad Óptica a 280 nm.

## B. Estimación del potencial de Antocianos.

El método empleado para medir el potencial de antocianos es el propuesto por Glories y Augustin (1993) citado por Vila, *et al.*, (2009). El vector elegido para facilitar la extracción es la acidez. El principio del método consiste en extraer rápidamente las antocianinas de las películas de las bayas enteras trituradas, comparando entre los extractos obtenidos, por una parte en condiciones suaves a pH 3,2 y por otra en condiciones más extremas a pH 1, permitiendo romper la barrera de difusión. El medio ácido permite perturbar la membrana proteofosfolipídica, rompiendo las uniones proteicas y por consiguiente liberando el contenido vacuolar. La extracción a pH 1 implica la degradación de las membranas celulares de los hollejos, favoreciendo la liberación de los contenidos vacuolares y determinando la difusión y solubilización de la mayor parte de los antocianos de la uva, siendo propio del potencial total de antocianos. La extracción hecha a pH 3,2 es comparable a la que se realiza en una vinificación en tinto clásica, lo cual representa el potencial de antocianos extraíbles.

La diferencia entre los contenidos de antocianos de los extractos obtenidos de una y otra forma es una indicación del estado de fragilidad de las membranas de las células de los hollejos y por lo tanto refleja el estado de madurez de las uvas, y se expresa como porcentaje de extractabilidad (EA%). De tal forma que cuanto mayor sea este valor, menor es la difusión de los antocianos al vino.

Los análisis se realizaron a partir de dos maceraciones (Figura 13), a temperatura ambiente, de la uva entera triturada, efectuadas durante 4 horas con soluciones de pH 1 y 3,2 respectivamente. Los macerados fueron filtrados y luego centrifugados durante 4 minutos a 3000 r.p.m.

En el sobrenadante centrifugado se determinan antocianos totales y extraíbles para las muestras obtenidas a sus respectivos pH. Los sobrenadantes de cada maceración se tratan con etanol (0,1 % en HCl) y HCl 2%, esta solución se divide en dos partes, una de las cuales será blanqueada con bisulfito de sodio, y la otra no. Con el agregado de la solución anterior se blanquean los antocianos no polimerizados, los que luego son estimados, deduciéndolos de la medición de color rojo de la muestra de jugo no sometida a blanqueo. En último lugar, se realiza la medición de absorbancia a 520 nm. Asignamos el cero del espectrofotómetro con agua destilada.

Los análisis se realizaron con un espectrofotómetro UV-Visible Cary-50 (Varian Inc, Mulgrave, Australia), utilizando celdas de cuarzo y de vidrio de 1 cm de recorrido óptico. Todos los análisis se hicieron con dos repeticiones (Anexo 1: Técnica del Método Glories).

El Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$EA\% = ((A1 - A_{3,2}) / A1) \times 100$$

Siendo:

A1 = Antocianos mg/L en maceración a pH 1 o Potencial de Antocianos totales.

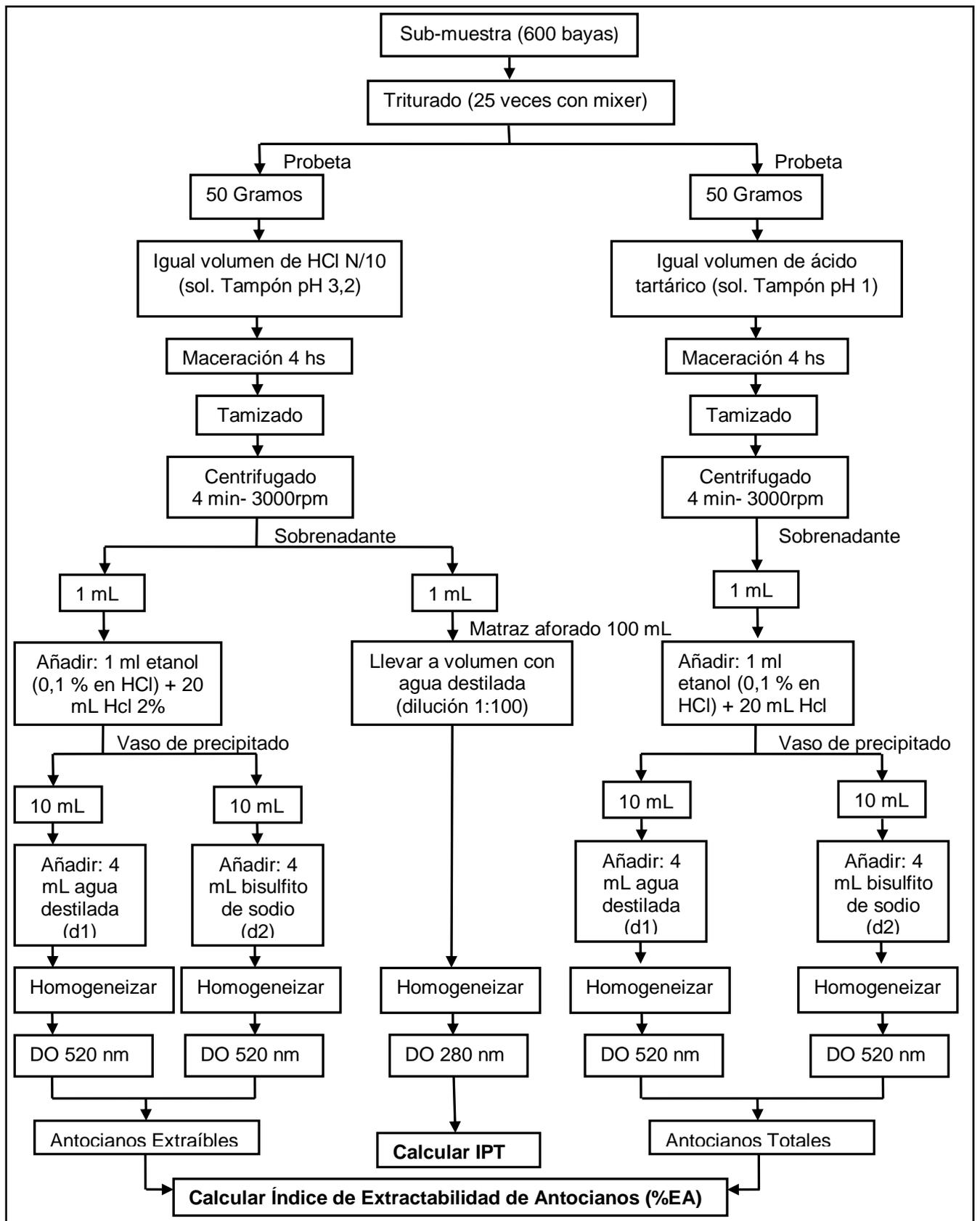
A<sub>3,2</sub> = Antocianos mg/L en maceración a pH 3,2 o Potencial de Antocianos extraíbles.

Los extractos a pH 3,2 y pH 1 se realizaron según el esquema de la Figura 13, en el que se detallan las determinaciones realizadas y los volúmenes de reactivos utilizados.

#### **4.5. Análisis estadístico.**

Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat para Windows (versión 2016e). Se confeccionaron diagramas de puntos, de medias e intervalos de confianza, de las variables medidas, para evaluar la evolución temporal de los datos en el período a estudiar. En base a la información descriptiva presentada, se realizó una discusión de las similitudes y diferencias de las variables involucradas.

En función de los objetivos del presente trabajo, la frecuencia de muestreo establecida y la metodología analítica propuesta para alcanzar dichos objetivos, se privilegió la obtención de muestras representativas que abarcaran distintos sectores de la parcela en estudio y que permitieran monitorear la evolución de diferentes variables durante un período de tiempo de importancia vitícola-enológica. Esto motivó el contar sólo con tres muestras representativas por fecha de muestreo, las cuales son conformadas por unidades (bayas) provenientes de diferentes sectores del viñedo. Esta circunstancia impide la realización de pruebas estadísticas adicionales para estimación de diferencias estadísticas entre medias de las variables dependientes.



**Figura 13:** Esquema del procesamiento de las sub-muestras para la evaluación de la calidad polifenólica.

## **5. Resultados y Discusión.**

En esta sección se muestran los resultados obtenidos para el seguimiento de la maduración de las uvas Bonarda de las dos regiones de estudio propuestas; Rivadavia y Luján de Cuyo, durante los ciclos 2012 y 2013. Así mismo la organización de los resultados y el correspondiente análisis se hizo atendiendo una serie de parámetros e índices que se dividen en 2 grupos:

### 5.1 - Evaluación de la calidad Global - Parámetros Físico-Químicos:

- A. Peso de 50 bayas (g).
- B. Relación hollejo/pulpa (H/P) y semillas/ pulpa (S/P).
- C. Acidez total.
- D. Sólidos solubles.
- E. pH

### 5.2 - Evaluación de la calidad Polifenólica:

- A. Índice de polifenoles totales (IPT).
- B. Estimación del potencial de antocianos.
- C. Extractabilidad de antocianos (%EA).

Los valores de los resultados promedios y desviaciones estándares obtenidos para cada uno de los parámetros, durante el período de muestreo, figuran en las Tablas 6 a 15 del Anexo 2, mostrándose a continuación los gráficos de evolución de los valores medios obtenidos a lo largo de la maduración para cada una de las zonas de estudio.

### **5.1. Evaluación de la calidad Global - Parámetros Físico-químicos.**

A continuación se realizará un análisis comparativo de los resultados generales obtenidos de ambas zonas y en los dos años de muestreo, con el fin de conocer la evolución de los parámetros físico-químicos ocurridos durante el período de maduración.

Los valores de los parámetros físico-químicos para la primera y segunda temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan respectivamente en las Tablas 6 y 7 del Anexo 2.

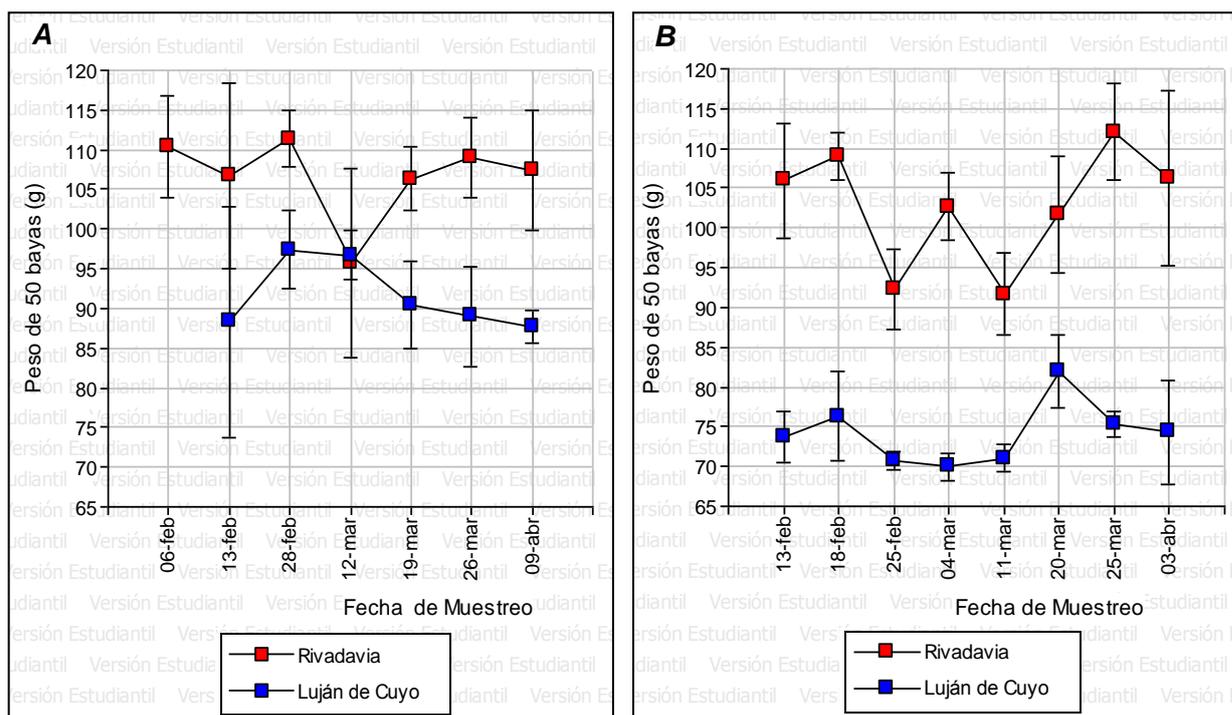
#### **A. Peso de 50 bayas (g).**

Tomando en consideración, el peso del grano a lo largo de la maduración (Figura 14), para cada fecha, la media y su intervalo de confianza, durante el 2012 se observó una superposición de intervalos; mientras que en el año 2013 no se apreció lo mismo, lo que sugirió que el peso promedio de Rivadavia y Luján fueron distintos en esa temporada.

A su vez, comparando las gráficas entre años para Luján, la diferencia de los valores promedios pueden interpretarse como producto de un manejo diferente del viñedo de un año a otro; aspecto que no se tuvo en cuenta durante el ensayo.

La evidencia descriptiva sugiere valores promedios más elevados en la parcela de Rivadavia durante los dos años de ensayo, éstas diferencias pueden originarse en las diferentes condiciones, climáticas principalmente, presentes en ambas zonas (de Borbón, *et al.*, 2008. Méndez Sánchez, 2005) y en los dos años de muestreo (Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza).

De acuerdo al comportamiento observado en la Figura 14 puede verse que en el periodo elegido para el estudio, la última etapa corresponde a una etapa de sobremadurez ya que en todos los casos el peso de 50 bayas disminuyó en este último muestreo respecto de la fecha previa.



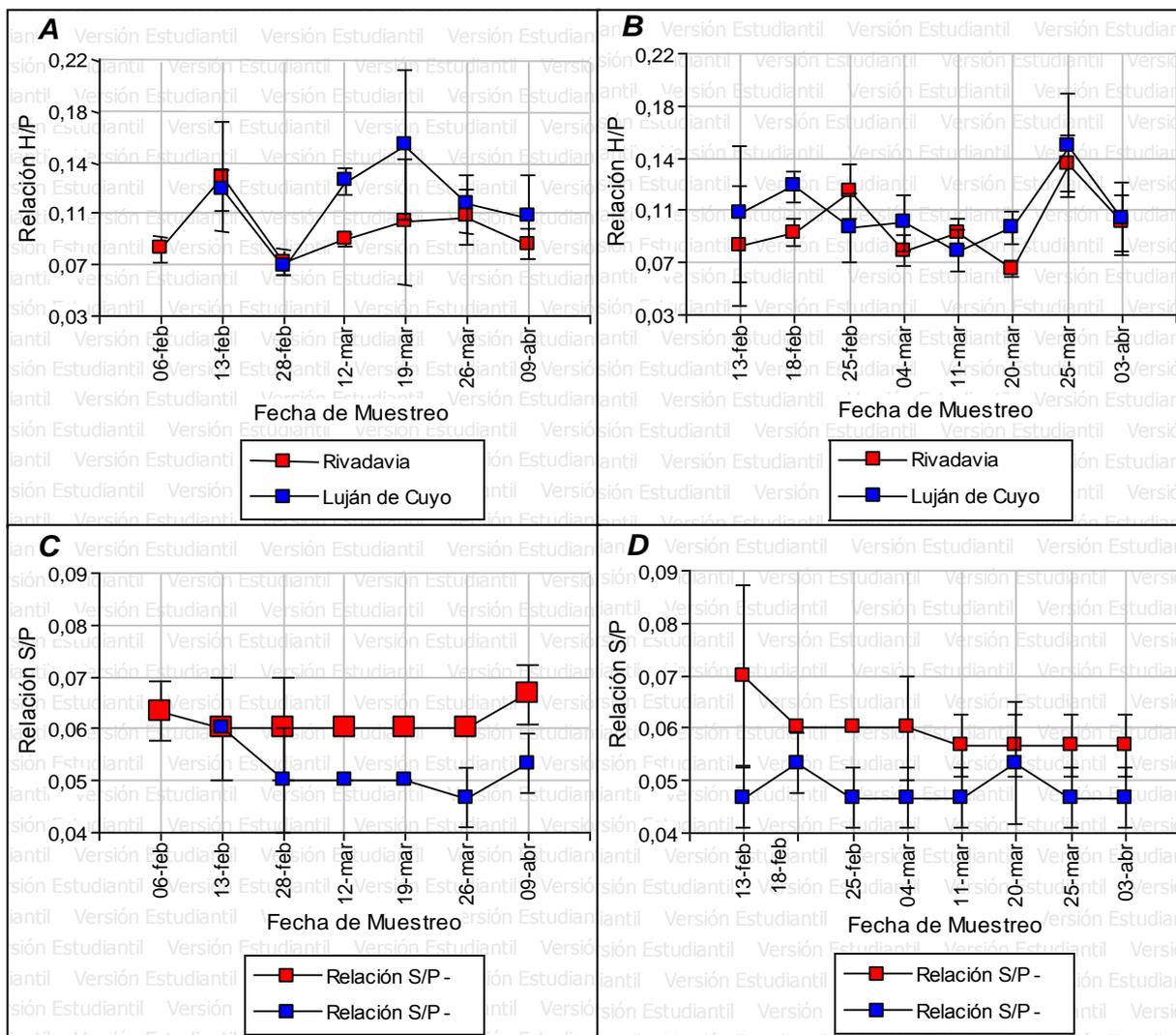
**Figura 14:** Evolución del peso de 50 bayas; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).

### B. Relación hollejo/pulpa (H/P) y semillas/ pulpa (S/P).

Teniendo en cuenta la evolución de la relación H/P en las uvas (Figura 15 A y B), para cada fecha, la media y su intervalo de confianza, se observó un solapamiento de intervalos similar de un año a otro, lo que evidenció un comportamiento semejante para las uvas provenientes de ambas regiones y en ambas temporadas.

De la apreciación de las gráficas entre años, para la misma variable, puede observarse que hubo menor variabilidad, a lo largo del período estudiado, de los valores promedios durante el periodo 2013.

En cuanto a la evolución de la relación S/P (Figura 15 C y D), la evidencia descriptiva sugiere valores promedios más elevados en la parcela de Rivadavia durante los dos años de muestreo. No se observó diferencia de un año a otro en ambas zonas.

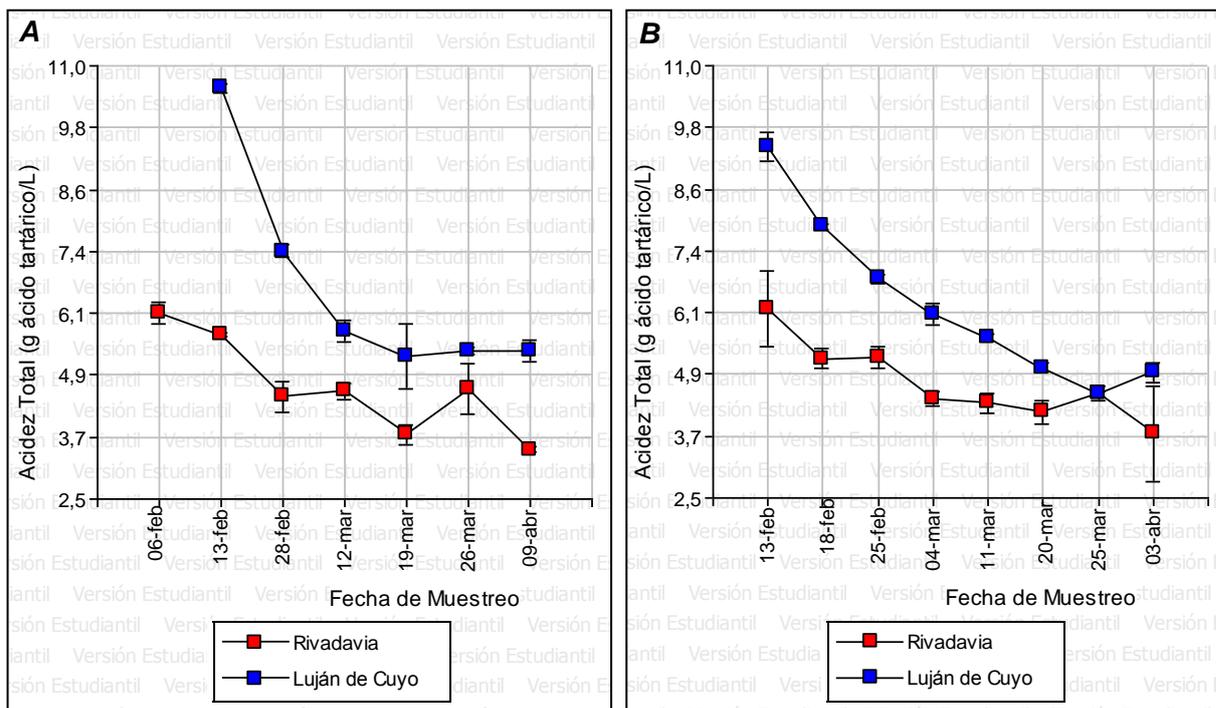


**Figura 15:** Evolución de la relación H/P y S/P; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (**H/P**: A = 2012; B = 2013; **S/P**: C = 2012; D = 2013).

### C. Acidez total.

En la evolución de la acidez total (Figura 16) se observó un comportamiento acorde a lo esperado (Méndez Sánchez, 2005), al disminuir constante y notablemente su concentración durante el período de maduración de las uvas.

Tomando en consideración, para cada fecha, la media y su intervalo de confianza, los valores de acidez más elevados se encontraron en la zona de Luján de Cuyo y en los dos años de muestreo. Este comportamiento puede deberse a las diferentes condiciones climáticas, notablemente más frío en comparación con la zona de Rivadavia, presentando una gran amplitud térmica que influye en la actividad respiratoria de la vid (L de Borbón, *et al.*, 2008).

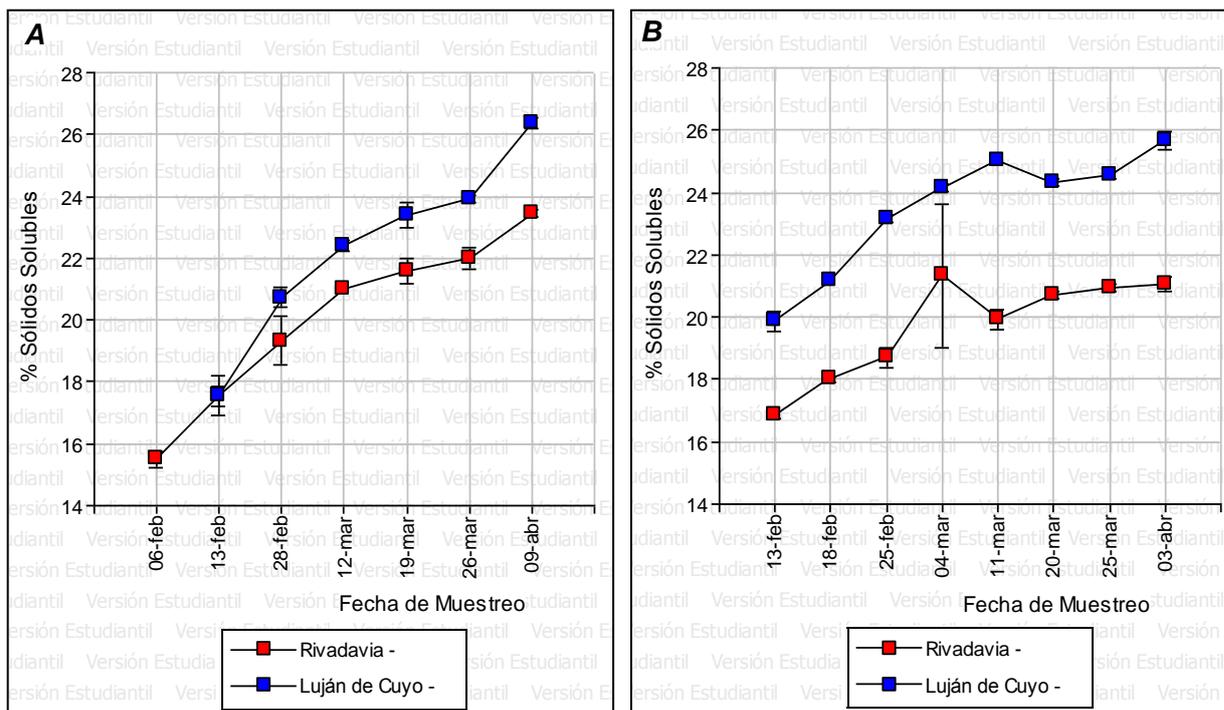


**Figura 16:** Evolución del contenido total de ácido tartárico; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).

#### D. Sólidos solubles.

De la apreciación del porcentaje de sólidos solubles (Figura 17), para cada fecha, la media y su intervalo de confianza, se observó una evolución parecida, donde la concentración del contenido azucarino aumentó durante todo el muestreo, en las dos parcelas y en los dos años.

A su vez, se observaron diferencias entre las zonas, siendo en ambas temporadas, notablemente superiores los valores promedios alcanzados por las uvas de Luján de Cuyo. Inclusive en el 2013 las uvas de Rivadavia no mostraron diferencias en este parámetro en las últimas tres fechas de muestreo, manifestando una detención en la acumulación de los azúcares en las bayas.

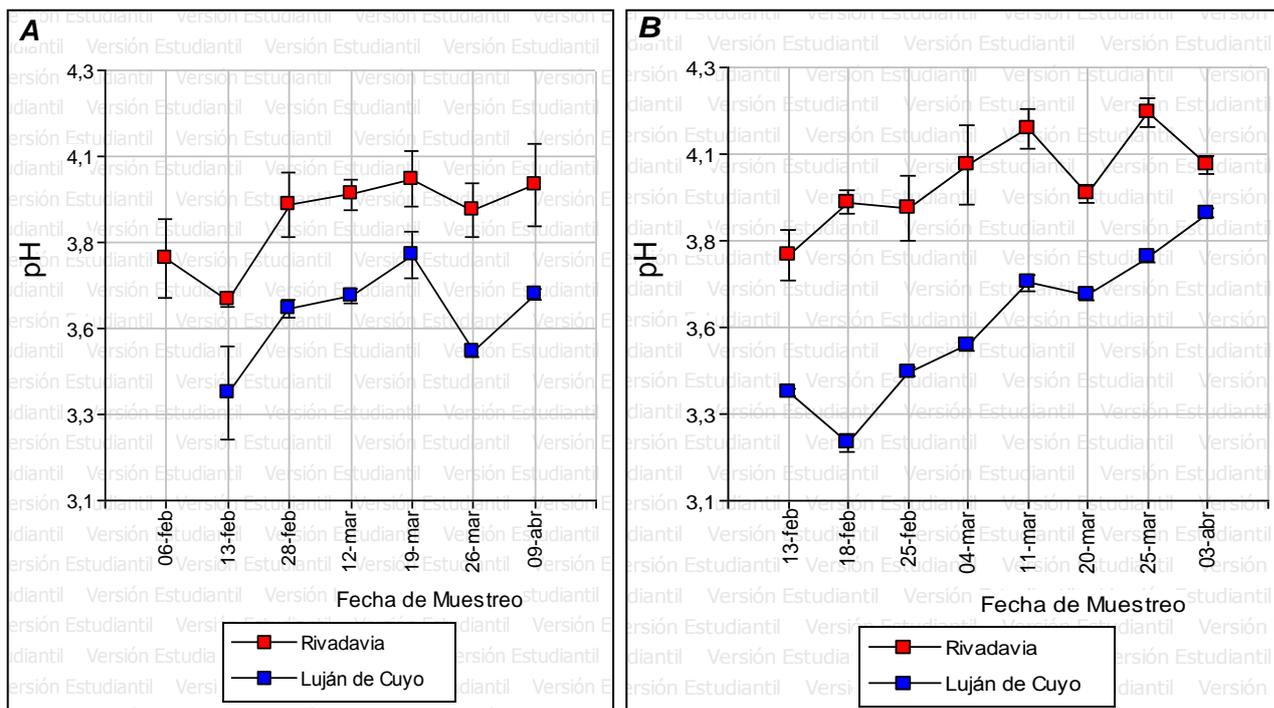


**Figura 17:** Evolución del porcentaje de sólidos solubles; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).

### E. pH

Tomando en consideración el comportamiento del pH (Figura 18), durante el periodo de maduración, la evidencia descriptiva sugiere valores promedios crecientes con el transcurso de la maduración. Esta conducta resulta normal, es decir acorde a lo esperado en cualquier proceso de maduración (Méndez Sánchez, 2005).

Se destacan valores de pH más elevados en la zona de Rivadavia durante los dos años consecutivos, lo cual se corresponde con los menores valores hallados de acidez total en la misma zona (Figura 16).



**Figura 18:** Evolución del pH; promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza, en dos años consecutivos (A = 2012; B = 2013).

## 5.2. Evaluación de la calidad Polifenólica.

Dado que se desea conocer el Potencial Polifenólico de las uvas Bonarda en diferentes regiones vitícolas, la presentación y análisis de los resultados se hará comparando las regiones para cada ciclo productivo.

### 5.2.1. Lujan de Cuyo/ Rivadavia- 2012.

#### A.Potencial de Antocianos Totales.

Los valores de Potencial de Antocianos Totales para la primera temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 8 del Anexo 2.

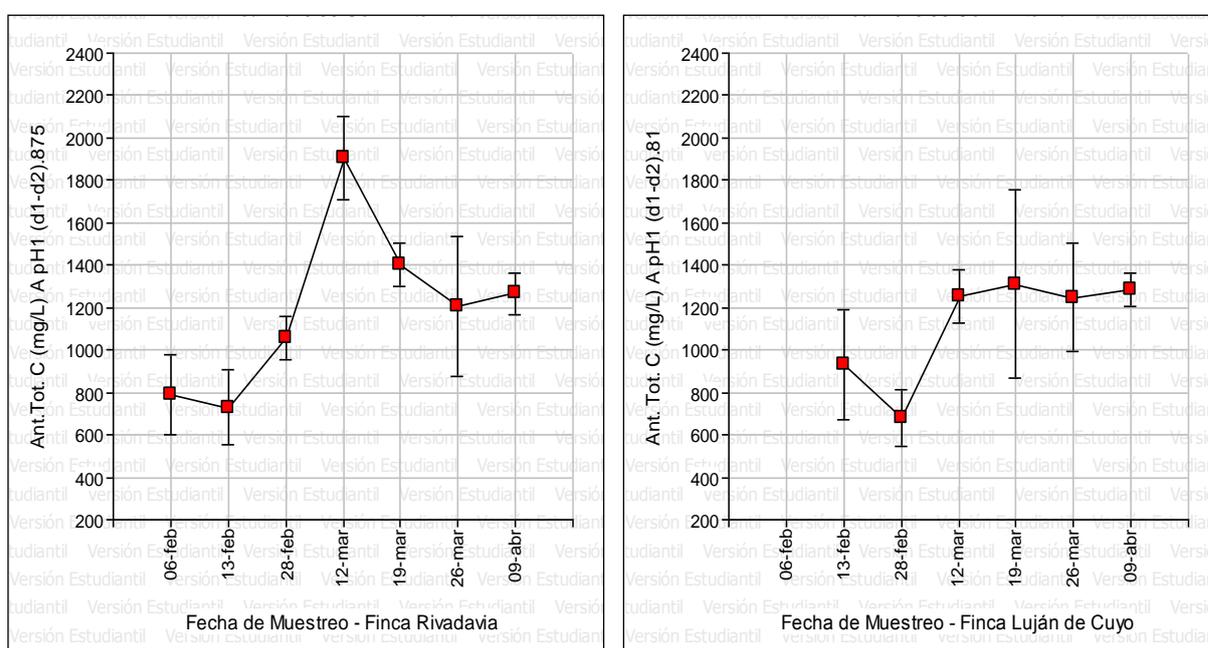
En la Figura 19 se puede observar, mostrándose para cada fecha, la media y su intervalo de confianza, la evolución del Potencial Total de Antocianos en las dos zonas de estudio (Luján de Cuyo y Rivadavia). Al inicio de la maduración, se pone de manifiesto un comportamiento similar en ambas zonas, con valores promedios comprendidos entre 800 y 900 mg/L de antocianos totales (aproximadamente). Posteriormente, en la zona de Rivadavia se apreció un aumento, con un valor máximo superior a los 1800 mg/L, y un descenso respecto de este valor hacia el final de la etapa. En ambas zonas, la evidencia descriptiva sugiere que los máximos se encontraron alrededor del 12 de marzo, es decir, en la misma fecha de cosecha,

pero con valores muy diferentes, siendo en la zona de Rivadavia alrededor de 700 mg/L superior a la de Luján de Cuyo.

En términos generales, en el período completo evaluado, comprendido entre el envero y la vendimia (principio de febrero/fines de marzo), en la zona de Luján de Cuyo, se hallaron valores más estables, mostrando dos momentos, al inicio del muestreo con promedios inferiores a 1000 mg/L, y al finalizar el mismo, con promedios superiores a 1200 mg/L pero sin variabilidad hasta el final de la evaluación. Es interesante destacar que al final del período evaluado se encontraron alrededor de 1200 mg/L de antocianos totales en las dos zonas.

Estas diferencias encontradas en los contenidos antocianicos en las uvas de zonas diferentes, coinciden a las halladas por Fanzone (2012) en uvas Malbec de distintas zonas de Mendoza.

Más allá de esto, es notable que en las dos últimas semanas evaluadas los valores promedios encontrados en ambas zonas fueron similares.



**Figura 19:** Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012.

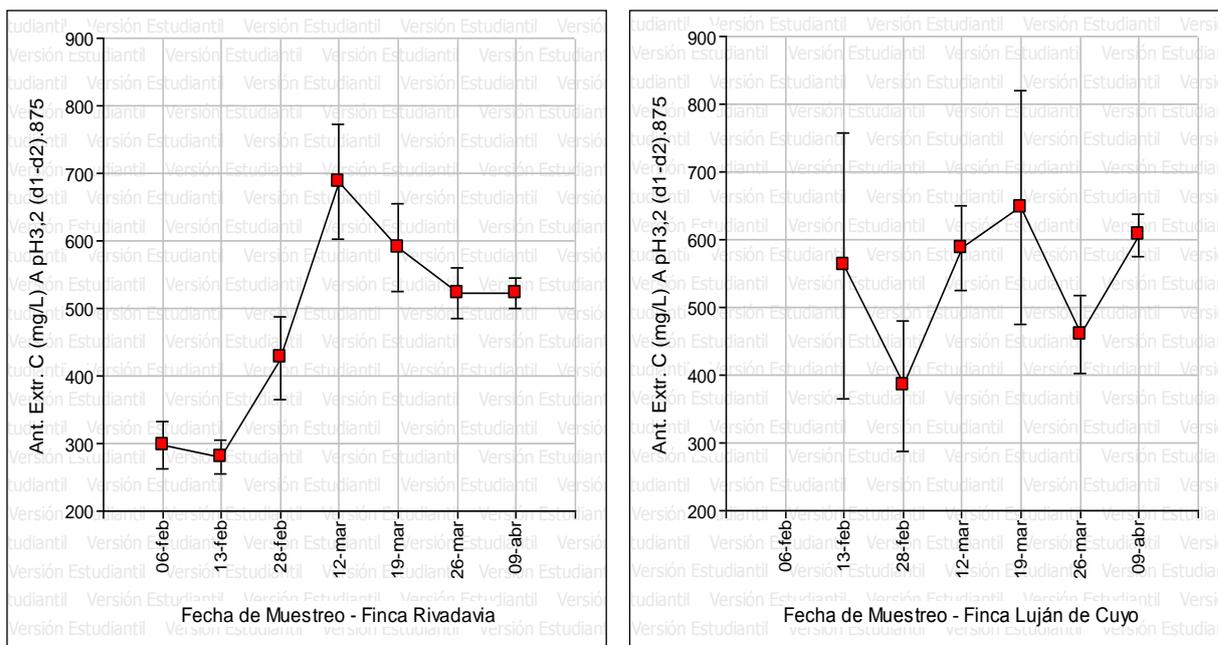
### B.Potencial de Antocianos Extraíbles.

Los valores de Potencial de Antocianos Extraíbles para la primera temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 9 del Anexo 2.

La evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles se muestra en la Figura 20. La evidencia descriptiva sugiere que durante el periodo estudiado, en la zona de Rivadavia, la etapa comenzó con valores bajos de antocianos extraíbles, entre 200-300 mg/L, de manera similar a la observada para el potencial de Antocianos Totales. Alrededor del 13 de febrero se apreció un brusco aumento, llegando a valores máximos superiores a los 600 mg/L de antocianos extraíbles y un descenso hacia fines del período de madurez que luego se mantiene en el

tiempo. En cuanto a la zona de Luján de Cuyo se encontraron valores promedio que no marcaban una tendencia clara, si no que se presentaron más estables, con valores mínimos y máximos de antocianos extraíbles entre 400 y 600 mg/L respectivamente, durante todo el periodo.

Tomando en consideración, las diferencias observadas en los contenidos antociánicos en uvas de zonas diferentes, se sigue mostrando coincidencia con resultados de otros estudios realizados en uvas de distintas zonas de Mendoza (Fanzone, 2012).



**Figura 20:** Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012.

### C. Extractabilidad de Antocianos (%EA).

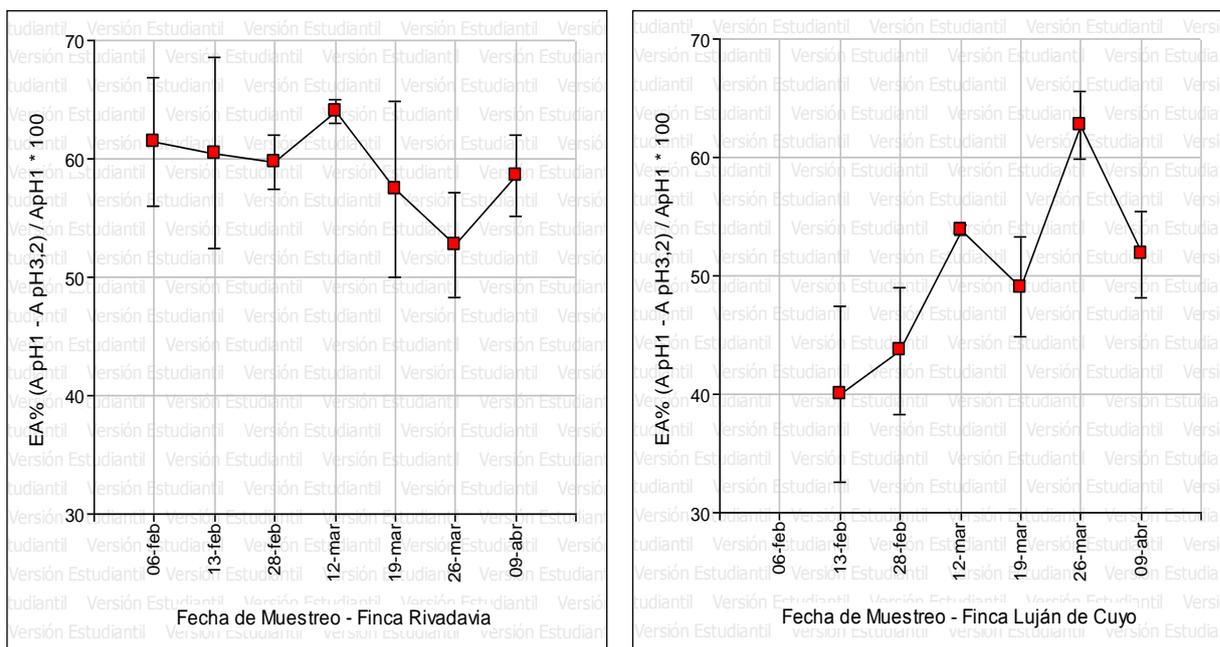
Los valores de EA % para la primera temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 10 (Anexo 2).

En cuanto a la evolución de EA% que se muestra en la Figura 21 se observaron valores mayores en la zona de Rivadavia, lo cual representa una menor difusión de los antocianos al medio. De la apreciación de la gráfica, para la misma zona, se evidenció la mayor extracción/difusión de estos compuestos, de las membranas de las células de los hollejos, alrededor del 26/03 por lo que la vendimia más conveniente debía realizarse en torno a esta fecha.

En la zona de Luján de Cuyo se apreció, al principio, un %EA bajo en promedio y aumentando desde el comienzo. De acuerdo al comportamiento observado, en esta zona, la mayor Extracción de Antocianos se produjo durante el mes de febrero, disminuyendo durante el mes de marzo.

A su vez, comparando los valores en una misma fecha, 26 de marzo, la diferencia de EA% promedios, 52,68 para Rivadavia y 62,74 en Luján de Cuyo, puede interpretarse como evidencia de un comportamiento muy diferente entre las dos zonas de muestreo, ya que para

el mismo día, Bonarda de Luján presentó un %EA máximo (menor difusión de Antocianos al medio), mientras que Bonarda de Rivadavia se encontró en su valor mínimo (mayor difusión de Antocianos al medio).



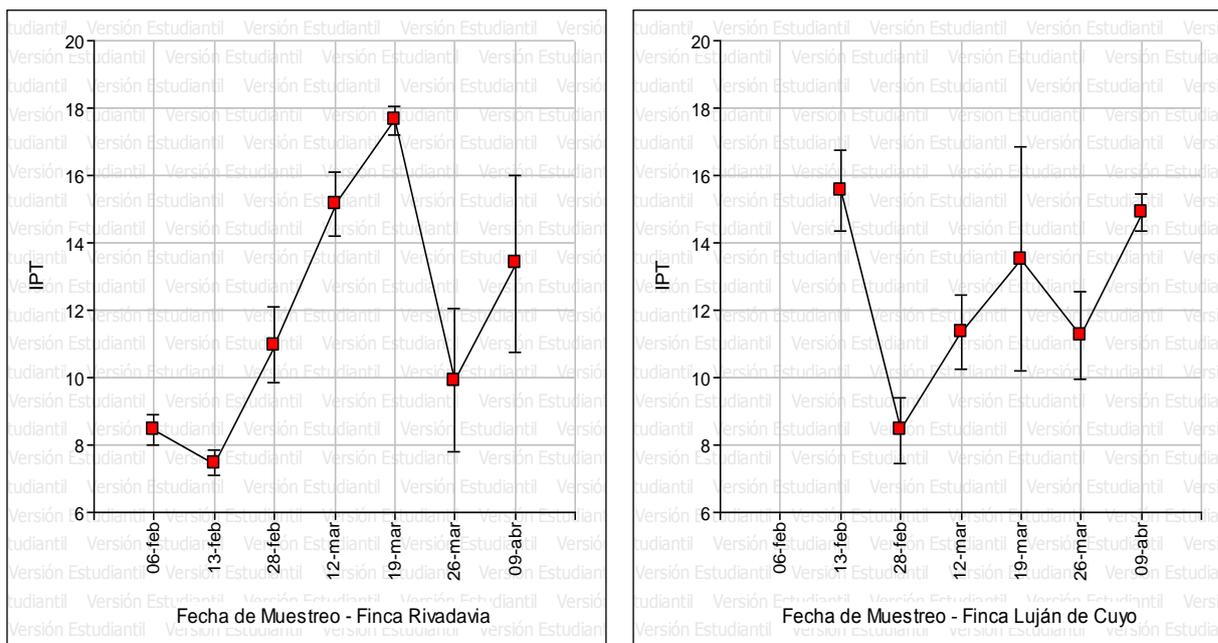
**Figura 21:** Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012.

#### D. Índice de Polifenoles Totales.

Los valores del Índice de Polifenoles Totales para la primera temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 11 (Anexo 2).

En la Figura 22 se observa que, la evolución del Índice de Polifenoles Totales, no presentó una tendencia clara como en el caso de otros parámetros relativos a la calidad polifenólica mostrados previamente.

La evidencia descriptiva sugiere valores promedios de contenidos fenólicos más bajos en la parcela de Rivadavia, con un comportamiento variable durante todo el ciclo, el cual es ascendente al principio (del 13 de febrero al 12 de marzo) con un posterior descenso, a partir del 26 de marzo vuelve a ascender. Por otro lado, pudo observarse una menor variabilidad de los valores promedios de esta variable en Luján de Cuyo con un descenso al principio y un aumento en el contenido fenólico luego del 28 de febrero hasta el final de la maduración (Figura 22).



**Figura 22:** Evolución del Índice de Polifenoles Totales (IPT); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2012.

## 5.2.2. Lujan de Cuyo/ Rivadavia- 2013.

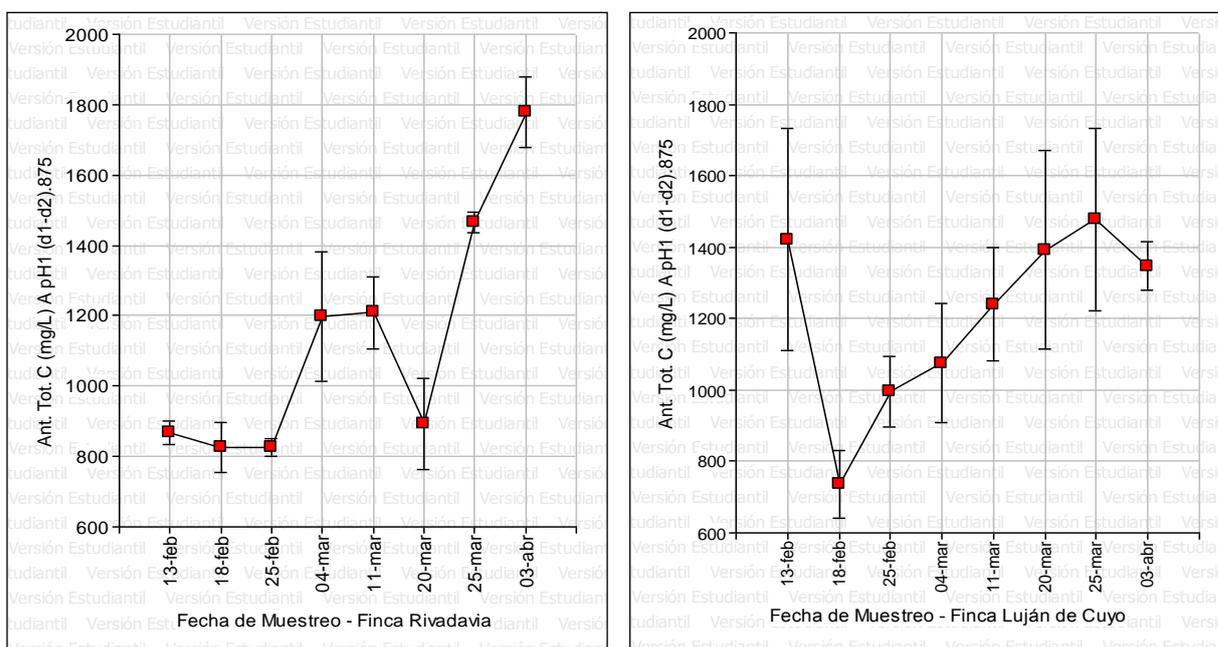
### A. Potencial de Antocianos Totales.

Los valores de Potencial de Antocianos Totales para la segunda temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 12 del Anexo 2.

La evolución en el Contenido Total de Antocianos en las zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo se puede observar en la Figura 23. Tomando en consideración, para cada fecha, la media y su intervalo de confianza, los valores de Antocianos Totales al inicio del periodo de maduración, durante los primeros días de febrero, mostraron un comportamiento muy diferente en ambas zonas. En tanto en Luján de Cuyo los valores inicialmente hallados fueron del orden de los 1400 mg/L de antocianos totales con un descenso en, tan sólo en los primeros 5 días, de aproximadamente 700 mg/l. En la zona de Rivadavia para la misma fecha, al inicio del periodo considerado, el valor fue menor a los 900 mg/L presentando una disminución en las siguientes fechas de muestreo del mes de febrero.

Al continuar la madurez se observó, en la zona de Luján, un aumento hasta el final del periodo evaluado (25 de marzo), llegando a valores máximos superiores a los 1400 mg/L de antocianos totales, observándose un descenso en el último muestreo. La zona de Rivadavia presentó mayor variabilidad de los valores promedios en la evolución de este parámetro. Se evidenciaron dos aumentos importantes, el primero se dio en el lapso del 25 de febrero al 11 de marzo, con valores por encima de los 1200 mg/L de antocianos totales. El otro aumento se

dio a partir del 18 de marzo, el ciclo finalizó con un aumento cercano a los 1800 mg/L de antocianos totales.



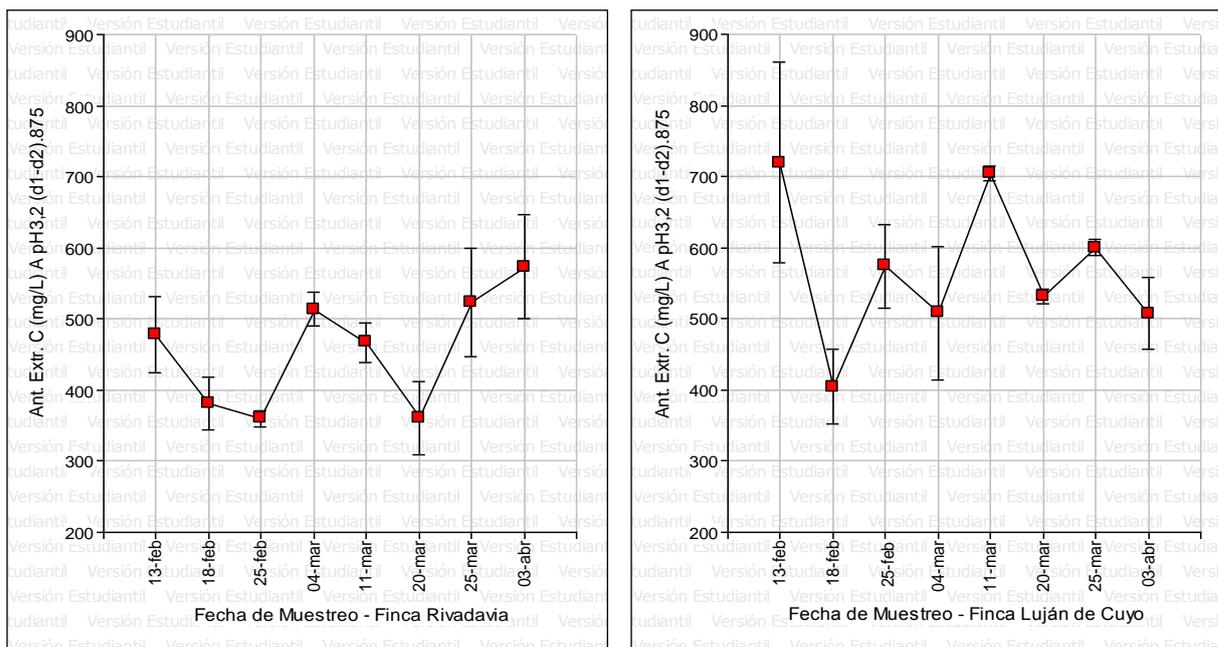
**Figura 23:** Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013.

### B. Potencial de Antocianos Extraíbles.

Los valores de Potencial de Antocianos Extraíbles para la segunda temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 13 (Anexo 2).

En la Figura 24 se observa la evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles a pH 3,2. En ambas zonas no se apreció una tendencia clara. De acuerdo al comportamiento observado, en la zona de Rivadavia, la etapa de madurez comenzó con valores bajos de antocianos extraíbles, cercanos a los 500 mg/L y finalizó el ciclo con menos de 600 mg/L de antocianos extraíbles. Mientras que en Luján la etapa de madurez comenzó con más de 700 mg/L y finalizó con alrededor de 500 mg/L de antocianos extraíbles.

De la apreciación de las gráficas entre zonas, para la misma variable, puede observarse que hubo menor variabilidad de los valores promedios en la parcela de Rivadavia en diferentes etapas del muestreo, y a su vez, los mismos, resultaron menores respecto de la otra zona.



**Figura 24:** Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013.

### c. Extractabilidad de Antocianos (%EA)

Los valores %EA para la segunda temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presentan en la Tabla 14 (Anexo 2).

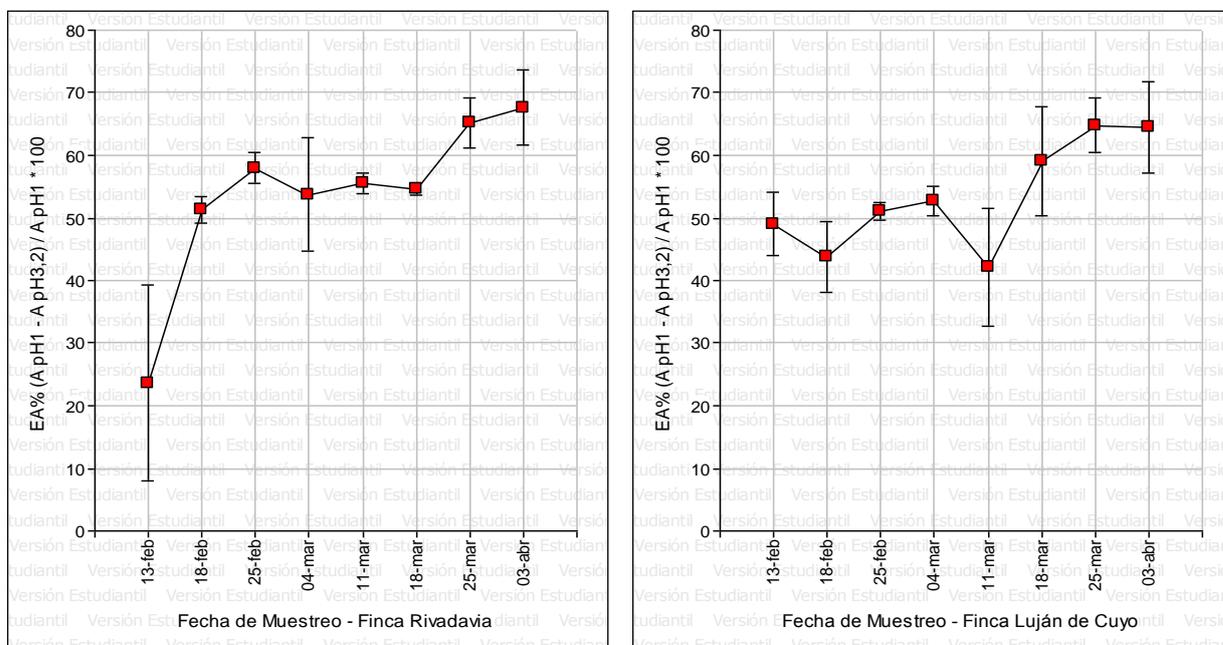
La evolución del Índice de EA para el año 2013 se observa en la Figura 25. Este porcentaje de Extractabilidad de Antocianos, que relaciona los contenidos totales y extraíbles, pone de manifiesto una menor diferenciación en todo el ciclo y a su vez, valores más uniformes entre el principio y el final del período evaluado para la zona de Luján de Cuyo. En esta zona la difusión máxima de los Antocianos al medio se dio en febrero y principios de marzo.

En cuanto a Rivadavia durante los primeros días del mes de febrero el %EA fue muy bajo, obteniéndose la mayor difusión de antocianos al medio. El comportamiento posterior fue ascendente hasta el final de la madurez, presentando valores con poca variabilidad comprendidos entre un 50 y un 65 %EA.

La evidencia descriptiva sugiere valores promedios de extractabilidad máximos similares en ambas zonas y en las mismas fechas de extracción de las muestras, por lo que la menor difusión se encontró a partir del 25/03. Se observa una evolución similar a la encontrada por Martínez *et al.* (2001), tanto en Cencibel como en Cabernet Sauvignon.

Los valores de EA% aumentaron durante el período de maduración, en la mayoría de los casos, lo que significa que la proporción de los antocianos fácilmente extraíble disminuyó. Esta evolución coincide con lo reportado por numerosos autores, como es el caso de estudios realizados por González Neves, en ensayos llevados a cabo durante 4 años (2001 a 2004), en viñedos de la variedad Tannat situados en el sur de Uruguay. Los análisis se hicieron desde el envero hasta la cosecha de las uvas, en ellos se observó que la extractabilidad de los antocianos tuvo una evolución diversa, según los viñedos y los años, con una tendencia decreciente durante la mayor parte del período evaluado (González Neves *et al.* 2010). En

cambio, otros autores (Glories y Augustin, 1993; Saint-Cricq *et al.*, 1998) señalan que la facilidad con la que se extraen los antocianos debería aumentar durante la maduración, como consecuencia de la degradación progresiva de las estructuras celulares de los hollejos por la actividad de pectinasas endógenas. En forma similar a lo observado en el presente trabajo, estudios realizados por Méndes Sánchez *et al.* (2005) en uvas de la variedad Bobal de la zona de Valencia (España), encontraron que durante los días siguientes al envero se dio el mínimo de extractabilidad antociánica, alcanzándose el máximo 20 días antes de la madurez tecnológica, descendiendo de nuevo moderadamente hasta ese momento.



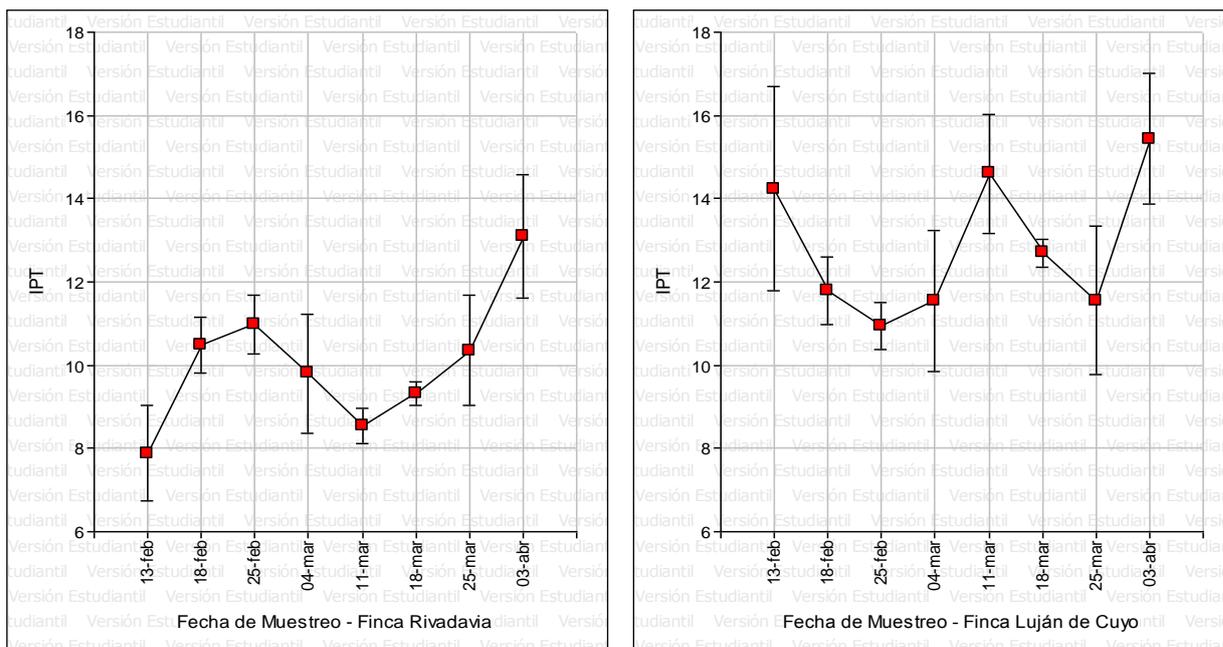
**Figura 25:** Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013.

#### **d. Índice de Polifenoles Totales (IPT).**

Los valores del IPT para la segunda temporada en que se evaluaron las uvas Bonarda en dos regiones diferentes, se presenta en la Tabla 15 (Anexo 2).

En la Figura 26 se observa la evolución del IPT, el comportamiento fue muy diferente en ambas zonas. De la apreciación de la gráfica, para la parcela de Rivadavia, se evidenció al principio valores bajos de IPT con un ligero ascenso y un posterior descenso progresivo en el tiempo, se valora hacia el final de la maduración un comportamiento ascendente gradual. En tanto en Luján, el IPT mostró un contenido de polifenoles totales iniciales aproximadamente del doble; pero no hubo una tendencia a aumentar en el tiempo. Más allá de las fluctuaciones, que pueden observarse, los valores obtenidos en cada muestreo se presentaron dentro de un mismo rango.

A su vez, se observaron diferencias entre las zonas, siendo durante todo el periodo, el contenido mayor en Luján, a excepción de la última fecha de muestreo donde se logra alcanzar un valor semejante en ambas zonas.



**Figura 26:** Evolución del Índice de Polifenoles Totales (IPT); promedio e intervalo de confianza (+/- 0,95), durante la maduración de uvas Bonarda provenientes de dos regiones vitícolas de Mendoza. Año 2013.

## 6. Evolución comparativa durante la maduración de Índices de Calidad Polifenólica en Uvas Bonarda en dos zonas

### ✓ Evolución de Antocianos Totales y Polifenoles Totales:

2012: Se encontraron diferencias importantes en la evolución del Índice de Polifenoles Totales y el Potencial Total de Antocianos. Ya que, el IPT no marcó una tendencia clara como en el caso de los Antocianos, los cuales aun con fluctuaciones mostraron un comportamiento ascendente en el tiempo.

2013: La evolución del IPT acompañó la evolución del Potencial de Antocianos Totales en la zona de Rivadavia hacia el final de la maduración, ya que ambos presentan un aumento gradual en el tiempo. En Luján de Cuyo el IPT no manifestó una tendencia a aumentar en el tiempo, aunque sí lo hizo el Potencial de Antocianos Totales.

En general las uvas de Luján mostraron mayor IPT, a excepción de la última muestra del año 2013.

### ✓ Correlación del Potencial de Antocianos Extraíbles y %EA:

2012: Se observó una correlación entre el Potencial de Antocianos Extraíbles y el %EA en la zona de Luján de Cuyo, siendo el potencial de antocianos extraíbles al iniciar y finalizar la madurez, superior al hallado en Rivadavia, presentando en esta zona, además, una mejor difusión de Antocianos al medio.

2013: Hubo mayor correlación entre el Potencial de Antocianos Extraíbles y el %EA en la zona de Luján de Cuyo, ya que donde se encontraron potenciales de Antocianos

extraíbles altos se dio, a la vez, una buena difusión de los mismos al medio. Esta información se puede utilizar para predecir la composición polifenólica.

En general la extracción y difusión de Antocianos fue mayor en la zona de Luján de Cuyo. Esta información es importante al momento de determinar el tiempo de maceración a aplicar en bodega, dado que uvas de este tipo con menor dificultad en el aporte de antocianos no requerirá procedimientos adicionales para favorecer este proceso.

✓ Correspondencia del %SS y el peso de las bayas:

2012: Durante este periodo se observó, en la zona de Luján de Cuyo, una acumulación de azúcares superior a la hallada en la otra zona. Sin embargo el peso de las Bayas resultó superior en Rivadavia.

2013: Al igual que en la temporada 2012, Luján de Cuyo presentó valores de concentración de azúcares muy superiores a los de Rivadavia. Lo mismo ocurrió con el peso de las bayas, siendo superior en Rivadavia.

El comportamiento interanual fue el mismo en las dos zonas. Se dio correspondencia inversa entre el %SS y el peso del grano.

✓ Evolución del pH y la Acidez Total durante la maduración:

2012 y 2013: Durante los dos años consecutivos, se destacaron valores de pH más elevados en la zona de Rivadavia, lo cual se corresponde con los menores valores hallados de acidez total (en ácido tartárico) en la misma zona. En forma similar a lo observado en el presente trabajo, estudios realizados por Fanzone (2012) en uvas de la variedad Malbec y Cabernet Sauvignon de las zonas Junín, Agrelo y Gualtallary (Valle de Uco), se encontraron valores de pH más altos en la zona Este (Junín), coincidentes con los menores niveles de acidez obtenidos para esta zona en el presente estudio.

## **7. Conclusiones.**

- ✓ Estos índices constituyen un dato relevante para la valoración del potencial enológico de la uva y para la definición de las condiciones de vinificación que permitan explotarlo de la mejor manera, tanto el contenido como la capacidad de difusión de los compuestos fenólicos, se podría adaptar la estrategia de vinificación, en función de los vinos que se pretendan elaborar.
- ✓ La evolución de los valores verificada para cada índice evaluado fue muy diversa según las situaciones, lo que significa que no se puede definir un momento de cosecha aplicable a todas las regiones y a todas las temporadas.
- ✓ A partir de los índices evaluados, y teniendo en cuenta el comportamiento variable, no es posible caracterizar las variedades en diferentes regiones.
- ✓ El estado de madurez tecnológica, concepto empírico construido en función de la acumulación de azúcares y disminución de la acidez, no mostró una evolución coincidente con el contenido potencial de antocianos. Más allá de ello, en la etapa de mayor contenido azucarino, finales del mes de marzo, sí pudieron observarse valores promedio altos del potencial de antocianos totales.

- ✓ El índice de extractabilidad no evolucionó de forma acorde al concepto de reflejar un incremento de la madurez acompañado con un aumento en la posibilidad de extraer más fácilmente los antocianos. El contenido potencial de antocianos extraíbles mostró fluctuaciones durante el período estudiado aunque éstas no fueron significativas, de modo que hacia el final del período estudiado, valores elevados de potencial total de antocianos acompañando similar potencial de antocianos extraíbles determinó un EA% mayor.

## 8. Anexos.

### Anexo 1: “Técnica del Método Glories” (Vila, *et al.*, 2009).

A continuación se detalla la técnica utilizada:

1. Tomar una de las sub-muestras (600 bayas) y colocarlas en un recipiente de gran superficie.
2. Triturar 25 veces para la variedad Bonarda con ayuda de un mixer.
3. Colocar en 4 probetas de 100 ml, 50 g de muestra triturada (tratando de colocar la misma proporción de jugo, hollejos y semillas).
4. Separar dos probetas para trabajar a pH 1 y dos para trabajar a pH 3,2. Seguir el siguiente esquema:
  - a. **Sol pH 1:** 50 g de muestra triturada + igual volumen de HCl N/10. Tapar y agitar.
  - b. **Sol pH 1`:** 50 g de muestra triturada + igual volumen de HCl N/10. Tapar y agitar.
  - c. **Sol pH 3,2:** 50 g de muestra triturada + igual volumen de solución de ácido tartárico. Tapar y agitar.
  - d. **Sol pH 3,2`:** 50 g de muestra triturada + igual volumen de solución de ácido tartárico. Tapar y agitar.
5. Dejar macerar por 4 horas, luego homogeneizar y posteriormente separar el sobrenadante en un vaso de precipitado.
6. Colocar 12 ml de este “sobrenadante” en tubos de centrifuga y centrifugar 4 minutos a 3000 r.p.m.

Determinación de Antocianinas en soluciones pH 1, pH 1`, pH 3,2 y pH 3,2`. Método por decoloración por SO<sub>2</sub>.

7. Proceder para cada pH (y el duplicado también) de acuerdo al siguiente esquema:
  - a. **Sol pH 1 y Sol pH 1` (duplicado):** Colocar 1 ml del centrifugado en vaso de precipitado, agregar 1 ml de etanol (0,1 % en HCl) + 20 ml de HCl 2 % (v/v). Homogeneizar. Separar en dos porciones de 10 ml cada una y colocar en la primera 4 ml H<sub>2</sub>O destilada (d<sub>1</sub>) y en la segunda porción 4 ml de bisulfito de sodio (d<sub>2</sub>).

- b. **Sol pH 3,2 y Sol pH 3,2` (duplicado):** Colocar 1 ml del centrifugado en vaso de precipitado, agregar 1 ml de etanol (0,1 % en HCl) + 20 ml de HCl 2 % (v/v). Homogeneizar. Separar en dos porciones de 10 ml cada una y colocar en la primera 4 ml H<sub>2</sub>O destilada (d<sub>1</sub>) y en la segunda porción 4 ml de bisulfito de sodio (d<sub>2</sub>).
8. Homogenizar y leer absorbancia a 520 nm con cubeta de 10 mm de recorrido óptico.
9. Calcular el Índice de Extractabilidad de Antocianos:

$$EA = ((A1 - A3,2) / A1) \times 100$$

Siendo: A1 = Antocianos mg/L en maceración a pH 1  
A3,2 = Antocianos mg/L en maceración a pH 3,2

#### Determinación de Compuestos Fenólicos Totales en solución a pH 3,2 (DO280).

7. Del sobrenadante centrifugado a pH 3,2 y pH 3,2 (duplicado) colocar 1 ml en matraz aforado de 100 ml. Llevar a 100 ml con H<sub>2</sub>O destilada. (Dilución 1:100 con H<sub>2</sub>O destilada del extracto a pH 3,2).
8. Homogenizar y leer absorbancia a 280 nm con cubeta de 1 cm de recorrido óptico.
9. Calcular el Índice de Compuestos Fenólicos Totales:

$$IPT = DO280 \times \text{Dilución}$$

**Dilución: 100**

Siendo: DO 280 la lectura de absorbancia a 280 nm de la dilución 1:100 con H<sub>2</sub>O destilada del extracto a pH 3,2.

## Anexo 2: Tablas.

**Tabla 6:** Valores promedios y desviaciones estándares, de los parámetros físico-químicos, de las dos zonas de estudio (Rivadavia y Luján de cuyo) en las fechas de muestreo 2012.

Fechas de muestreo 2012		06-feb	13-feb	28-feb	12-mar	19-mar	26-mar	09-abr	
Peso de 50 bayas (g)	Rivadavia	Promedio	110	107	111	96	106	109	107
		Desv. Estándar	5,24	9,53	2,88	9,74	3,30	4,08	6,18
	Luján de Cuyo	Promedio	-*	88	97	97	90	89	88
		Desv. Estándar	-*	11,88	4,03	2,54	4,50	5,10	1,70
Relación hollejo/pulpa (H/P)	Rivadavia	Promedio	0,08	0,13	0,07	0,08	0,10	0,10	0,08
		Desv. Estándar	0,01	0,03	0,01	0,00	0,04	0,02	0,01
	Luján de Cuyo	Promedio	-*	0,13	0,07	0,13	0,16	0,11	0,10
		Desv. Estándar	-*	0,01	0,00	0,01	0,04	0,01	0,03
Relación semillas/pulpa (S/P)	Rivadavia	Promedio	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07
		Desv. Estándar	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
	Luján de Cuyo	Promedio	-*	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
		Desv. Estándar	-*	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
%SS	Rivadavia	Promedio	15,5	17,53	19,33	21	21,6	22	23,47
		Desv. Estándar	0,22	0,52	0,66	0	0,33	0,28	0,09
	Luján de Cuyo	Promedio	-*	17,53	20,73	22,4	23,4	23,93	26,37
		Desv. Estándar	-*	0,25	0,25	0,16	0,33	0,09	0,12
pH	Rivadavia	Promedio	3,78	3,66	3,93	3,95	4	3,91	3,98
		Desv. Estándar	0,09	0,02	0,07	0,03	0,10	0,06	0,09
	Luján de Cuyo	Promedio	-*	3,4	3,71	3,67	3,78	3,51	3,68
		Desv. Estándar	-*	0,11	0,02	0,02	0,05	0,01	0,01
Acidez total	Rivadavia	Promedio	6,14	5,71	4,51	4,61	3,76	4,66	3,46
		Desv. Estándar	0,19	0,04	0,24	0,13	0,16	0,40	0,04
	Luján de Cuyo	Promedio	-*	10,57	7,36	5,79	5,29	5,42	5,4
		Desv. Estándar	-*	0,07	0,11	0,16	0,52	0,06	0,17

\*Nota: Para la zona de Luján de Cuyo, fecha 06/02 no pudo ser recolectada la muestra.

**Tabla 7:** Valores promedios y desviaciones estándares, de los parámetros físico-químicos, de las dos zonas de estudio (Rivadavia y Luján de cuyo) en las fechas de muestreo 2013.

Fechas de muestreo 2013		13-feb	18-feb	25-feb	04-mar	11-mar	18-mar	25-mar	03-abr	
Peso de 50 bayas (g)	Rivadavia	Promedio	106	109	92	103	92	102	112	106
		Desv. Estándar	5,96	2,28	4,02	3,23	4,12	6,08	5,10	8,99
	Luján de Cuyo	Promedio	74	77	71	70	71	82	75	74
		Desv. Estándar	2,61	4,63	0,93	1,69	1,10	3,81	1,09	5,54
Relación hollejo/pulpa (H/P)	Rivadavia	Promedio	0,08	0,09	0,12	0,08	0,09	0,06	0,14	0,10
		Desv. Estándar	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01
	Luján de Cuyo	Promedio	0,11	0,12	0,09	0,10	0,08	0,09	0,16	0,10
		Desv. Estándar	0,04	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02
Relación semillas/pulpa (S/P)	Rivadavia	Promedio	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
		Desv. Estándar	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	Luján de Cuyo	Promedio	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05
		Desv. Estándar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
%SS	Rivadavia	Promedio	16,9	18	18,7	21,3	19,9	20,7	20,9	21,0
		Desv. Estándar	0,09	0,08	0,24	1,89	0,25	0,09	0,09	0,19
	Luján de Cuyo	Promedio	19,9	21,2	23,1	24,1	25	24,33	24,5	25,7
		Desv. Estándar	0,25	0,00	0,09	0,09	0,00	0,09	0,09	0,25
pH	Rivadavia	Promedio	3,78	3,93	3,91	4,03	4,13	3,95	4,18	4,03
		Desv. Estándar	0,06	0,03	0,07	0,09	0,04	0,02	0,03	0,02
	Luján de Cuyo	Promedio	3,4	3,26	3,46	3,53	3,7	3,67	3,77	3,9
		Desv. Estándar	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Acidez total	Rivadavia	Promedio	6,22	5,24	5,26	4,46	4,36	4,19	4,54	3,76
		Desv. Estándar	0,60	0,15	0,17	0,39	0,16	0,19	0,04	0,77
	Luján de Cuyo	Promedio	9,40	7,84	6,81	6,12	5,65	5,06	4,55	4,97
		Desv. Estándar	0,23	0,05	0,07	0,18	0,06	0,07	0,13	0,16

**Tabla 8:** Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1) en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
06-feb	789,1	151,0	- *	- *
13-feb	730,2	146,4	930,9	209,3
28-feb	1055,6	83,6	679,6	110,3
12-mar	1908,2	160,6	1252,8	105,3
19-mar	1402,3	86,2	1309,3	363,6
26-mar	1207,3	271,2	1248,1	207,6
09-abr	1266,7	79,6	1287,0	64,2

**Tabla 9:** Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2) en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
06-feb	298,0	28,7	- *	- *
13-feb	280,0	21,0	561,8	160,4
28-feb	426,3	49,8	384,4	78,8
12-mar	687,2	69,5	588,1	51,4
19-mar	589,6	53,7	647,1	140,3
26-mar	521,9	30,5	460,3	46,8
09-abr	522,4	18,0	606,2	25,8

**Tabla 10:** Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA) en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
06-feb	61,39	4,43	- *	- *
13-feb	60,49	6,62	40,03	6,03
28-feb	59,72	1,89	43,64	4,32
12-mar	64,04	0,80	53,90	0,33
19-mar	57,43	6,05	49,02	3,44
26-mar	52,68	3,61	62,74	2,33
09-abr	58,60	2,81	51,81	2,95

**Tabla 11:** Evolución del Índice de Polifenoles Totales en las fechas de muestreo 2012. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
06-feb	8,46	0,36	- *	- *
13-feb	7,45	0,31	15,54	0,99
28-feb	10,97	0,93	8,43	0,79
12-mar	15,16	0,78	11,33	0,90
19-mar	17,62	0,35	13,51	2,71
26-mar	9,92	1,73	11,25	1,06
09-abr	13,39	2,15	14,88	0,45

\*Nota: Para la zona de Luján de Cuyo, fecha 06/02 no pudo ser recolectada la muestra.

**Tabla 12:** Evolución del Potencial de Antocianos Totales (pH=1) en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
13-feb	869,2	27,1	1421,3	252,6
18-feb	827,1	57,7	735,9	75,8
25-feb	824,4	20,5	996,8	80,8
04-mar	1196,0	149,9	1074,3	136,3
11-mar	1208,9	84,5	1239,4	129,3
18-mar	892,1	107,1	1392,2	225,7
25-mar	1465,0	24,1	1478,2	208,7
03-abr	1778,9	80,9	1346,4	54,8

**Tabla 13:** Evolución del Potencial de Antocianos Extraíbles (pH=3,2) en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
13-feb	477,6	43,9	719,8	115,7
18-feb	381,2	30,2	404,8	43,2
25-feb	359,7	8,5	574,0	47,8
04-mar	513,7	19,3	507,9	77,0
11-mar	467,0	22,8	704,5	7,8
18-mar	360,6	42,5	531,0	8,6
25-mar	524,0	62,4	599,9	8,9
03-abr	573,2	59,5	507,7	40,7

**Tabla 14:** Porcentaje de Extractabilidad de Antocianos (%EA) en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
13-feb	23,62	12,79	49,05	4,15
18-feb	51,27	1,71	43,74	4,67
25-feb	57,96	2,03	51,06	1,17
04-mar	53,70	7,41	52,73	1,94
11-mar	55,48	1,36	42,11	7,65
18-mar	54,58	0,80	59,07	7,11
25-mar	65,28	3,26	64,78	3,57
03-abr	67,55	4,88	64,46	5,88

**Tabla 15:** Evolución del Índice de Polifenoles Totales en las fechas de muestreo 2013. Valores promedios y desviaciones estándares de la variedad Bonarda en las Zonas de Rivadavia y Luján de Cuyo.

Fecha de muestreo	Rivadavia		Luján de Cuyo	
	Promedio	Desv. Estándar	Promedio	Desv. Estándar
<b>13-feb</b>	7,87	0,94	14,23	2,00
<b>18-feb</b>	10,49	0,54	11,78	0,67
<b>25-feb</b>	10,97	0,58	10,94	0,47
<b>04-mar</b>	9,80	1,17	11,54	1,38
<b>11-mar</b>	8,55	0,34	14,60	1,16
<b>18-mar</b>	9,31	0,23	12,69	0,27
<b>25-mar</b>	10,35	1,09	11,56	1,45
<b>03-abr</b>	13,08	1,21	15,44	1,30

## 9. Bibliografía.

- Alcalde, A. J. (1989). Cultivares vitícolas argentinas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Mendoza, Argentina: Ediciones INTA.
- Bartolomé, M. C.; Baeza, P.; Sotés, V.; Ruiz, C.; Lissarrague, J. R. (1999). Diferencias en la superficie foliar de cuatro sistemas de conducción de la vid y sus consecuencias en el desarrollo y la producción. *Investigación agraria. Producción y protección vegetales*; 14 (1-2), 173 – 190.
- Blouin, J., Guimberteau, G. (2004). *Maduración y Madurez de la uva*. España: Mundi-Prensa.
- Bordeu E., Gonzalez A. (2004). Madurez de cosecha y fermentación alcohólica. *Revista Enología* 01/2004; 1(5):29-34.
- Catania C.D., Avagnina de del Monte S., Uliarte E M., del Monte R. F., Tonietto J. (2007). El clima vitícola de las regiones productoras de uvas para vinos de Argentina. En: *Caracterização climática de regiões vitivinícolas ibero-americanas*. Eds. Tonietto J. e Sotés V. Bento Gonçalves : Embrapa Uva e Vinho.
- De Borbón, Liliana; Mercado, Laura; López, Marcela. (2008). Influencia del clima en bayas y mostos de las variedades Bonarda y Syrah de Mendoza (Argentina). *Revista FCA UNCuyo*. Tomo XL (2): 83-89.
- De rosas, María Inés; Agüero, Cecilia B.; Martínez, Liliana. (2009). Revelando el origen de la variedad de vid 'Bonarda' cultivada en Argentina a través del empleo de marcadores moleculares microsatélites. *Revista FCA UNCuyo*. Tomo XLI (1): 177-187.
- Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza. [en línea] [<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar>]. [Consulta: 08 julio 2016].
- Fanzone, M., Peña Neira, A., Jofre, V., Assof, M., y Zamora, F. (2010). Phenolic Characterization of Malbec Wines from Mendoza Province (Argentina). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58 (4), 2388-2397.
- Fanzone, Martín. (Mayo 2012). Caracterización de la Composición Fenólica de Uvas y Vinos de la Variedad Malbec (*vitis vinifera* L.): Su relación con el origen geográfico, factores vitivinícolas y valor comercial. (Tesis doctoral). Universitat Rovira I Virgili, Tarragona (España).
- Glories, Y., Augustin M. (1993). Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. *Compte Rendu Colloque Journée Techn. CIVB, Bordeaux*. pp., 56-61.
- Glories, Y. 1999. La maturità fenolica delle uve: primo parametro da controllare per una corretta vinificazione in rosso. *Vignevine*, **3**: 46-50.
- González, G., Nazralla, J., Beltrán, M., Navarro, A., de Borbón, L., Senatra, L., Alborno, L., Hidalgo, A., López, M., Gez, M.I., Mercado, L., Poetta, S., Alberto, M. (2009). Characterization of wine grape from different regions of Mendoza (Argentina). *Revista FCA UNCuyo*, 41, 165-175.

- González Neves, G., Ferrer, M., Carbonneau, A., y Moutounet, A. (2003). Adaptación de la vinificación en tinto en función del potencial polifenólico de las uvas. Experiencias realizadas en la vendimia 2001. *Agrociencia*. VII (1): 59-67.
- González Neves, G., Barreiro, L., Gil, G., Franco, J., Ferrer, M., Carbonneau, A., y Moutounet, M. (2004). Anthocyanic composition of Tannat grapes from the South region of Uruguay. *Analytica Chimica Acta*. 513(1): 197-202.
- González Neves, G., Gil, G., Barreiro, L., Ferrer, M., y Franco, J. (2006). Composición Fenólica de las Uvas de las Principales Variedades Tintas de *Vitis vinifera* Cultivadas en Uruguay. *Agrociencia*. X (2): 1-14.
- González Neves, G., Barreiro, L., y Gil, G. (Septiembre-Octubre 2008). Diferencias entre los Perfiles Antociánicos de Extractos de Hollejos, Uvas y Vinos de Variedades Tintas de *Vitis Vinifera*. *Revista Enología* N°4.
- González Neves, G., Ferrer, M., Gil, G., Charamelo, D., Balado, J., Barreiro, L., Bochicchio, R., Gatto, G., y Tessore, A. (Julio-Diciembre 2010). Estudio plurianual del potencial polifenólico de uvas Tannat en el sur de Uruguay. *Agrociencia Uruguay*. 14 (2):10-21.
- González Neves, G., Gil, G., Favre, G., Ferrer, M. (2011). Potencial polifenólico de la uva: índices propuestos y posibles aplicaciones. *Comunicata Scientiae*. 2(2): 57-69.
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). (2013a). Registro de Viñedos y Superficie. [en línea]. [[www.inv.gov.ar/inv\\_contenidos/pdf/estadisticas/anuarios/2013/Registro.pdf](http://www.inv.gov.ar/inv_contenidos/pdf/estadisticas/anuarios/2013/Registro.pdf)] [Consulta: 05 Octubre 2015].
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). (2013b). Informe Cosecha y Elaboración. [en línea]. [[www.inv.gov.ar/inv\\_contenidos/pdf/estadisticas/anuarios/2013/cosecha/1-INFORME\\_COSECHA.2013.pdf](http://www.inv.gov.ar/inv_contenidos/pdf/estadisticas/anuarios/2013/cosecha/1-INFORME_COSECHA.2013.pdf)]. [Consulta: 05 Octubre 2015].
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV). (2014). Producción de uva según Provincia de origen. [en línea]. [[www.inv.gov.ar/inv\\_contenidos/pdf/estadisticas/vinos/cosecha/2014/ProduccionTotaldeUvasSegunOrigen.pdf](http://www.inv.gov.ar/inv_contenidos/pdf/estadisticas/vinos/cosecha/2014/ProduccionTotaldeUvasSegunOrigen.pdf)]. [Consulta: 05 Octubre 2015].
- Martínez de Toda, Fernando. (1991). *Biología de la Vid: Fundamentos Biológicos de la Viticultura*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Martínez de Toda, Fernando. (2008). *Claves de la viticultura de calidad: Nuevas técnicas de estimación y control de la calidad de la uva en el viñedo*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Méndez Sánchez, J. S. (2005). *Estudio de la Maduración Fenólica y Antociánica en Uvas Tintas de Bobal para Diferentes Condiciones Agrológicas*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia.
- Moreno Arribas, M. V.; Polo, M. C. (2005). Estado actual de los conocimientos científicos sobre los aspectos del vino relacionados con la salud del consumidor. *Alimentación, Nutrición Y Salud*, Copyright Instituto Danone. 12 (2): 71-81.

- Nazralla, Jorge. (2012). La materia prima (apuntes de clase, ciclo 2012). Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Ciencias Enológicas y Agroalimentarias. Cátedra de Enología I.
- Observatorio Vitivinícola Argentino. (2013). La Evolución del Bonarda. Informe Especial / Evolución 2004 al 2012.
- Organización Internacional de la Viña y el Vino (O.I.V.). (2009). Compendio de Métodos Internacionales de Análisis - OIV. Resolución OIV-OENO 466-2012.
- Organización Internacional de la Viña y el Vino (O.I.V.). (2015). La producción mundial de vino en 2015. [en línea]. [<http://www.oiv.int/es/actualidad-de-la-oiv/la-produccion-mundial-de-vino-en-2015-se-estima-en-2757-mill-hl>]. [Consulta: 22 Septiembre 2016].
- Pinelo, M., Arnous, A., y Meyer, A. S. (2006). Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. Trends in Food Science & Technology, (17): 579-590.
- Ramirez, M. R.; Geracitano, L.; Marti Barros, D.; y Henriques, A. T. (2009). Efectos beneficiosos de extractos de frutas rojas y de sus Antocianos. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 8 (6): 456-468.
- Romero Cascales, I. (2008). Extracción de Compuestos Fenólicos de la Uva al Vino. Papel de los Enzimas de Maceración. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, España.
- Seminario Bonarda Argentina. (2013). Conclusiones sobre el seminario Bonarda Argentina: Presente y Futuro de un Gran Varietal. [en línea]. [<http://sommeliers.com.ar/print/7-81>]. [Consulta: 10 Marzo 2016].
- Vila, H. (2002). Efecto del tiempo de maceración sobre el color, la composición tánica y la astringencia de vinos Cabernet Sauvignon y Malbec. (Tesis de Grado de Master Scientiae). EEA Mendoza INTA.
- Vila, H. F., Paladino, S. C., Nazralla, J. F. B., y Lucero, C. C. (2009). Manual de técnicas analíticas para la evaluación de compuestos fenólicos y otros componentes de la uva. Mendoza, Argentina: Ediciones INTA.
- Zamora, F. (2003). Elaboración y crianza del vino tinto. Aspectos científicos y prácticos. 21-22. Madrid: Ediciones AMV.