



**INFLUENCIA DEL ESTADO DE MADUREZ Y LA EXPOSICIÓN DE LOS  
RACIMOS DE LA CV.PINOT NOIR (*Vitis vinifera* L.) EN LA  
COMPOSICIÓN DE LA UVA Y EL VINO, EN EL  
ALTO VALLE DE RÍO NEGRO Y NEUQUÉN.**

**ING. AGR. MARIO GALLINA**

**Director: Ing. agr. Msc. Hernán Vila  
Codirector: Ing. agr. Dr. Enrique Sánchez**

**Tesis presentada para optar al grado de  
MAGISTER SCIENTIAE**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
Facultad de Ciencias Agrarias  
MAESTRÍA EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA**

**AGOSTO DE 2009**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por haberme dado el tiempo y los recursos económicos para realizar este estudio de postgrado.

Al Ing. agr. MSc Hernán Vila por su dirección en esta tesis; al Ing. agr. Ph. D. Enrique Sánchez por su co-dirección en la misma.

A los Ing. agr. Carlos Catania, Federico Cassasa y Santiago Sari, del Centro de Estudios Enológicos de la EEA Luján de Cuyo, donde se realizaron las elaboraciones de todos los vinos del estudio.

A los señores Guillermo Muzas, Eduardo López, Ricardo López y Mónica Serrao por su colaboración en el laboratorio y en el campo.

A la Lic. Fernanda Menni por su apoyo a nivel estadístico.

A la señora Raquel Luna, bibliotecaria de la EEA Alto Valle.

A la señora Norma Pieralisi, bibliotecaria de la EEA Luján de Cuyo.

A los ayudantes técnicos Freddis Cabezas y Ángel Muñoz.

Al Ing. Agr. MSc Antonio Requena, del Área Riego y Drenaje de la EEA Alto Valle

Al área Comunicaciones de la EEA Alto Valle.

Al Área Poscosecha de la EEA Alto Valle por el instrumental reológico brindado.

Al Ing. agr. MSc Darío Fernández y al Dr Alejandro Giayetto, por sus correcciones en el escrito y la presentación.

Al jurado, M. Sc. Rosana Vallone, Ph. D. Edmundo Bordeu, M. Sc. Juan Cavagnaro, por sus aportes.

Y en especial a mi familia.

## RESUMEN

Los componentes de las uvas están influenciados por el microclima de la canopia y por el estado de madurez de éstas, incidiendo en la calidad o en la tipicidad del producto final.

El objetivo de este estudio fue determinar la diferencia térmica del microclima a nivel de los racimos, en las exposiciones este y oeste en un viñedo orientado norte – sur, y medir el posible efecto que tenga este factor - durante el desarrollo de las bayas y en tres estados diferentes de madurez- en las uvas y los vinos. Se llevó a cabo en la EEA Alto Valle, del INTA, 15 km al oeste de la localidad de General Roca, provincia de Río Negro.

Los racimos expuestos al oeste tuvieron mayores integrales térmicas y estuvieron más tiempo sometidos a temperaturas mayores al umbral fisiológico superior, que los expuestos al este. El peso y volumen de las bayas expuestas al oeste fueron menores en estadios medios de la Fase I y al final de la Fase III. No hubo diferencias en el resto de los componentes.

La composición de los vinos presentó más diferencias entre estados de madurez que entre exposiciones, siendo preferidos aquellos de cosechas medias o tempranas.

Si bien existen diferencias térmicas entre las exposiciones este y oeste de un viñedo, se traducen con menor magnitud o no lo hacen en la composición de las uvas y vinos de la cv. Pinot Noir. En cambio, una demora en la época de cosecha significa menor preferencia global, sin importar la exposición.

Palabras claves: *Vitis vinifera*, Pinot Noir, temperatura, estado de madurez, exposición.

## ABSTRACT

The components of grapes are influenced by the canopy microclimate and the stage of grape maturity. Those factor influence wine quality. The objetive of this study was to examine the thermal diference at cluster level between east and west exposure, in a vineyard north-south oriented, and to show the effect of that factor – during berries growth and three maturity moments- in the quality of the berries and wine. The research was carried out during 2005-2006 and 2006-2007 seasons, at the INTA Alto Valle Research Station located 15 km west of General Roca in the Río Negro province.

The west exposure clusters showed higher temperature accumulation and were exposed longer to higher temperatures than the east exposure ones.

The mass and volume of west exposed berries were lower in the middle of Stage I and the end of Stage III, than the esat exposed. No differences were found among other components.

The composition of the wine showed differences with maturity stages, but not with cluster orientation. Thus, wines of early and medium harvest were more preferred than wine from late harvest.

Although exists different thermal regimes between east and west exposures in a vineyard, there are few or not effects on berries and wine composition of Pinot Noir. On the other hand, a delay in the date of harvest corresponded to a less global preference regardless of cluster orientation.

Key words: *Vitis vinifera*, Pinot Noir, temperature, grape maturity, grape ripenning, exposure.

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
1.1 Ubicación geográfica y caracterización del Alto Valle del Río Negro y Neuquén	3
1.2 Fisiología del fruto	6
1.2.1 Desarrollo de la baya	6
1.2.2 Estado de madurez	9
1.2.3 Microclima de la canopia del viñedo y su efecto sobre la composición de las bayas	11
1.3 La cultivar Pinot Noir	13
1.4 Hipótesis	15
1.5 Objetivo general	15
1.6 Objetivos específicos	16
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
2.1 Características del sitio del ensayo	17
2.2 Diseño experimental, tratamientos y análisis estadístico	19
2.3 Mediciones y determinaciones en el cultivo	20
2.3.1 Homogeneidad del cultivo y fenología	20
2.3.2 Estado hídrico	21
2.3.3 Temperatura mesoclimática y a nivel de los racimos	22
2.3.4 Expresión vegetativa	22
2.3.4.1 Densidad de la canopia	22
2.3.4.2 Área foliar total (AFT) y área foliar expuesta (AFE)	22
2.3.4.3 Relación vegetativa/reproductiva	23
2.3.5 Muestreo de bayas	23
2.3.6 Evolución de la resistencia a la deformación de las bayas durante el envero	23
2.3.7 Peso, volumen y componentes de las bayas	24
2.3.8 Cosecha	25
2.4 Elaboración de los vinos	25
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>28</b>
3.1 Caracterización del viñedo	28
3.1.1 Fenología	28
3.1.2 Estado hídrico	28
3.1.3 Área foliar total (AFT), área foliar expuesta (AFE) y producción	30
3.1.4 Densidad de la pared de follaje	32

3.2 Condiciones climáticas	32
3.2.1 Temperatura a nivel de los racimos de acuerdo a la exposición	32
3.2.2 Daños por asoleado en las bayas	38
3.3 Evolución de los componentes de las bayas	39
3.3.1 Peso fresco, volumen y comienzo del envero	39
3.3.2 Evolución de los sólidos solubles del mosto	44
3.3.3 Evolución del pH del mosto	47
3.3.4 Evolución de la acidez del mosto	49
3.3.5 Evolución del contenido de antocianas de las bayas	51
3.3.6 Evolución del IPT de la piel de las bayas	55
3.4 Composición de las uvas a la cosecha	57
3.5 Características de los vinos	60
3.5.1 Datos analíticos del mosto encubado, temporada 2005-2006	60
3.5.2 Desarrollo de la fermentación y datos analíticos de los vinos terminados, temporada 2005-2006	60
3.5.3 Análisis sensorial de los vinos elaborados, temporada 2005-2006	62
3.5.3.1 Análisis descriptivo	62
3.5.3.2 Prueba de preferencia	64
3.5.4 Datos analíticos del mosto encubado, temporada 2006-2007	65
3.5.5 Desarrollo de la fermentación y datos analíticos de los vinos terminados, temporada 2006-2007	66
3.5.6 Análisis sensorial de los vinos elaborados, temporada 2006-2007	69
3.5.6.1 Análisis descriptivo	69
3.5.6.2 Prueba de preferencia	71
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>75</b>
<b>6. ANEXOS</b>	<b>85</b>
1. Homogeneidad de las plantas	85
2. Principales condiciones climáticas mensuales de octubre a marzo de las temporadas 2005-2006 y 2006-2007	86
3. Integrales térmicas de base 10°C, en °C/día, desde octubre a abril de las temporadas 2005-2006 y 2006-2007	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Descripción del perfil del suelo donde se realizó el trabajo	18
Tabla 2: Prácticas culturales del viñedo en estudio	19
Tabla 3: Fenología y fechas de cosecha de la cv. Pinot Noir para ambas temporadas	28
Tabla 4: Área foliar, producción e índice de Ravaz para ambas temporadas	31
Tabla 5: Point cuadrat de la canopia para ambas temporadas	32
Tabla 6a: Temperaturas a nivel de los racimos en la exposición este y oeste, temporada 2005-2006	35
Tabla 6b: Temperaturas a nivel de los racimos en la exposición este y oeste, temporada 2006-2007	36
Tabla 7a: Horas/día que superaron un umbral térmico en la exposición este y oeste de una espaldera, temporada 2005-2006	36
Tabla 7b: Horas/día que superaron un umbral térmico en la exposición este y oeste de una espaldera, temporada 2006-2007	37
Tabla 8a: Componentes de las uvas en la exposición este y oeste de una espaldera y en cada estado de madurez, en la temporada 2005-2006	58
Tabla 8b: Componentes de las uvas en la exposición este y oeste de una espaldera y en cada estado de madurez, en la temporada 2006-2007	59
Tabla 9: Sólidos solubles, acidez total y pH del mosto encubado de la cv. Pinot Noir, de la temporada 2005-2006	60
Tabla 10: Datos analíticos de vinos Pinot Noir, de la temporada 2005-2006	62
Tabla 11: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006	63
Tabla 12: Prueba de preferencia de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006	65
Tabla 13: Sólidos solubles, acidez total y pH del mosto encubado de la cv. Pinot Noir de la temporada 2006-2007	66
Tabla 14: Datos analíticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007	68
Tabla 15: Análisis cromático (Sistema Cie-Lab) de vinos Pinot noir de la temporada 2006-2007	69

Tabla 16: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007	70
Tabla 17: Prueba de preferencia de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007	72



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de la superficie cultivada con vid en las provincias de Río Negro y Neuquén en el lapso 1936-2005	5
Figura 2: Curva de crecimiento de la baya de uva y de sus semillas	6
Figura 3: Evolución del volumen y de los principales constituyentes de las bayas	8
Figura 4a: Evolución del $\Psi_{hm}$ de la cv. Pinot Noir a partir de la antesis, en la temporada 2005-2006	29
Figura 4b: Evolución del $\Psi_{hm}$ de la cv. Pinot Noir a partir de la antesis, en la temporada 2006-2007	29
Figura 5: Evolución diaria del potencial hídrico en hoja de la cv. Pinot Noir medidos en dos plantas, y evolución de la temperatura del aire en Abrigo Meteorológico (TA) y la temperatura a nivel de los racimos en la exposición oeste de la espaldera (TR)	30
Figura 6: Regresión lineal entre la longitud de cada brote (principal + feminelas) y su área foliar total	31
Figura 7a: Evolución de la temperatura a nivel de los racimos en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de una espaldera	33
Figura 7b: Evolución de la temperatura a nivel de los racimos en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de una espaldera	33
Figura 8a: Evolución de la temperatura del aire en abrigo meteorológico, de la radiación global y de la temperatura a nivel de los racimos, en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de la espaldera	34
Figura 8b: Evolución de la temperatura del aire en abrigo meteorológico, de la radiación global y de la temperatura a nivel de los racimos, en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de la espaldera	35
Figura 9a: Integrales térmicas con base 10°C, 20°C; 30°C, 35°C y 40°C en la cv. Pinot Noir, a nivel de los racimos en la exposición este y oeste de una espaldera, temporada 2005-2006	37
Figura 9b: Integrales térmicas con base 10°C, 20°C; 30°C, 35°C; 40°C en la cv. Pinot Noir, a nivel de los racimos en la exposición este y oeste de una espaldera, temporada 2006-2007	38
Figura 10a: Evolución del peso fresco por baya de la cv. Pinot Noir en la Exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2005-2006	40
Figura 10b: Evolución del peso fresco por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2006-2007	41

Figura 11a: Evolución del volumen por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2005-2006	42
Figura 11b: Evolución del volumen por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2006-2007	42
Figura 12a: Evolución de la firmeza (RRD: resistencia relativa a la deformación) de las bayas de la cv. Pinot Noir durante el envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006	43
Figura 12b: Evolución de la firmeza (Libras/pulgada <sup>2</sup> ) de las bayas de la cv. Pinot Noir durante el envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007	44
Figura 13a: Evolución de los sólidos solubles del mosto de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, a partir del envero en la temporada 2005-2006	45
Figura 13b: Evolución de los sólidos solubles del mosto de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, a partir del envero en la temporada 2006-2007	46
Figura 14: Evolución del peso fresco de las bayas, de la acumulación de los sólidos solubles en el mosto y de la acumulación de azúcar en las bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera	47
Figura 15a: Evolución del pH del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006	48
Figura 15b: Evolución del pH del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007	49
Figura 16a: Evolución de la acidez total del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006	50
Figura 16b: Evolución de la acidez total del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007	51
Figura 17a: Evolución del contenido de antocianinas / kg de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006	53
Figura 17b: Evolución del contenido de antocianinas / kg de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007	54

Figura 18: Evolución del contenido de antocianinas / baya y azúcar / baya en la exposición este y oeste de una espaldera, a partir del envero en las temporadas 2005-2006 y 2006-2007	55
Figura 19a: Evolución del IPT de la piel de bayas de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, temporada 2005-2006	56
Figura 19b: Evolución del IPT de la piel de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007	56
Figura 20: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006	64
Figura 21: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006	64
Figura 22: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007	71
Figura 23: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007	71

## 1. INTRODUCCIÓN

La Región Norpatagónica del Alto Valle de Río Negro y Neuquén tiene una extensa trayectoria vitivinícola enfocada mayoritariamente a lograr vinos de alta calidad y exportables.

La calidad es la suma de varios factores, uno de ellos es cosechar las uvas en el punto óptimo de madurez de acuerdo al estilo de vino buscado (Delteil, 2004; Hunter *et al.*, 2004). Vendimiando con distintos estados de madurez se modifica la composición de las bayas, la tipicidad varietal del vino y los rendimientos de uva, debido a la deshidratación de las bayas en madurez avanzada, entre otros aspectos (Lacey *et al.*, 1991; McCarthy y Coombe, 1999; Hunter *et al.*, 2004).

Vendimias tempranas pueden ocasionar en los vinos sabores herbáceos, dar menos color, menos cuerpo y más astringencia. En oposición, vendimias tardías pueden aparejar excesiva deshidratación de las bayas, desprendimiento natural de las bayas del racimo, pérdidas de aromas deseados, aromas y sabores a pasas, sobre maduro, mermelada; provocar fermentaciones ralentizadas o incompletas (Bisson, 1999; Carbonneau, 2007).

Además del factor madurez mencionado, en cualquier región vitivinícola uno de los principales factores condicionantes de la calidad de las uvas y por lo tanto de los vinos, es el clima. Éste se puede diferenciar en macroclima, cuando influencia una zona geográfica muy extendida (100 a 10.000 km de resolución); mesoclima, cuando tiene efecto sobre un área de menor extensión que pueda caracterizarse por una estación meteorológica, muchas veces asociada dicha área a la topografía (10 km de resolución); microclima, definido a nivel parcelario con una resolución de 1 a 100 m; y microclima de la planta (fitoclima) medido sobre la planta misma, que corresponde a una resolución centimétrica a métrica (Vaudour, 2003). El fitoclima puede estar condicionado, entre otros factores, por el sistema de conducción, el portainjerto usado, el marco de plantación, la orientación de las filas, las prácticas culturales (Glandstone y Dokoozlian, 2003; Zufferey y Murisier, 2003; Maigre, 2004).

El factor orientación de las filas de plantación en el Alto Valle del Río Negro y Neuquén, tiene una razón práctica e histórica que deriva del diseño catastral. En dicho diseño histórico las propiedades se dimensionaron en dameros de 100 ha (1000 m x 1000 m), con sus lados orientados norte-sur y este-oeste, condicionando la orientación de la casi totalidad de las plantaciones de las diversas especies usadas. En otras especies de frutales, en cultivares sensibles a daños por

temperaturas elevadas debidas a la radiación directa, se han observado a menudo disminuciones en la calidad de la fruta ubicada en la exposición orientada al oeste y al norte, cuando la plantación estaba orientada de norte a sur y de este a oeste, respectivamente (Rodríguez, 2004; Toranzo, 2007).

En el Alto Valle de Río Negro y Neuquén los viñedos están plantados predominantemente de norte a sur, y por este motivo se podría sospechar de una diferente composición o aptitud de elaboración de la uva ubicada en la exposición oeste, comparándola con la uva de la exposición este.

Podría ser posible además, que dicha composición de la uva vaya diferenciándose progresivamente con el avance de la madurez alrededor de la fecha de cosecha, pudiendo jugar en contra de la calidad en la uva orientada al oeste en cosechas muy tardías.

Por lo señalado se planteó un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar la composición de las uvas y del vino, en distintos estados de madurez de los racimos; y bajo la influencia de la exposición este y de la exposición oeste en un viñedo con las filas orientadas norte – sur, usando la cultivar Pinot Noir.

### **1.1 Ubicación geográfica y caracterización del Alto Valle de Río Negro y Neuquén**

El Alto Valle de Río Negro y Neuquén abarca los valles inferiores de los ríos Limay y Neuquén, la confluencia de los mismos y 120 kilómetros del Río Negro Superior. Comprende sectores de las provincias argentinas del mismo nombre entre los 38°40' y 39°20' de Latitud Sur y los 66°50' y 68°20' de Longitud Oeste. Los valores de altitud van de 400 m a 200 m sobre el nivel del mar, donde las menores alturas se registran hacia el este del valle. La región se caracteriza por tener un clima de árido a semiárido, mesotermal y con lluvias deficientes durante todo el año. En la clasificación de Köppen, la zona está dentro de la región climática Bwk: clima seco, desértico fresco. La precipitación media anual es de 243,7 mm, lo que hace necesario el riego integral de los cultivos (Rodríguez y Muñoz, 2006).

Según Tonietto, (1999), esta zona posee un índice de frescura IF4, es decir de noches muy frías. El índice de Winkler es de 2.145 °C/día, considerándose una región cálida (Gallina, *et al.*, 2005).

En esta región la viticultura existe desde fines del siglo XIX, luego de la Conquista del Desierto. Bibliografía antigua cita a las cultivares tintas Malbec;

Cabernet Franc; Cabernet Sauvignon; Pinot Noir; Gamay; Alicante Bouschet; Barbera; Bonarda y a los cultivares blancos Semillon; Ugni; Sauvignon; Cáselas; Malvasía; como los existentes en aquellos tiempos, introducidos desde la provincia de Mendoza, de Chile o directamente desde Francia (Doléris, 1912).

Los propietarios de los primeros establecimientos vitivinícolas residían en Buenos Aires y mantenían contactos con Europa, principalmente con Francia. Para el autoconsumo, dedicaban cerca de la casa pequeñas superficies de terreno para el cultivo de árboles frutales y hortalizas, y tampoco faltaban los viñedos y la bodega para la elaboración de sus propios vinos, los que consumían como signo de distinción y para obsequio. Ésta fue la razón fundamental para que la calidad fuera el motivo principal a tener en cuenta, tanto en la producción de uvas como en la elaboración y crianza de vinos. Para cumplir con este objetivo, se introdujeron materiales de variedades selectas, se adoptaron los mejores sistemas de cultivo utilizando la más alta tecnología disponible en esa época; es así que en todos los valles irrigados de la región se implantaron vides y se elaboraron vinos que fueron consumidos y valorados en Buenos Aires y Europa (Llorente, 1994).

Paralelamente a este canal de introducción, se estableció otro con algunos grupos empresarios que implantaron viñedos con variedades de menor calidad enológica. Durante años coexistieron ambas vitiviniculturas, una dedicada a la producción de vinos de calidad y otra orientada a vinos comunes, sin diferenciación y para mercados poco exigentes. Ésta última creció permanentemente hasta alcanzar en la década de 1970 casi 18.000 ha cultivadas (Figura 1). Pero este modelo de producción comenzó a competir con el de Cuyo y entró en crisis, provocando erradicaciones de viñedos (Llorente, 1994).

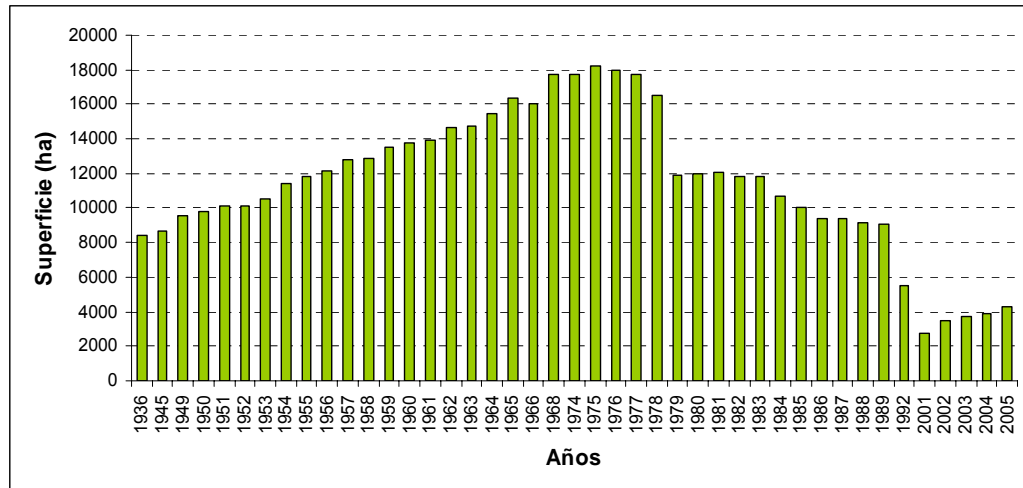


Figura 1: Evolución de la superficie cultivada con vid en las provincias de Río Negro y Neuquén en el lapso 1936-2005 (INV, 2002-2005).

Figure 1: Trend of planted area with grapes in the Río Negro and Neuquén provinces between 1936 and 2005.

Por otro lado, el consumo de vinos de baja calidad en el país fue incrementándose desde 1910 hasta alcanzar un máximo de 90 litros por habitante por año en la década de 1970, comenzando en la década de 1980 progresivamente a disminuir hasta llegar a los 28 litros por habitante por año en 2004, debido a cambios en las costumbres y aparición de bebidas sustitutas. No obstante en la década de 1990 la demanda, aunque decreciente, se vuelve más calificada (Pina, 2004).

Considerando individualmente cada provincia, al año 2005 en Río Negro existían 2892 ha de viñedos. La superficie cultivada con vid en el lapso 2001-2005 creció un 12,66 %, con la consolidación de algunas empresas locales y también empresas de capitales extranjeros. En contraste la provincia de Neuquén contaba al año 2005 con 1373 ha de viñedos, pero el incremento de la superficie cultivada en el período 2001-2005 fue del 483,3 % a causa del desarrollo de un nuevo polo vitivinícola, con 5 bodegas (INV, 2002-2005). Tecnológicamente se basa en el uso de riego por goteo, utilización de cultivares de alta calidad enológica, espalderas con posicionamiento vertical de los brotes y alta modernización en las bodegas.

## 1.2 Fisiología del fruto

### 1.2.1 Desarrollo de la baya

A partir del cuaje, la dinámica de crecimiento de las uvas y sus semillas refleja períodos de activo metabolismo primario y secundario. Se manifiesta por una curva de forma doble sigmoidea (Coombe, 1992; Ojeda, 1999; Rogiers *et al.*, 2004) donde se distinguen tres fases características denominadas I, II y III (Figura 2).

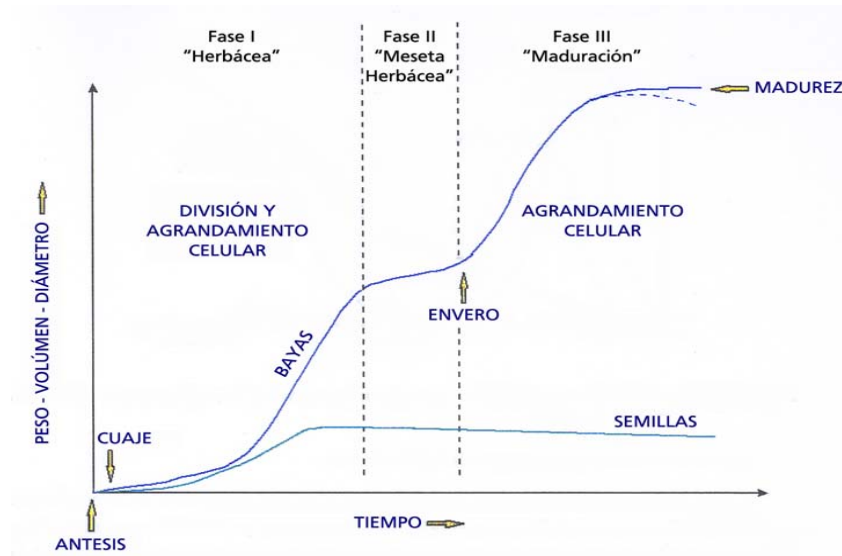


Figura 2: Curvas de crecimiento de la baya de uva y de sus semillas (Ojeda, 1999).

Figure 2: Growth curves of berry and seeds (Ojeda, 1999).

**Fase 1:** Comprende desde el cuaje hasta una “meseta herbácea”. Las bayas son verdes, fotosintetizan (Pandey y Farmahan, 1977; Koch y Alleweldt, 1978) y transpiran a través de escasos estomas (Rogiers *et al.*, 2004). Aquí se produce un rápido aumento de tamaño del fruto debido principalmente a la multiplicación celular y también al alargamiento celular (Ojeda, 1999), se produce la síntesis y acumulación de los principales ácidos orgánicos, como el ácido tartárico y el málico en las vacuolas de las células del pericarpo (Hrazdina *et al.*, 1984; Crippen y Morrison, 1986a); el desarrollo de las semillas y la síntesis de los taninos de la semilla y de la piel (Harbertson *et al.*, 2002). La Fase 1 tiene una duración de 40 a 60 días, durante los cuales las semillas alcanzan su tamaño máximo (Ollat y Gaudillere, 1998; Ojeda, 1999).

**Fase II:** También llamada de “meseta herbácea” es un período intermedio entre ambos períodos de crecimiento (fases I y III), donde se dan cambios en los



equilibrios hormonales, se ralentiza el aumento de tamaño del fruto, tiene una duración variable (8 a 48 días) dependiendo del tiempo de floración, de la competencia entre racimos y de las condiciones ambientales, su fin coincide con el envero (Coombe, 1973; Ojeda, 1999).

Fase III: Se inicia con el envero, cuya primera manifestación es un proceso de ablandamiento de las bayas que antecede en algunos días al cambio de color y a la rápida expansión del volumen de las mismas (seis días en la cv. Doradillo, Coombe y Bishop, 1980; tres días en la cv. Pinot Noir, Creasy *et al.*, 1993). Dicho proceso de ablandamiento estaría asociado a la actividad de ciertas enzimas y al contenido de Ca (Cabanne y Donèche, 2001), y continuaría durante todo el proceso de madurez (Barnavon *et al.*, 2001). Dicho proceso de ablandamiento de las bayas, en la cv. Moscatel de Alejandría, comienza el mismo día que la acumulación de carbohidratos (Coombe, 1992). Dentro del mismo racimo dichos cambios comienzan de manera asincrónica entre las bayas, y cada una de éstas es independiente de sus vecinas. Dicha asincronía en el envero puede derivar del mismo fenómeno en la antesis (Coombe y Bishop, 1980).

Esta fase caracteriza a las bayas por la acumulación de azúcares reductores (glucosa y fructosa), que resultan del desdoblamiento de la sacarosa que transporta el floema desde las hojas hacia las bayas; por una gradual disminución en la concentración de los ácidos orgánicos por el proceso de respiración, dilución y salificación, especialmente del ácido málico; por un gradual aumento del pH; por la síntesis de los principales polifenoles responsables del color en uvas tintas, las antocianinas; por un aumento en la concentración de K; por una disminución en la concentración de Ca por efecto de dilución (Hrazdina *et al.*, 1984; Morrison y Noble, 1990; Creasy *et al.*, 1993); por la síntesis de los compuestos responsables del aroma (Champagnol, 1978; Coombe, 1992; Gholami *et al.*, 1996) (Figura 3).

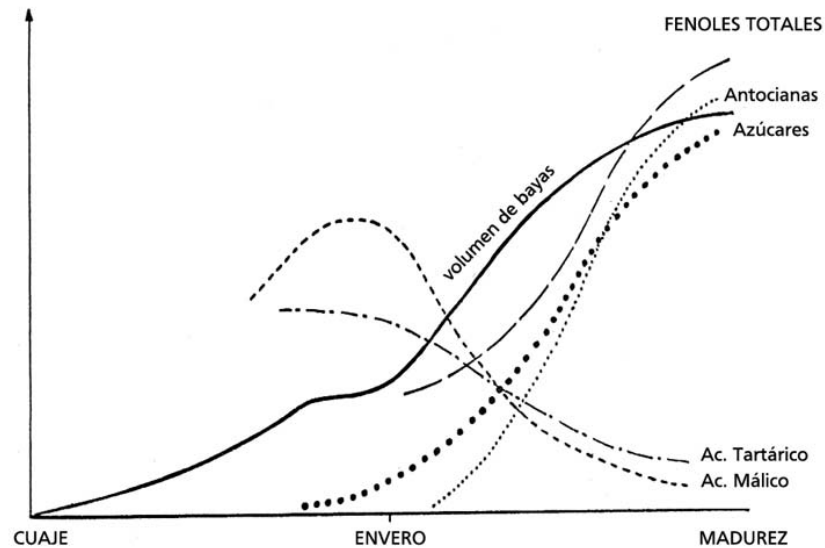


Figura 3: Evolución del volumen y de los principales constituyentes de las bayas (Champagnol, 1978).

Figure 3: Seasonal trend of berry volume and its components (Champagnol, 1978).

La síntesis de los aromas en las bayas (compuestos del metabolismo secundario, entre otros) depende de la sacarosa de la fotosíntesis (metabolismo primario) que ingresan a las bayas vía floema (Gholami *et al.*; 1995). Sin embargo la síntesis de aromas no depende de la tasa de ingreso de dicho carbohidrato, ya que suelen alcanzarse los máximos contenidos cuando el ingreso de azúcar a la baya disminuyó o es nulo (Coombe y Mc Carthy, 1997).

Con respecto a la acumulación de antocianos, en la cultivar de mesa Aki Queen se cita al lapso entre la primera y tercera semana posteriores al enero como el más sensitivo a las temperaturas para la acumulación de los mismos (Yamane *et al.*, 2006). Durante esta fase las bayas no tienen estomas funcionales por estar ocluidos por ceras de la cutícula y la transpiración se reduce al 16% con respecto al pre enero (Düring *et al.*, 1987; Rogiers *et al.*, 2004; Greer y Rogiers, 2009).

En madurez avanzada, Roggero *et al.*, (1986) y Bautista-Ortín *et al.*, (2006) encontraron disminución en el tenor de antocianos en la baya y en el mosto, mientras los sólidos solubles continuaban aumentando; lo mismo indica Peyron (1998) trabajando con la cv. Pinot Noir. Contrasta esto con los trabajos de Keller y Hrazdina (1998), donde no encontraron significativa la caída del nivel de antocianos por baya en Cabernet Sauvignon, y de Downey y Krstic (2004), los que muestran resultados variables dependiendo de la cultivar y del año.

Hasta el envero, tanto el xilema como el floema transportan agua y solutos a la baya, pero a partir del inicio de la etapa de maduración se produce una interrupción del flujo xilemático, quedando sólo el floema como vía de intercambio de solutos y agua (Düring *et al.*, 1987; Creasy *et al.*, 1993). Se propone que en la última parte de la madurez el floema también se bloquea, quedando las bayas desconectadas del flujo de la planta (Coombe y Mc Carthy, 2000), volviéndolas sensibles a la deshidratación.

### 1.2.2 Estado de madurez

De acuerdo a los diferentes puntos de vista (fisiológico o industrial) se definen distintos tipos de estados de madurez en las uvas.

Madurez fisiológica: se logra cuando la semilla está en condiciones de germinar, poco tiempo luego del envero, cuando se alcanzan 7° a 10° Brix (Rodríguez Villa, 2000); según otros autores corresponde cuando se alcanza la máxima síntesis de sólidos solubles en las bayas (Kourakou, 1977; Guyot y Dupraz, 2004).

Madurez fenólica: corresponde al máximo tenor de taninos y antocianas en la piel de las bayas (Guyot y Dupraz, 2004).

Madurez aromática: corresponde a la complejidad máxima del “bouquet” de aromas de la piel y la pulpa, que evolucionan del tipo vegetal herbáceo al frutado vegetal y luego al frutado maduro (Guyot y Dupraz, 2004).

A los anteriores conceptos de madurez se suma la llamada madurez tecnológica, que se puede definir como el estado de madurez con el cual las uvas dan un mosto con una composición química apropiada al tipo de vino a elaborar. Ésta madurez tecnológica dependerá del tipo de vino buscado, de la región de producción, de la cultivar que se trate y del clima de la temporada (Kourakou, 1977).

Barcelo (1997), define la madurez de la pulpa por el contenido y el equilibrio de azúcares y ácidos; la madurez de la piel por el tenor de antocianas y polifenoles; y la madurez celular por el grado de difusión de los constituyentes cualitativos de la baya durante la vinificación, que resulta del nivel de degradación de las paredes y membranas celulares.

Del grado de madurez dependerá también el tenor de polifenoles de la piel y su facilidad de extracción, porque al final del período de maduración ésta aumenta,

pero el contenido de antocianinas puede aumentar (Sims y Bates, 1994), disminuir o estabilizarse (Barcelo, 1997; Peyron, 1998; Saint-Cricq de Gaulejac *et al.*, 1998; Montmollin y Dupraz, 2003; Delteil, 2004).

En la mayoría de los casos la pulpa de las bayas madura antes que las pieles (Kourakou, 1977). En las regiones vitivinícolas de Argentina la evolución de la madurez de las distintas partes de las bayas (hollejo, semillas, pulpa) es asincrónico, definiendo distintos estados de madurez a cosecha de acuerdo al tipo de vino buscado o a las características que se deseen resaltar en éstos (Catania y Avagnina de Del Monte; 2004; Guyot y Dupraz, 2004).

Tradicionalmente el criterio para definir la madurez tecnológica se basaba principalmente en el contenido de sólidos solubles y en la acidez (Fanizza, 1982).

Actualmente para definir el momento de cosecha, los índices de madurez tradicionales en uvas (sólidos solubles, pH, acidez titulable) se complementan con degustaciones de bayas en el mismo viñedo (Delteil, 2004; Guyot y Dupraz, 2004), y cada vez más en las uvas tintas se cuantifica la evolución de los compuestos fenólicos como las antocianinas (Montmollin y Dupraz, 2003; Bordeu y González, 2004), de particular importancia en las características organolépticas de los vinos a obtener.

Del grado de madurez de la vendimia dependerá la composición de las uvas y por ende el estilo de vino a obtener (Lacey *et al.*, 1991; Hunter *et al.*, 2004). A medida que avanza la madurez el contenido de antocianinas estables (*i.e.*, malvidina) va aumentando y disminuye el de antocianinas menos estables (*i.e.*, delphinidina), en la cv. Syrah (Roggero *et al.*, 1986). Esto contribuye a que los vinos de más alta gama provengan de uvas cosechadas más tardíamente (Delteil, 2004) y que vinos cosechados en madurez avanzada (14,5 %v/v) otorguen las mejores características cromáticas (Bautista-Ortín *et al.*, 2006).

Como indicador de la madurez tecnológica para vinos de guarda se podría considerar el comienzo de la disminución del peso de las bayas en madurez avanzada (Catania y Avagnina de Del Monte, 2004).

En Sudáfrica, los vinos elaborados con la cv. Syrah, cosechando entre las cinco y las ocho semanas post-envero fueron los más concentrados y con relativamente bajo contenido de alcohol. A partir de la octava semana post-envero no se apreciaron mejoras en las variables de calidad ni en la preferencia global del vino, en cambio la acidez y la intensidad aromática perdieron aceptabilidad.

Además aparecen en cosechas muy tardías aromas y sabores a mermelada (Hunter *et al.*, 2004).

Por otra parte el momento óptimo de cosecha para que un vino sea más o menos preferido dependerá también de las variedades de vid usadas y de la región de producción considerada, ya que índices de madurez normales en algunas regiones pueden ser anormales en otras (Gallander, 1983; Suresh y Ethiraj, 1987).

### **1.2.3 Microclima de la canopia del viñedo y su efecto sobre la composición de las bayas**

El microclima de los racimos ha sido ampliamente estudiado en distintas regiones vitivinícolas, en donde la temperatura y la radiación están muy ligadas. Para el metabolismo de los ácidos y el metabolismo secundario de *Vitis vinifera* L. se cita como más importante la temperatura, y en segundo lugar la cantidad de radiación (Kliewer, 1977; Haselgrove *et al.*, 2000). Sin embargo Spayd *et al.*, (2002), encontraron que las antocianas monoméricas de la piel aumentaron en mayor medida ante un cambio en la radiación que ante un cambio en la temperatura.

La densidad del flujo de la radiación solar y la velocidad del viento son las variables ambientales más importantes que establecen la temperatura del fruto, siendo más propensos a elevar su temperatura los racimos compactos que aquellos laxos debido a la mayor transferencia de calor por convección entre las superficies en contacto en los racimos compactos. Asimismo las bayas de mayores tamaños se calientan más que las de tamaños menores porque la radiación absorbida es mayor que la pérdida de calor por convección (Smart y Sinclair, 1976).

La diferencia de temperaturas entre racimos expuestos a la radiación y racimos sombreados se manifiesta en especial entre las 11:00 h y las 15:00 h (Millar, 1972), llegando a ser de hasta 10 °C (Haselgrove *et al.*, 2000).

Dentro del mismo racimo, en bayas expuestas al sol se midieron temperaturas superiores, menor contenido de ácido málico, mayor pH y menor peso, que en bayas no expuestas directamente al sol. Asimismo con temperaturas de 46 °C en bayas expuestas a la radiación solar directa se encontraron daños y muerte de tejidos en racimos expuestos (Kliewer y Lider, 1968).

Estudiando el impacto de la exposición en racimos de la cv. Chardonnay a la sombra y expuestos a la radiación solar en Wagga Wagga (Nueva Gales del Sur, Australia), se encontró hasta un 35 % de bayas por racimo con síntomas de

quemado por sol, contra 1 % en racimos al la sombra (Greer *et al*, 2006). En otros cultivos frutales como el manzano (*Malus domestica* Borkh.) este fenómeno se produciría por encima de los 46 °C – 48 °C de temperatura en la superficie del fruto expuesta a la radiación, o con una temperatura del aire mayor a los 30 °C (Schrader *et al*, 2001).

El tamaño de las bayas, el pH, el contenido de K, los azúcares del mosto y el ácido málico son influenciados por el nivel de exposición del follaje, mientras que los antocianos y el total de fenoles se ven afectados por el nivel de exposición de los racimos (Morrison y Noble, 1990).

La dinámica térmica diaria es diferente entre racimos expuestos parcial o totalmente a la radiación solar y aquellos sombreados durante algún momento del día (Haselgrove *et al.*, 2000; Tomasi *et al.*, 2003). Bayas sometidas a altos niveles de radiación y temperatura tienen menor tamaño (Crippen y Morrison, 1986a; Price *et al.*, 1995; Bergqvist *et al.*, 2001; Deloire y Hunter, 2005), mayores niveles de sólidos solubles y menor acidez titulable (Price *et al.*, 1995; Bergqvist *et al.*, 2001; Tomasi *et al.*, 2003), menor contenido de ácido málico (Price *et al.*, 1995), mayor contenido de antocianas (Smart *et al.*, 1988; Tomasi *et al.*, 2003), mayor contenido de fenoles en la piel (Price *et al.*, 1995), pH más alto (Bergqvist *et al.*, 2001; Deloire y Hunter, 2005).

Lo expresado contrasta con otros trabajos en los que entre racimos expuestos y sombreados no se encontraron diferencias en el peso de bayas (Haselgrove *et al.*, 2000), en los sólidos solubles (Haselgrove *et al.*, 2000; Tomasi *et al.*, 2003), en el pH (Price *et al.*, 1995; Tomasi *et al.*, 2003), ó en la cantidad de antocianas (Price *et al.*, 1995). Asimismo contrasta con otros autores que midieron menor cantidad de antocianas y fenoles totales en la piel de uvas con excesiva exposición a la radiación (Haselgrove *et al.*, 2000; Bergqvist *et al.*, 2001), y menor contenido de sólidos solubles en racimos expuestos (Deloire y Hunter, 2005).

Es posible que tales discrepancias se deban a la distinta magnitud de los factores ambientales que incidan sobre *Vitis vinifera*. Podría ocurrir que en regiones frías o nubosas las temperaturas y/o la radiación se encuentren normalmente por debajo de los niveles óptimos fisiológicos, y hasta en ocasiones pudiese ser deficitaria. Por el contrario en regiones cálidas o diáfanas se estaría por encima de dichos óptimos fisiológicos y sería normal encontrar situaciones de saturación luminosa o temperaturas excesivamente altas.

Por otro lado en bayas expuestas a la radiación directa se producen mayores niveles de quercetina (Price *et al.*, 1995; Haselgrove *et al.*, 2000). Se considera que

dicho flavonol actúa como pantalla ante la radiación UV, protegiendo a los tejidos de la baya (Price *et al.*, 1995).

El rango de temperatura óptima para la síntesis de antocianinas es de 25 °C a 30 °C durante el día (González Neves, 2005), mientras que en bayas expuestas a temperaturas por encima de 30 °C a 35 °C la acumulación de antocianinas podría verse afectada por ausencia de síntesis o degradación del compuesto (Haselgrove *et al.*, 2000; Spayd *et al.*, 2002; González Neves, 2005).

Ya en el contexto de un viñedo, donde las filas están orientadas norte- sur, la exposición de los racimos hacia el oeste, hacia el este o en el centro de la canopia, define microclimas diferentes que causan distintas características y composición de las bayas, obedeciendo a la mayor o menor exposición a la radiación y a la temperatura (Deloire y Hunter, 2005).

En Prosser, estado de Washington (USA), en una contraespaldera de la cv. Merlot orientada norte – sur, se midió mayor temperatura por la mañana en los racimos de la cara este con respecto a los racimos de la cara oeste, invirtiéndose el patrón de comportamiento por la tarde. Asimismo se encontró menor peso en bayas orientadas al oeste, menor acidez titulable, mayor contenido de quercetina y menor contenido de antocianinas monoméricas totales en la piel de bayas debido a que las elevadas temperaturas inhibieron la síntesis o degradaron dichos compuestos. Además se citan evidencias visuales de atraso relativo del envero y amarronamiento o quemado de bayas en racimos expuestos en la cara oeste (Spayd *et al.*, 2002).

En cambio, otros autores comparando entre las mismas exposiciones en Dundee, estado de Nueva York (USA) con el híbrido franco-americano Seyval Blanc, no encontraron diferencias estadísticas en el peso durante su evolución en las bayas, ni encontraron diferencias en la acidez total (Reynolds *et al.*, 1986).

Es importante mencionar que la fluctuación diaria de la intensidad luminosa en un día sin nubes es cuantitativamente similar antes y después del mediodía solar (Kliewer, 1968).

### **1.3 La cultivar Pinot Noir**

En la región Norpatagónica históricamente se ha cultivado la cv. Pinot Noir, dando vinos tintos y vinos base para espumantes de alta calidad. Brota hacia fines de septiembre y madura los primeros días de marzo para vino base de espumantes y a mediados del mismo mes para vinos tranquilos (Llorente, 2003).

En los últimos siete años ha sido elegida por la mayoría de los nuevos emprendimientos vitivinícolas en Río Negro y Neuquén. En Argentina la superficie cultivada en 2005 era de 1253 ha (INV, 2005).

Es un cepaje originario de la Borgoña, Francia, presenta numerosos tipos varietales y gran variabilidad. Se adapta particularmente a zonas templadas, en climas calurosos su maduración es muy rápida, las bayas son sensibles al quemado y a deshidratarse rápidamente luego de la madurez. Tiene vigor débil a moderado y rendimientos limitados, necesita desbrotes cuidadosos y tiene tendencia a producir racimos de segundas floraciones (ENTAV, 1995).

Sanitariamente es un cepaje delicado, sensible a las principales enfermedades, en particular a peronóspora y a podredumbre de los racimos. En condiciones favorables permite elaborar vinos tintos de guarda con fineza, intensidad y complejidad aromática. El potencial de acumulación de azúcar es elevado, su acidez es media y a veces insuficiente. El color de los vinos es frecuentemente poco intenso pero susceptible de mantenerse en el tiempo, y se utiliza igualmente para la obtención de vinos de base de calidad para espumantes (ENTAV, 1995).

En British Columbia (Canadá) se suele hacer raleo de racimos en enero y deshoje para aumentar el contenido de antocianinas (Mazza *et al.*, 1999).

Sus vinos pierden distinción cuando provienen de viñedos de climas cálidos, pero guardan finura en situaciones de climas menos soleados (Reynier, 2002). En la Borgoña las producciones por hectárea oscilan entre 35 y 55 hectolitros (Bernard *et al.*, 1979)

El escaso color de los vinos tintos de Pinot Noir es debido a sus menores contenidos de antocianinas (Mazza *et al.*, 1999), y a la menor estabilidad química de éstas moléculas (Van Buren *et al.*, 1968). Las antocianinas de la cv. Pinot Noir se encuentran glucosilados (*i.e.*, ligada a otra molécula de glucosa), pero no acilados (*i.e.*, la molécula de glucosa no está ligada a una molécula de ácido) (Wolf y Nagel, 1978; Mazza *et al.*, 1999), lo que causa dicha menor estabilidad química.

En California (USA) se destaca la complejidad organoléptica de vinos Pinot Noir con descriptores como menta; frutilla, frambuesa, grosella negra como fruta fresca y como mermelada; cereza, ciruela; en lo especiado con pimienta negra y clavo; y con menor importancia cuero, humo y alquitrán (Guinard y Cliff, 1987).

En vinos Pinot Noir de Borgoña se han identificado cuatro moléculas responsables de parte del complejo aromático que lo caracterizan, el antranilato de



etilo (aroma frutado); el cinamato de etilo y el 2-3 dihidrocinamato de etilo (ambos con aromas de canela, balsámico, frutado, cereza); y el antranilato de metilo (aroma frutado) (Moio y Etievant, 1995).

En cuanto a su origen genético, se propone que el grupo de cultivares Pinot (Blanc, Gris, Noir) es consecuencia del cruzamiento de Traminer x Schwarzriesling (Pinot meunier) (Regner *et al.*, 2000).

Según Bowers *et al.*, (1993) las cv. Pinot Gris y Pinot Noir tienen idéntico patrón genético, y sostienen la hipótesis que uno es una mutación de color del otro, difiriendo solamente en una mutación simple que afecta al color de la baya.

La cv. Pinot Noir produce en Francia vinos de gran renombre mundial, siendo las cuatro principales regiones productoras la Borgoña, la Champaña, Alsacia y el valle del Loire. En el resto de Europa los países con más superficie cultivada son Alemania, Suiza e Italia. En América, Estados Unidos (California y Oregon) tiene la mayor superficie y en Oceanía figura Australia en primer lugar (Galet, 1998).

En los valles irrigados de Río Negro y Neuquén es una de las cultivares de gran potencial vitivinícola debido a las condiciones agroclimáticas existentes, razón por la cual se la ha elegido para realizar el presente estudio.

#### **1.4 Hipótesis**

1. Las uvas Pinot Noir del oeste tendrán diferente composición analítica que las del este (i.e., menor concentración de polifenoles, mayor pH y menor tamaño) por soportar mayores temperaturas.

2. Los vinos de cada exposición serán diferentes analítica y sensorialmente. Los del oeste serán menos concentrados (a menos que exista compensación por el menor tamaño de las bayas) y más oxidados.

3. Los vinos con mayor concentración de pigmentos y aromas frutados corresponderán a un estado de madurez intermedio definido por el máximo contenido de sólidos solubles por baya.

4. Debido a la interacción entre exposición de la uva y estado de madurez, habrá un óptimo de madurez tecnológica para la uva de cada exposición.

### **1.5 Objetivo general**

Estudiar la influencia del estado de madurez y la exposición de los racimos de la cv. Pinot Noir sobre la composición de la uva y el vino, en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

### **1.6 Objetivos específicos**

1. Medir la evolución de los componentes de la uva en ambas exposiciones del viñedo (peso, volumen, sólidos solubles, pH, acidez, antocianinas, índice de polifenoles totales (IPT)), y relacionarlos con el factor térmico micro climático.
2. Conocer la composición analítica, los principales descriptores y la preferencia global desde el punto de vista del consumidor de los vinos que provengan de las uvas de cada estado de madurez y exposición.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Características del sitio del ensayo

La parcela en estudio fue un viñedo de la cv Pinot Noir a pie franco, de 1,25 ha y 7 años de edad, ubicado en el Campo Experimental de la Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle del INTA (39° 01' de latitud sur; 67° 40' de longitud oeste; 240 msnm), localizada en el paraje Contralmirante Martín Guerrero, a 15 kilómetros al oeste de la ciudad de General Roca, en la provincia de Río Negro, región Norpatagónica.

Las hileras tuvieron orientación norte – sur, con una inclinación entre 7° y 8° noreste – suroeste. El marco de plantación era de 2,5 metros entre hileras y 1,2 metros entre plantas (3.333 plantas/ha), con una conducción en contraespaldera de cuatro alambres, podada en cordón bilateral a 80 cm de altura y con una altura final de 1,9 m. La superficie en estudio fue de 0,74 ha (86 m x 86 m).

El suelo era un Endoacuepte mólico según la clasificación taxonómica, de la Serie Alto Valle. Está desarrollado sobre un manto de material arcillo limoso aportado por el Río Negro, que ha permanecido estable y sin aportes de nuevos materiales posteriores, lo que le permitió un débil desarrollo. Es un suelo profundo, desarrollado sobre planos ligeramente inclinados (0-1%), si bien su horizonte superficial ha sido modificado en parte debido a nivelaciones para permitir el riego, en general mantiene su morfología original. Su permeabilidad es moderadamente lenta y es un suelo moderadamente bien drenado, con escurrimiento lento, no salino, alcalino (Tabla 1) (Consejo Federal de Inversiones *et al.*; 2008).

El riego fue por superficie en melgas, con una lámina y frecuencia determinada por el manejo habitual del Campo Experimental. Para el cálculo de la lámina de riego se aforó con el Método del Molinete y se multiplicó por el tiempo de riego asignado a la superficie total del viñedo.

El suelo presentó una napa freática cercana a la superficie, cuya profundidad y conductividad eléctrica actual del agua se midió a fines de enero de la temporada 2005-2006, antes y después del último riego, mediante un freatómetro instalado en la parcela experimental. Se usó una cinta métrica metálica y un conductímetro (Cole - Parmer, modelo 19820 – 00; Cole – Parmer Instrument Company; SINGAPUR).

Tabla 1: Descripción del perfil del suelo donde se realizó en trabajo.  
Table 1: Description of soil horizons of the study site.

Horizonte	Akn	Bwknc1	Bwknc2	BCknc	Cknc
Profundidad (cm)	0-22	22-41	41-67	67-93	93-
Materia orgánica (%)	1,34	0,52	0,47	ND	ND
Arcilla (%)	26,3	24,3	20,1	17,9	11,7
Limo (%)	55,9	35,4	33,1	30,9	26,8
Arena (%)	17,8	40,3	46,8	51,1	61,5
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,66	0,57	0,76	0,86	1,13
pH en H <sub>2</sub> O (1:25)	8,4	8,6	8,6	8,5	8,4
% de Na en cambio de v.T	4,8	5,0	10,3	7,4	12,8
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,07	ND	ND	ND	ND

El origen del material vegetal se remonta a una selección de ocho clones que hizo el INTA en la década de 1970 a partir de una población importada directamente de Francia por el señor Piñeyro Sorondo a principios del siglo XX. La multiplicación mezclada de éstos clones dio origen al viñedo comercial usado.

En la Tabla 2 se detallan las labores culturales realizadas y sus fechas, en las temporadas 2005-2006 y 2006-2007.

Tabla 2: Prácticas culturales del viñedo en estudio.  
Table 2: Cultural practices performed in the vineyard.

LABOR	TEMPORADAS	
	2005-2006	2006-2007
Siembra <i>Vicia sativa</i>	Abril/05	
Glifosato (48% p.a.), en solución del 1%	25/8; 28/12	14/11; 15/1
Riegos	27/9; 10/11; 7/12; 26-27/1	24/10; 1/12; 3/1; 24/1
Desbrote	18/10	31/10 (a 20 brotes/planta)
Espolvoreo azufre (20 kg/ha)	8/11; 24/11; 19-23/12	2/11; 29/11
Posicionamiento vertical de brotes	14-16/11; 19-21/12	14/11; 27/12
Rastra de tiro excéntrico	25/9; 1-2/12	3/10
Mancozeb (200 g/hl)	19-23/12	
Fludioxinil + Cypronidil (80 g/hl)	2-3/1	
Despunte en altura	18-19/1	
Repaso desbrote	19-20/1	
Desbrozado de interfilar	5/2	
Fertilización		5/11-Unidades de N:96; de P:8,3; de K:23; de Ca: 6; de Mg: 2; de S: 10
Raleo de racimos de segunda floración		19-24/1

Se eligió a la leguminosa anual *Vicia sativa* para mejorar la estructura y la fertilidad del suelo. El glifosato se usó en bandas de 50 cm a cada lado de las plantas de vid, para eliminar la competencia de malezas. El mancozeb se aplicó para la prevención de ataques de *Plasmopara viticola*; y el fludioxinil + cypronidil para prevenir podredumbres de racimos por *Botritis sp.* Como fertilizantes se usaron nitrofoska azul y urea.

## **2.2. Diseño experimental, tratamientos y análisis estadístico**

Se instaló durante dos temporadas un ensayo experimental con un arreglo factorial 3x2 y un diseño de bloques completos al azar con los siguientes tratamientos: para el factor momento de cosecha: temprana, media, tardía; y para el factor Exposición: Exposición este y Exposición oeste. Se hicieron 4 repeticiones en

la primera temporada (2005-2006) y 7 repeticiones la segunda temporada (2006-2007).

1. Cosecha temprana, Exposición este
2. Cosecha temprana, Exposición oeste
3. Cosecha media, Exposición este
4. Cosecha media, Exposición oeste
5. Cosecha tardía, Exposición este
6. Cosecha tardía, Exposición oeste

Los bloques se ubicaron en sentido perpendicular a la dirección del riego, conteniendo cada uno las seis combinaciones de factores.

La unidad experimental constó de tres filas apareadas, dentro de cada fila se tomaron dos claros entre postes contiguos de seis plantas cada uno, resultando un total de 36 plantas por unidad experimental. Tuvo un perímetro de 7,5 m x 14,4 m, con una superficie de 108 m<sup>2</sup>. De las tres filas apareadas, las laterales –con 24 plantas- se usaron para realizar los muestreos periódicos en las bayas -para determinar peso, volumen, sólidos solubles y componentes-, y la fila del medio –con 12 plantas- se destinó a las vinificaciones.

La exposición de los racimos se estableció de manera que el plano definido por los postes y alambres de la espaldera fuera el criterio de división.

Los momentos de cosecha se establecieron tomando de referencia un estado de madurez “medio” (aproximadamente 24 °Brix, a mediados de marzo para el Alto Valle de Río Negro y Neuquén), tratando que coincidiera con el tenor máximo de sólidos solubles por baya. Se adicionó un momento de cosecha previo o “temprano” y otro posterior o “tardío”, de una a dos semanas antes y después respectivamente. Esto debido a que la síntesis, acumulación o destrucción de los diferentes compuestos en las uvas varía con el tiempo, así como ciertas estructuras de las células. Se trató de incluir dentro de los momentos de cosecha al comienzo de la disminución del peso de las bayas.

## **2.3. Mediciones y determinaciones en el cultivo**

### **2.3.1. Homogeneidad del cultivo y fenología**

La homogeneidad se determinó midiendo las circunferencias de los troncos a 30 cm desde el cuello de las mismas, con una cinta métrica. Para el procesamiento y mapeo de los datos se usó el software Gamma Design.2001. GS+ Geostatistics for the Environmental Sciences. Vers 5.1, Plainwell, MI, USA. En base a esta

homogeneidad del cultivo se decidió bloquear de manera perpendicular al sentido de riego.

Se tomó la evolución de la fenología usando los estados de Baggiolini.

### **2.3.2. Estado hídrico**

La lámina aproximada en cada riego fue de 175 mm (medida en el cuarto riego con el método del molinete, el 26 y 27 de enero de 2006, con un caudal de 30 L/s). Esta lámina, así como su frecuencia estuvo gobernada por el manejo normal del Campo Experimental de la EEA. No se tuvieron en cuenta los posibles aportes de parte de la freática.

El estado hídrico no se consideró como una variable respuesta en este estudio, el propósito de su medición fue sólo control, para evitar déficits que aparejaran interferencias en los resultados. Dicho estado hídrico se determinó a través del potencial hídrico al mediodía y siempre en ausencia de nubosidad con una frecuencia semanal, usando una cámara de presión Biocontrol, Buenos Aires, Argentina (Scholander et al., 1965). Se midió siempre en las hojas del tercio medio del brote (no necesariamente la primera hoja expandida) y de la exposición oeste para considerar los hipotéticos valores de potencial más negativos que se producirían por las altas temperaturas en la tarde.

En la temporada 2005-2006 se tomaron 24 hojas de toda la superficie en experimentación, entre las 13:30 h y las 14:30 h (Carbonneau et al., 2004) desde floración a cosecha. En la temporada 2006-2007 se consideró suficiente tomar de forma aleatoria 7 hojas entre las 16:00 h y las 16:30 h, desde floración a cosecha. El motivo del cambio de horario fue la ocurrencia de potenciales más negativos y temperaturas máximas que con respecto al lapso 13:30 h a 14:30 h, corroborados en el ciclo anterior.

Sin cubrir la hoja previamente con papel metalizado y antes de la separación de ésta de su brote, cada hoja se introdujo en una bolsa de polietileno, ciñendo dicha bolsa contra la hoja para eliminar el aire. Inmediatamente se llevaban a la cabecera del viñedo donde se ubicó la cámara de presión

Durante la temporada 2005-2006, a los 92 días después de antesis (dda) (14/02/2006) se midieron y relacionaron entre sí las evoluciones diarias del potencial hídrico foliar ( $\Psi$ ), temperatura del aire y temperatura a nivel de los racimos. Se tomaron dos plantas contiguas ubicadas a aproximadamente 15 metros de la acequia de riego, se observó ausencia de nubosidad durante todo el día.

Para la calificación del estado hídrico se tomaron los estándares de potencial hídrico de mediodía según Ojeda (2007):  $0 \text{ MPa} \geq \Psi_m \geq -0,8 \text{ MPa}$  = nulo a leve;  $-0,8 \text{ MPa} \geq \Psi_m \geq -1,1 \text{ MPa}$  = leve a medio;  $-1,1 \text{ MPa} \geq \Psi_m \geq -1,4 \text{ MPa}$  = medio a fuerte;  $-1,4 \text{ MPa} \geq \Psi_m \geq -1,6 \text{ MPa}$  = fuerte a severo;  $-1,6 \text{ MPa} \geq \Psi_m$  = severo.

### **2.3.3. Temperatura mesoclimática y a nivel de los racimos**

La temperatura mesoclimática se tomó en el Recinto Meteorológico de la Estación Experimental Alto Valle del INTA, mediante una estación meteorológica automática marca Davis, modelo Vantage Pro, (Davis Instruments Corp, CA, USA).

El instrumental utilizado para las mediciones al nivel de los racimos fueron data loggers modelo TDL 2048, (San Carlos de Bariloche, Río Negro) y data loggers marca LOGGER8 (Cavadevices, Buenos Aires). Estos sensores fueron ubicados entre los racimos de cada exposición y tratando que recibieran la radiación como cualquier otro racimo. Se usó un sensor en cada exposición en la primera temporada y tres sensores en cada exposición en la segunda temporada.

La integral térmica al nivel de los racimos se realizó sumando todos los registros de temperatura que superaron el umbral de  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , en cada exposición de la espaldera. Se usaron datos desde los 87 dda a los 96 dda, y desde los 107 dda a los 116 dda en la temporada 2005-2006; y de los 71 dda a los 112 dda en la temporada 2006-2007.

El tiempo, en h/día por encima del umbral térmico en cada exposición fue calculado tomando el número de registros que lo superaron, y multiplicado por el intervalo de tiempo entre registros.

### **2.3.4. Expresión vegetativa**

#### **2.3.4.1. Densidad de la canopia.**

Se determinó el porcentaje de claros en la canopia, el porcentaje de hojas interiores, el porcentaje de racimos interiores y el número de capas de hojas, mediante el método de Point quadrat (Smart y Robinson, 1991), desde el comienzo del envero tomando una planta por unidad experimental.

#### **2.3.4.2. Área foliar total (AFT) y área foliar expuesta (AFE).**

Para el cálculo del AFT, luego de iniciado el envero se seleccionaron brotes representativos de las unidades experimentales (24 brotes en la temporada 2005-2006 y 20 brotes en la temporada 2006-2007) y se midió la longitud y el área foliar del tallo principal y de las feminelas. A partir de estos datos llevados a una hectárea, se obtuvo el AFT/ha, usando las ecuaciones para cada año.



Se usó un medidor de área LI-COR, modelo LI – 3100 (LI-COR, INC. Lincoln, Nebraska, USA). Con estos datos se elaboró una curva de regresión para inferir el AFT sobre la base de la longitud de los sarmientos en la poda invernal (Mabrouk y Carbonneau, 1996).

El AFE se midió en catorce parcelas experimentales elegidas al azar en la temporada 2005-2006, y en siete parcelas experimentales en la temporada 2006-2007, siguiendo el método propuesto por Carbonneau, (1995).

#### **2.3.4.3 Relación vegetativa / reproductiva.**

Se usó el índice de Ravaz (i.e., relación entre peso de uva y peso de poda). Se tomaron catorce parcelas experimentales. En cada una de ellas se seleccionaron doce plantas de donde se cosecharon las uvas para hacer las elaboraciones, empleándose en total 168 plantas.

#### **2.3.5 Muestreo de bayas**

En ambas temporadas el muestreo se hizo siempre entre las 9 h y las 11 h para que no interfiriese la variación del peso y de la deformabilidad que se produce a lo largo del día (Coombe y Bishop, 1980).

Desde el cuaje al envero, semanalmente se muestrearon 96 bayas de cada repetición (Roessler, *et al*; 1958; Roessler, *et al*; 1963), tomándose dos racimos al azar de cada claro entre postes, de ambas filas laterales de cada unidad experimental, destinadas sólo a este fin. Se cortaron con una tijera a nivel del pedicelo cuatro bayas de cada racimo (una baya exterior de la zona superior y otra exterior de la zona inferior del racimo, y dos bayas interiores de estas mismas zonas). Totalizaron treinta y dos bayas por unidad experimental, que se repitieron tres veces en cada bloque, sumando noventa y seis bayas. Se colocaron en una conservadora de aproximadamente 10 litros de volumen con hielo en su interior para su traslado al laboratorio.

Del envero a la cosecha el número de bayas muestreadas por racimo se duplicó, para realizar la determinación de sólidos solubles, pH, acidez total, antocianinas e IPT.

#### **2.3.6 Evolución de la resistencia a la deformación de las bayas durante el envero**

Se midió esta variable para conocer cualquier diferencia en el comportamiento fisiológico entre las exposiciones en un momento de tantos

cambios como es el envero, sin que esté en relación directa con la composición de las bayas.

Durante la temporada 2005-2006 se tomó una alícuota de veinte bayas del conjunto de noventa y seis de cada exposición, midiendo sobre la zona ecuatorial de cada una con un dinamómetro marca DUROFEL, (Agro Technologie, Tarascon, Francia), equipado con un émbolo de 0.10 cm<sup>2</sup>. La escala relativa de medición varía entre 0 (sin resistencia de la pulpa a la presión) a 100 (total resistencia de la pulpa a la presión). El instrumento empleado no fue el ideal para medir deformación en este tipo de fruto por producir roturas en los mismos. Esto motivó el cambio del mismo para la segunda temporada.

Durante la temporada 2006-2007 se tomó una alícuota de veinte bayas del conjunto de noventa y seis de cada exposición, midiendo sobre la zona ecuatorial de la misma con un presiómetro electrónico GÜSS (FTA-14), a velocidad constante (50mm/seg) y en un recorrido de 1 mm. Se registró la fuerza máxima obtenida en cada fruto y en el promedio de la muestra. Los datos se presentaron en g/mm de fuerza máxima.

### **2.3.7 Peso, volumen y componentes de las bayas**

Se determinó el peso y el volumen desde el cuaje hasta la cosecha. Para medir el peso promedio de las bayas se utilizó una balanza analítica Sartorius modelo Handy y para medir el volumen promedio se utilizaron probetas de 50 mL y 250 mL. En ambos casos se realizaron sobre la totalidad de las bayas muestreadas de cada repetición (96 hasta el envero, y 192 desde el envero hasta la cosecha).

La determinación de los sólidos solubles, el pH y la acidez total abarcó desde el envero hasta la cosecha. A cada grupo de 192 bayas se las separó en clases de tamaño mediante una combinación de tamices de 7 a 17 mm, con intervalos de 2 mm, y se tomaron 60 bayas de la clase modal. El sobrante de la clase modal junto con las otras categorías diametrales se homogeneizó para caracterizar las tres variables de madurez citadas.

Para medir el pH se usó un alícuota de 80 mL, y un peachímetro Bicasa (Italia) con corrección de temperatura, calibrado previamente con un buffer de pH 4,0.

La acidez total se determinó tomando una alícuota de 10 mL y diluyendo con agua destilada hasta 20 mL; agregando 5 gotas de azul de bromotimol y titulando con OHNa 0,1N hasta viraje a color azul-verdoso.

Los sólidos solubles se midieron con un refractómetro Atago (Atago Co., Ltd; Tokio, Japón), sin corregir a 20 °C.

Las antocianinas y el IPT se analizaron según el método propuesto por Riou y Asselin, (1996), usando bayas de la clase modal. Se pesaron 10 g de bayas y se extrajeron sus hollejos, los mismos se pusieron a macerar en una solución sintética (etanol 12%; SO<sub>2</sub> 10%; pH = 3,5 con HCl) en un baño termoestático (3 h, 70 °C), luego el líquido macerado se centrifugó (4000 rpm, 4 min) , el sobrenadante se mezcló con 1% HCl (antocianos) y H<sub>2</sub>O (fenoles totales) y se midió la densidad óptica a 520 nm para antocianos y a 280 nm para fenoles totales con un espectrofotómetro UV- Visible (Milton Roy, 1001 plus). Los resultados de antocianos fueron expresados en mg.kg/uva y mg/baya.

### **2.3.8 Cosecha**

Se recolectaron por la mañana 120 kg de uvas de cada exposición de la espaldera, manteniéndose a una temperatura aproximada de 5 °C en una cámara frigorífica hasta las 23:00 h. Se realizaron durante la noche los viajes al Centro de Estudios Enológicos de la EEA Mendoza del INTA, dándose entrada a las muestras a las 9:00 h aproximadamente, del día siguiente.

Es importante aclarar que en la temporada 2005-2006 se descartaron en las cosechas los racimos de la Exposición oeste con más del 25% de quemado por sol, efecto anormal por su magnitud ocasionado por un tardío posicionamiento vertical de algunos brotes.

### **2.4 Elaboración de los vinos**

Los vinos se elaboraron a partir de 100 kilogramos de uva para cada uno de los seis tratamientos, sumando las repeticiones. No se hicieron varios vinos por tratamiento –para poder analizarlo estadísticamente- por la imposibilidad práctica del traslado y la elaboración en el CEE del INTA EEA Mendoza.

Previo a la molienda se determinó en las uvas de cada variante los sólidos solubles (°Brix), la acidez total y el pH. Posteriormente las uvas fueron molidas y descobajadas. Se les efectuó un sulfitado en el momento del encubado, en dosis de 50 mg/L y no se realizó corrección de la acidez total en ningún tratamiento.

La fermentación alcohólica se llevó a cabo en tanques de acero inoxidable de 1 hL. de capacidad. Los mostos fueron sembrados con levaduras secas seleccionadas Lallemad BDX en dosis de 30 g/hL, con el agregado de Go Ferm (activador de la fermentación), en dosis de 30 g/hL. Se agregó al tercio de la

fermentación el producto Fermaid (suplemento nutritivo) en dosis de 20 g/hL. Los mostos fueron fermentados a una temperatura de entre 26 y 28° C. Se efectuaron en todos los casos 2 remontajes diarios y el tiempo de maceración fue de 10 días.

Después del descube los vinos se mantuvieron sobre borras hasta la conclusión de la fermentación maloláctica, la que tuvo lugar en forma espontánea, siendo monitoreada por cromatografía sobre papel. Posteriormente se estabilizaron con SO<sub>2</sub> hasta llevarlos a valores cercanos a 30 mg/L de SO<sub>2</sub> libre. Acto seguido se llevaron a cámara de frío durante 2 semanas a una temperatura de 3 °C - 4 °C para la estabilización tartárica. Finalmente los vinos fueron embotellados previo ajuste del SO<sub>2</sub> a 35 mg/L de SO<sub>2</sub> libre.

En la temporada 2005-2006 a los vinos obtenidos se les efectuó un análisis físico-químico sumario determinando alcohol (% en volumen), acidez volátil (g/L de ácido acético), acidez total (g/L de ácido tartárico), pH y azúcares residuales (g/L). También se determinó en cada muestra el Índice de Color (I.C.: suma de las densidades ópticas a 420, 520, y 620 nm; el matiz (relación densidad óptica 420:520 nm); de la muestra tal cual en cubetas de cuarzo de 1 mm de paso óptico, y el IPT. Este último se determinó como una medida de la densidad óptica bajo luz ultravioleta (UV) a 280 nm de la muestra diluida 1/100 en una cubeta de cuarzo de 1 cm de paso óptico. Se determinó en los vinos de cada variante: porcentaje de color debido a antocianos libres, a antocianos copigmentados y a antocianos polimerizados. El contenido de antocianos totales (mg/L) se determinó por el método de decoloración por bisulfito. Las mediciones de absorbancia fueron realizadas en un espectrofotómetro UV/Visible Beckman<sup>R</sup>.

En la temporada 2006-2007 a los vinos obtenidos se les efectuó un análisis físico-químico sumario determinando alcohol; acidez volátil; acidez total; pH, azúcares residuales; ácido málico (g/L de ácido málico); ácido láctico (g/L de ácido láctico) y extracto seco (g/L). Estos valores fueron determinados con el equipo FOSS (WineScan FT 120 Foss Electric S.A.).

También se determinó en cada muestra el índice de color (IC); el matiz; y el IPT. El contenido de antocianos totales se determinó por el método de decoloración por bisulfito. El contenido de catequinas y taninos se determinó de acuerdo a las especificaciones de Ojeda (1999). La determinación de las características cromáticas de los vinos (Sistema Cie-Lab), se calculó según Negueruela *et al.*, (1995). Todas las mediciones de absorbancia se realizaron en un espectrofotómetro UV/Visible Perkin Elmer Lambda 25.

En las temporadas 2005-2006 y 2006-2007 se realizaron los análisis organolépticos con un panel de 11 y 7 jurados entrenados respectivamente, mediante análisis descriptivo y pruebas de preferencia, trabajando siempre sobre muestras anónimas.

Para el análisis descriptivo, en una degustación preliminar se seleccionaron los descriptores que sirvieron para diferenciar los vinos. En una segunda degustación se midió la intensidad de cada uno de los descriptores seleccionados mediante una tabla estructurada de 1 a 5 (1: mínima intensidad; 5: máxima intensidad). Luego se obtuvo el promedio de todos los degustadores para cada vino y para cada descriptor.

Se determinó la preferencia del jurado para los distintos vinos mediante la prueba de los rangos (Kramer, 1963). Para realizar esta prueba los jueces deben ordenar los vinos de acuerdo a su grado de preferencia, donde al vino más preferido se le da el valor de 1, al que sigue en la preferencia el valor 2 y así sucesivamente con todos los tratamientos. La suma de las preferencias (SP) de los jurados por cada vino conforma un rango u orden de preferencia. La tabla confeccionada por Kramer establece, según la cantidad de jueces y el número de tratamientos, dos valores que luego servirán para fijar un intervalo. Los tratamientos cuyas SP sean inferiores al valor inferior del intervalo se consideran los más preferidos, las SP que se encuentran entre los dos valores se consideran en un segundo nivel de preferencia (medianamente preferidos), y las SP superiores al valor mayor del intervalo se consideran los tratamientos de menor preferencia.

Los análisis estadísticos fueron realizados mediante análisis de la varianza (ANOVA), las pruebas a posteriori de comparaciones múltiples se testearon mediante el test de Tuckey. Se realizó una comparación de pendientes mediante análisis de regresión, para todos los casos se trabajó con un nivel de significación del 5 % con el software Infostat (Infostat/P, 2004).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Caracterización del viñedo

##### 3.1.1. Fenología

Los momentos de brotación y de floración no difirieron en ambas temporadas. El envero se dio tres días más tarde en la temporada 2006-2007, aunque la sumatoria térmica a este estado fue de 1149,6 °día en 2005-2006 y de 1241,3 °día en 2006-2007 (Tabla 3).

Tabla 3: Fenología y fechas de cosecha de la cv. Pinot Noir para ambas temporadas.

Table 3: Phenology and harvest dates of cv. Pinot Noir in both seasons.

	Temporada 2005-2006		Temporada 2006-2007	
	Fecha	dda <sup>(1)</sup>	Fecha	dda
Brotación (D) <sup>(2)</sup>	25/9 al 30/9 de 2005		29/9 al 4/10 de 2006	
Floración (I) <sup>(2)</sup>	14/11/2005		14/11/2006	
Envero (M) <sup>(2)</sup>	19/1/2006	66	22/1/2007	69
Cosecha temprana	21/2/2006	99	5/3/2007	111
Cosecha media	14/3/2006	120	13/3/2007	119
Cosecha tardía	28/3/2006	132	19/3/2007	125

<sup>(1)</sup> días después de antesis; <sup>(2)</sup> estados fenológicos según Baggiolini

<sup>(1)</sup> days after antesis; <sup>(2)</sup> phenological stages from Baggiolini

##### 3.1.2. Estado hídrico

Debido a los aportes de agua por riego y de la freática durante ambas temporadas, la parcela experimental se mantuvo en general sin restricción hídrica, excepto en cortos lapsos donde el potencial hídrico al mediodía ( $\Psi_{hm}$ ) fue levemente inferior a -0,8 MPa. Esto muestra que no debió haber limitantes de crecimiento de los órganos vegetativos y reproductivos por el factor hídrico, que hubiera podido interferir en el desarrollo normal de la canopia (Figuras 4a y 4b).

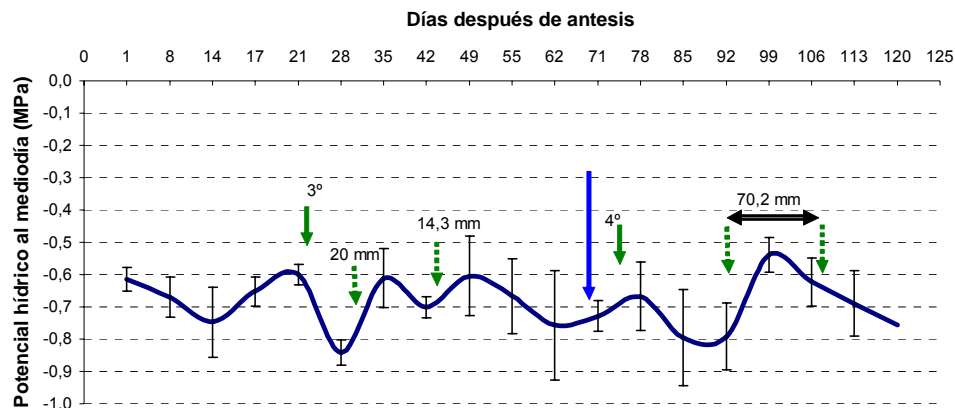


Fig. 4a: Evolución del  $\Psi_m$  de la cv. Pinot Noir a partir de la antesis, en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Las flechas cortas continuas señalan los riegos; las flechas cortas discontinuas las precipitaciones y la flecha larga el envero (50 % de bayas coloreadas).

Fig. 4a: Trend of  $\Psi_m$  of cv. Pinot Noir from anthesis, during the 2005-2006 season. Bars show standard deviation. Shorts continuous arrows show irrigation; shorts discontinuous arrows show rainfalls and the long arrow shows time of veraison (50 % of red berries).

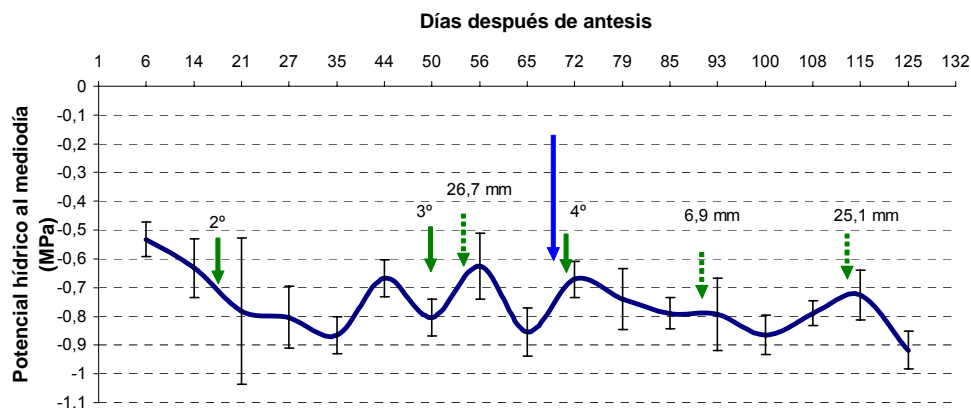


Fig. 4b: Evolución del  $\Psi_m$  de la cv. Pinot Noir a partir de la antesis, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Las flechas cortas continuas señalan los riegos; las flechas cortas discontinuas las precipitaciones y la flecha larga el envero (50 % de bayas coloreadas).

Fig. 4b: Trend of  $\Psi_m$  of cv. Pinot Noir from anthesis, season 2006-2007. Bars show standard deviation. Shorts continuous arrows show irrigation; shorts discontinuous arrows show rainfalls and the long arrow shows time of veraison (50 % of red berries)

El 14 de febrero de 2006 (92 dda) el potencial hídrico ( $\Psi_h$ ) más negativo se dió entre las 15 h y las 18 h, coincidiendo con la máxima temperatura del aire (TA) y la máxima temperatura a nivel de los racimos (TR) (Figura 5). Debe tenerse en cuenta que en la primera temporada el potencial agua se midió al mediodía (Figura

4a), por lo que la afirmación de que no existieron situaciones de estrés pudo no ser siempre cierta. Por este motivo en la segunda temporada el potencial se midió entre las 16 h y las 17 h (Figura 4b). Las oscilaciones en el  $\Psi_h$  de la Planta 2 entre las 10 h y las 14 h podría deberse a no ser tomada necesariamente la primer hoja expandida del tercio medio del brote.

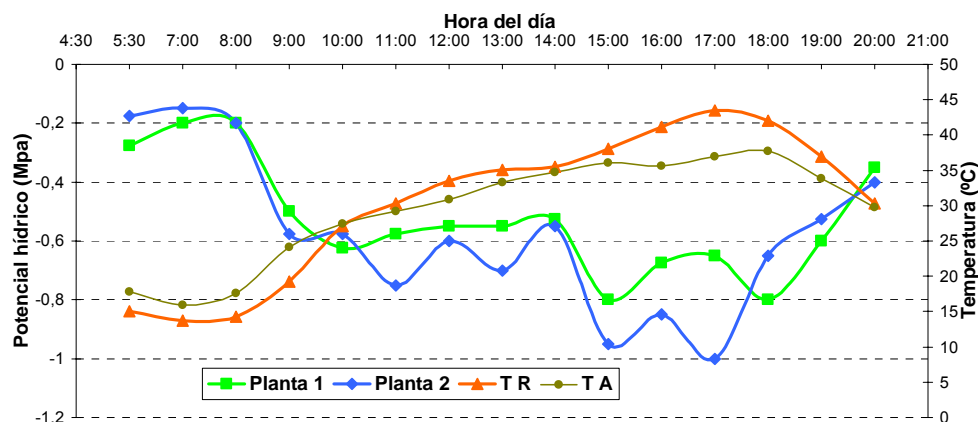


Fig. 5: Evolución diaria del potencial hídrico en hoja de la cv. Pinot Noir medidos en dos plantas y evolución de la temperatura del aire en Abrigo Meteorológico (TA) y la temperatura a nivel de los racimos en la exposición oeste de la espaldera (TR). Las observaciones fueron realizadas el 14 de febrero de 2006.

Fig. 5: Daily trend of leaf water potencial of cv. Pinot Noir measured in two vines and trends of air temperature (TA) and temperature at the cluster level of west exposure of the row (TR). The measurements were performed on February 14, 2006.

### 3.1.3. Área foliar total (AFT), área foliar expuesta (AFE) y producción.

En la Figura 6 se muestra la relación funcional entre la longitud de los brotes y el área foliar total (AFT), en ambas temporadas. La diferencia en los valores máximos en los ejes de las ordenadas y abscisas entre las temporadas, es debida a que en el muestreo al azar de los brotes se tomaron algunos muy vigorosos.



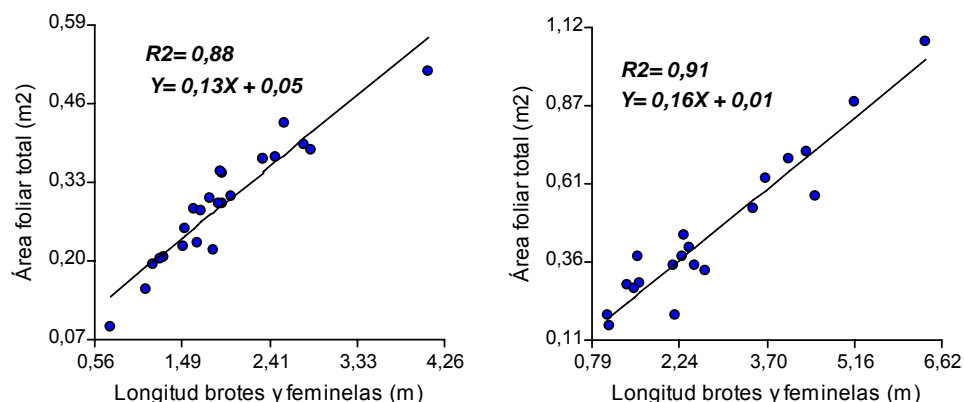


Fig. 6: Regresión lineal entre la longitud del brote (principal + feminelas) y el área foliar total. *Temporada 2005-2006 (izquierda) y 2006-2007 (derecha)*.  $n=20$

Fig. 6: Lineal regression between shoot length (main + lateral) and total leaf area. *2005-2006 season (left) and 2006-2007 season (right)*.  $n=20$

De acuerdo a lo señalado por Bravdo *et al.*, (1985) y Kliewer y Dokoozlian, (2005), las relaciones óptimas de producción de uva/peso de poda están en el rango de 5 a 10, inferior a 5 se considera subproducción y por encima de 10 habría sobreproducción. En cuanto a la relación óptima superficie foliar/producción de uva para lograr una correcta madurez Kliewer y Dokoozlian, (2005) cita valores desde 0,8 m<sup>2</sup>/kg a 1,4 m<sup>2</sup>/kg, usando distintas variedades. Se considera haber trabajado con plantas equilibradas, aunque las relaciones AFT/producción y Producción/peso de poda son levemente inferiores al rango óptimo para la primera y segunda temporada respectivamente. El AFT es menor que el Área Foliar Expuesta (AFE) posiblemente debido a alguna sobreestimación del ancho o alto de la pared de follaje en el cálculo de la segunda (Tabla 4).

Tabla 4: Área foliar, producción e índice de Ravaz para ambas temporadas.  
Table 4: Leaf area, yield and Ravaz index for both seasons.

	Temporadas	
	2005-2006	2006-2007
AFT (m <sup>2</sup> /ha)	8.808	10.317
AFE (m <sup>2</sup> /ha)	10.830	11.150
Producción (kg/ha)	12.350	8.000
Índice de Ravaz (Producción/Peso poda)	5,75	4,72
AFT/Producción (m <sup>2</sup> /kg)	0,71	1,29

### 3.1.4. Densidad de la pared de follaje

Las canopias de ambas temporadas difirieron del óptimo citado por Smart y Robinson, (1991), indicando que estarían más densas de lo deseado (Tabla 5). Se justificaría un estudio para validar dicho óptimo en las condiciones climáticas de la región Norpatagónica, donde hay alta heliofanía y altas temperaturas máximas diurnas durante la época de desarrollo de la canopia. Asimismo Reynolds *et al.*, (1994), trabajando con la cv. Pinot Noir en British Columbia (Canadá) mostraron como normal para la región a 2,8 y 3,1 capas de hojas en una canopia de 10 brotes/m de fila y 20 brotes/m de fila respectivamente, conducidos en cordón bilateral de pitones.

Tabla 5: Point cuadrat de la canopia para ambas temporadas.  
Table 5: Canopy Point cuadrat for both seasons.

	Temporadas		
	Óptimo (Smart <i>et al.</i> , 1991)	2005-2006	2006-2007
% claros en pared del follaje	20-40	0	0
Capas de hojas	<1-1,5	2,73	2,32
% hojas interiores	<10	37,74	19,83
% racimos interiores	<40	76,88	82,61

## 3.2. Condiciones climáticas

### 3.2.1. Temperatura a nivel de los racimos de acuerdo a la exposición

Las exposiciones este y oeste mostraron comportamientos térmicos inversos antes y después del mediodía solar, entre los 32 dda y los 42 dda (Fase I del desarrollo de la baya); y entre los 98 dda y los 102 dda (Fase III del desarrollo de la baya). Se midieron temperaturas mayores en la Exposición este por la mañana, igualándose alrededor del mediodía o primeras horas de la tarde, pero los mayores valores diarios se midieron en la Exposición oeste por la tarde, en condiciones de exposición directa al sol o a la sombra. Por la noche se igualaron hasta las primeras horas de la mañana del día siguiente. (Figuras 7a y 7b).

El comportamiento térmico descrito coincidió con lo observado por Spayd *et al.*, (2002); y coincide parcialmente con Deloire y Hunter, (2005) debido a que éstos últimos midieron también comportamientos térmicos inversos antes y después del mediodía solar entre las exposiciones, pero no encontraron la máxima temperatura diaria en la exposición oeste. Por otro lado no coincidió con el de Reynolds *et al.*,

(1986) donde la temperatura de la Exposición oeste fue siempre mayor a lo largo del día.

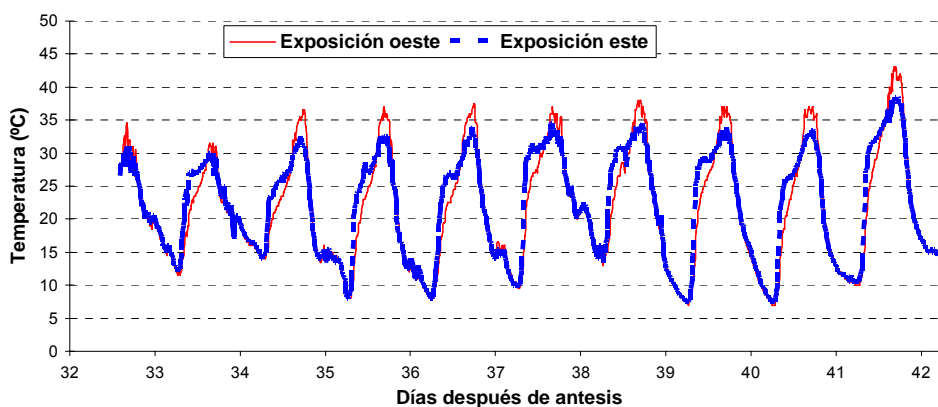


Fig. 7a: Evolución de la temperatura a nivel de los racimos en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de una espaldera. Tomadas cada diez minutos, desde los 32 dda a los 42 dda (16 al 26 de diciembre), temporada 2005-2006.  $n=1$

Fig 7a: Temperature trend at the cluster level of cv. Pinot Noir in the east and west orientation of the row. Data were taken every ten minutes, from 32 dda until 42 dda (December 16 to 26), 2005-2006 season.  $n=1$

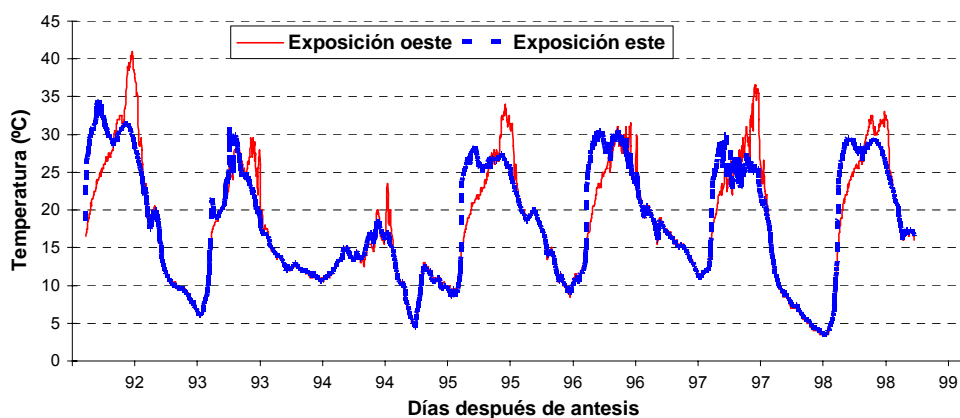


Fig. 7b: Evolución de las temperaturas a nivel de los racimos en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de una espaldera. Tomadas cada cinco minutos, desde los 92 dda a los 98 dda (14 al 20 de febrero), temporada 2006-2007.  $n=1$

Fig 7b: Temperature trend at the cluster level of cv. Pinot Noir in east and west orientation of the row. Data were taken every five minutes, from 92 dda until 98 dda (February 14 to 20), 2006-2007 season.  $n=1$

En ambas temporadas la dinámica diaria de la temperatura siguió a la de la radiación hasta que ésta se hizo máxima (mediodía solar), pero por la tarde el descenso de la temperatura siguió con cierto retardo al descenso de la radiación.

Cabe destacar que las temperaturas máximas en todas estas jornadas se midieron en la Exposición oeste entre las 17 h y las 19:00 h (Figuras 8a y 8b).

En los días monitoreados, la diferencia máxima de temperaturas entre exposiciones fue de 9°C (91 dda, temporada 2005-2006) y de 6,8 °C (77dda, temporada 2005-2006). Millar (1972) coincidió con estas diferencias comparando racimos expuestos y sombreados, y a su vez citó a la temperatura del aire durante el día, como siempre intermedia entre racimos expuestos y a la sombra. En este estudio, la temperatura nocturna del aire (en Abrigo Meteorológico) fue superior a la temperatura a nivel de los racimos, por estar el sensor protegido. Por la misma razón durante el día la temperatura del aire es menor que aquella a nivel de los racimos.

La magnitud y distribución de la radiación solar global máxima (606 Watts.m<sup>-2</sup>) se produjo alrededor de las 14 h. Este desplazamiento de la máxima radiación con respecto al mediodía horario se debió a la diferencia de la hora oficial argentina con respecto a la hora solar.

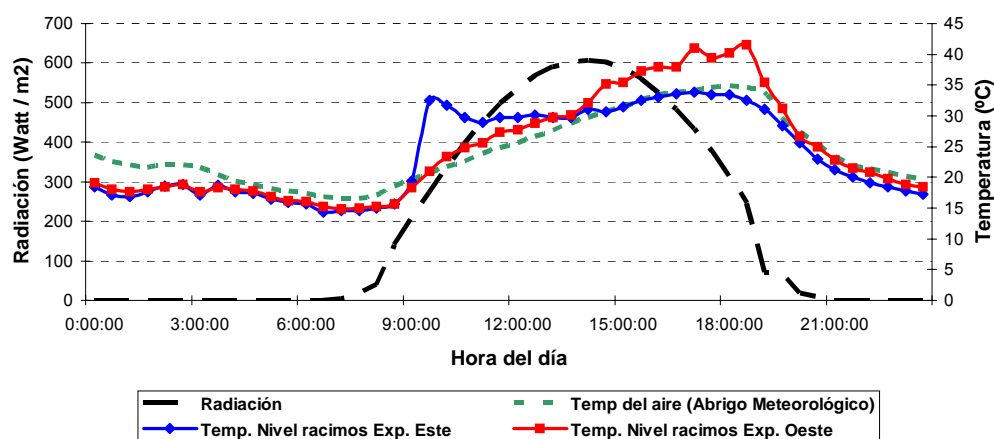


Fig. 8a: Evolución de la temperatura del aire en abrigo meteorológico, de la radiación global y de la temperatura a nivel de los racimos, en la cv. Pinot Noir en las exposiciones este y oeste de la espaldera. *Temperatura del aire tomada cada treinta minutos; radiación global tomada cada un minuto y promediada cada diez minutos, a los 91 dda (13 de febrero de 2006), en el Recinto Meteorológico de la EEA Alto Valle del INTA.*

Fig. 8a: Daily trend of air temperature, global radiation and temperature at the cluster level, in cv. Pinot Noir on east and west orientation of the row. *Air temperature was recorded every thirty minutes; global radiation every one minute and averaged every ten minutes, at 91 dda (February 13, 2006) at INTA Alto Valle Experiment Station.*

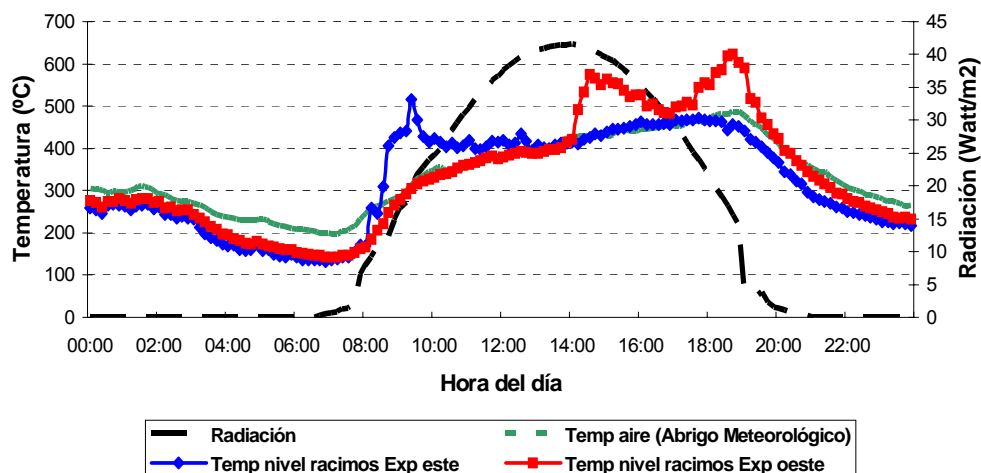


Fig. 8b: Evolución de la temperatura del aire en abrigo meteorológico, de la radiación global y de la temperatura al nivel de los racimos, en la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de la espaldera. *Temperatura del aire tomada cada diez minutos y radiación global tomada cada un minuto y promediada cada diez minutos, a los 77 dda (30 de enero de 2007), en el Recinto Meteorológico de la EEA Alto Valle del INTA.*

Fig. 8b: Daily trend of air temperature, global radiation and temperature at cluster level, in cv. Pinot Noir in east and west orientation of the row. *Air temperature was recorded every ten minutes; global radiation every one minute and averaged every ten minutes, at 77 dda (January 30, 2007) in Meteorological station of EEA Alto Valle, INTA.*

Comparando ambas exposiciones se observa que las temperaturas medias diarias y mínimas medias diarias no difirieron, pero las temperaturas máximas medias diarias fueron siempre mayores en la Exposición oeste que en la Exposición este, en ambas temporadas (Tablas 6a y 6b).

Tabla 6a: Temperaturas a nivel de los racimos en la exposición este y oeste, temporada 2005-2006. *Tomados cada 15 minutos, desde los 86 dda (8/2/2006) a los 96 dda (18/2/2006) y desde los 108 dda (2/3/2006) a los 117 dda (11/3/2006). n=1*

Table 6a: Temperature at the cluster level in the east and west orientation, in the 2005-2006 season. *Data were recorded every fifteen minutes, from 86 dda (8/2/2006) to 96 dda (18/2/2006) and from 108 dda (2/3/2006) to 117 dda (11/3/2006). n=1*

Temperatura media diaria (°C)		Temperatura máxima media diaria (°C)		Temperatura mínima media diaria (°C)	
Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste
21,1	21,8	34,9	39,3	9,6	10,4

Tabla 6b: Temperaturas a nivel de los racimos en la exposición este y oeste, durante la temporada 2006-2007. Tomados cada 5 minutos, desde los 72 dda (25/1/2007) a los 81 dda (3/2/2007). Valores promedios de tres sensores con límites inferior y superior de los intervalos de confianza (95%)

Table 6b: Temperature at the cluster level in east and west orientation, during 2006-2007 season. Data was recorded every five minutes, from 72 dda (25/1/2007) to 81 dda (3/2/2007). Data was averaged from three sensors with inferior and superior limits of confidence interval (95%).

Temperatura media diaria (°C)		Temperatura máxima media diaria (°C)		Temperatura mínima media diaria (°C)	
Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste
21,43	21,37	31,73	36,5	11,17	11,13
(20,2;22,6)	(20,0;22,6)	(25,9;37,4)	(31,7;41,2)	(10,8;11,4)	(10,6;11,6)

Las temperaturas máximas a menudo excedieron el rango crítico de 30 °C – 35 °C para el funcionamiento fisiológico de la planta (Tablas 7a y 7b) (Haselgrove *et al.*, 2000; Gonzáles Neves, 2005). Además teniendo en cuenta que la duración diaria de dichas temperaturas excesivas es más importante que el registro térmico alcanzado (Spayd *et al.*, 2002), se podría sospechar que en las uvas de la exposición oeste se perjudicó la síntesis de polifenoles o que sufrieron alguna degradación de los mismos, además de haber disminuido el tenor de los ácidos por la respiración.

Spayd *et al.*, (2002) coincidió en que los racimos de la exposición oeste sufrieron mayor cantidad de horas con temperaturas superiores al óptimo.

Tabla 7a: Horas/día que superaron un umbral térmico en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. Desde los 87 dda (9/2/2006) a los 96 dda (18/2/2006); y desde los 107 dda (1/3/2006) a los 116 dda (10/3/2006). n=1

Table 7a: Hours/day over a thermal threshold in the east and west orientation of the row during the 2005-2006 season. From 87 dda (9/2/2006) to 96 dda (18/2/2006); and from 107 dda (1/3/2006) to 116 dda (10/3/2006). n=1

	>10°C	>30°C	>35°C	>40°C
Exposición este	19,88	5,31	1,00	0,05
Exposición oeste	20,36	5,12	2,58	0,65

Tabla 7b: Horas/día que superaron un umbral térmico en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Desde los 72 dda (25/1/2007) a los 81 dda (3/2/2007). Valores promedios de tres sensores con límites inferior y superior de los intervalos de confianza (95%)

Table 7b: Hours/day over a thermal threshold in east and west orientation of the row, during the 2006-2007 season. From 72 dda (25/1/2007) to 81 dda (3/2/2007). Data was averaged from three sensors with inferior and superior limits of confidence interval (95%).

	>10°C	>30°C	>35°C	>40°C
Exposición este	23,1 (22,9;23,4)	2,56 (0,5;4,6)	0,12 (-0,4;0,6)	0 (0;0)
Exposición oeste	23,10 (22,8;23,4)	3,55 (1,0;6,0)	1,0 (-0,7;2,7)	0,20 (-0,1;0,5)

Las integrales térmicas a partir de la temperatura de base 10°C, 20°C, 30°C, 35°C y 40°C, para ambas temporadas (Fig. 9a y 9b), dieron resultados similares a los de las Tablas 4 y 5. Dichas integrales tuvieron mayores valores en la Exposición oeste, excepto en la integral de base 10°C de la Figura 9b, donde presentó tendencia inversa. Los datos concuerdan con el trabajo de Spayd *et al.*, (2002) donde la integral de base 10°C fue mayor (hasta un 2 %) en la Exposición oeste.

El desvío estándar de la Figura 9b expresa la variabilidad de los registros entre los sensores, debido al desuniforme grado de cobertura de los instrumentos por las hojas a nivel de los racimos.

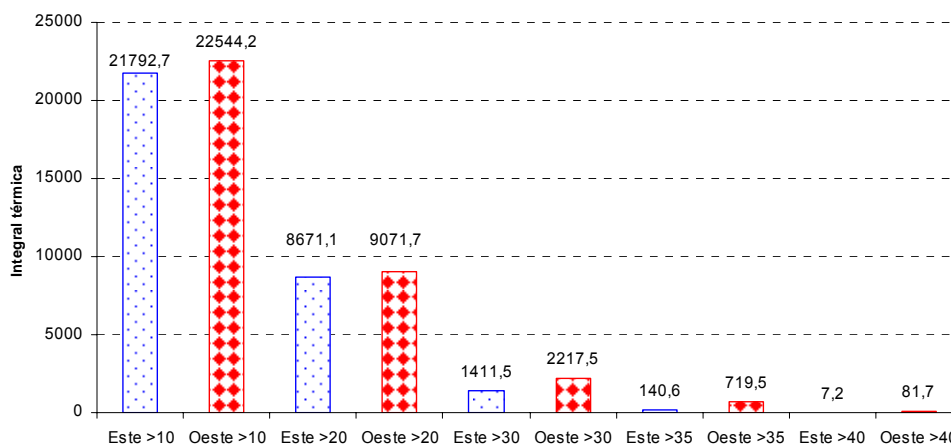


Fig. 9a: Integrales térmicas con base 10°C, 20°C; 30°C, 35°C y 40°C en la cv. Pinot Noir, a nivel de los racimos en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. Desde los 87 dda (9/2/2006) a los 96 dda (18/2/2006); y desde los 107 dda (1/3/2006) a los 116 dda (10/3/2006), temperaturas tomadas cada quince minutos.  $n=1$

Fig. 9a: Thermal accumulation with base of 10°C, 20°C; 30°C, 35°C and 40°C in the cv. Pinot Noir, at cluster level in the east and west orientations of the row in

the 2005-2006 season. From 87 dda (9/2/2006) to 96 dda (18/2/2006); and from 107 dda (1/3/2006) to 116 dda (10/3/2006), data recorded every fifteen minutes.  $n=1$

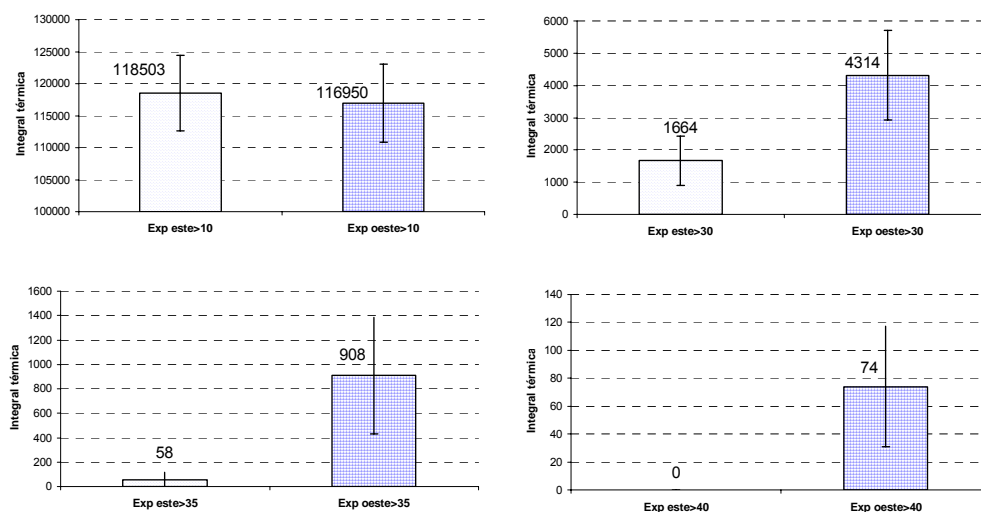


Fig. 9b: Integrales térmicas con base 10°C; 30°C, 35°C; 40°C en la cv. Pinot Noir, a nivel de los racimos en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Desde los 71 dda (24/1/2007) a los 112 dda (6/3/2007). Datos promedio de tres sensores de temperaturas, cada cinco minutos. Las barras indican el desvío estándar.

Fig. 9b: Thermal accumulation with base of 10°C, 30°C, 35°C and 40°C in cv. Pinot Noir, at cluster level in east and west orientations of the row, during 2006-2007 season. From 71 dda (24/1/2007) to 112 dda (6/3/2007). Data averaged from three sensors, every five minutes. Bars show standard deviation.

### 3.2.2 Daños por asoleado en las bayas

Las bayas de ambas exposiciones presentaron daños por asoleado, pero aquellas de la Exposición oeste fueron mucho más afectadas, en las dos temporadas en estudio. En la primera temporada, 2005-2006, los valores medios de daños (y sus intervalos de confianza al 95%) fueron de 3,1% (1,37-4,97) y de 35,7% (30,67-40,85) para la Exposición este y Exposición oeste respectivamente. La magnitud de dichos daños pudo deberse a la realización de un ordenamiento de brotes cercano al envero que expuso parcialmente algunos racimos a la radiación directa.

En la segunda temporada, 2006-2007, los valores medios de daños (y sus intervalos de confianza al 95%) fueron de 1,9% (0,44-3,42) y de 18,1% (12,73-23,43) para la Exposición este y Exposición oeste respectivamente. Se disminuyó globalmente este efecto por haber mayor porcentaje de racimos cubiertos por hojas, lo que se refleja en un AFT de 10.317 m<sup>2</sup>/ha.



Los mayores daños en la Exposición oeste se producirían por haberse dado las temperaturas máximas por la tarde y por haber estado los racimos parcialmente expuestos a la radiación solar directa en dichos momentos (Spayd *et al.*, 2002).

### **3.3. Evolución de los componentes de las bayas**

#### **3.3.1. Peso fresco, volumen y comienzo del envero**

En ambas temporadas de estudio las curvas de evolución del peso fresco y del volumen de las bayas resultaron doble sigmoideas (Fig. 10a; 10b; 11a y 11b), en coincidencia con los conocimientos existentes sobre la maduración de la uva.

El peso y el volumen presentaron tendencia a ser mayores en la Exposición este, aunque existieron diferencias sólo en el comienzo y en el final del período de desarrollo de las bayas, y en el momento del envero fenológico de la segunda temporada.

En las etapas de activo crecimiento (Fase I y comienzo de Fase III) existió en las uvas de la Exposición este una mayor tasa de crecimiento que en las uvas de la Exposición oeste. Cuando dicha tasa comenzó a disminuir, lo hizo más tardíamente en las uvas de la Exposición oeste, prolongando el período de crecimiento. Esto dio finalmente similares pesos de bayas debido a este crecimiento compensatorio.

En las fases iniciales (Fase I y II) dicho menor crecimiento de las bayas en la Exposición oeste podría haberse debido a la mayor sensibilidad durante ese período a temperaturas por encima del óptimo fisiológico (Hale y Buttrick, 1974; Crippen y Morrison, 1986a; Spayd *et al.*, 2002) y a la menor presión de turgencia debido a deshidratación causada por mayor transpiración, provocando menor expansión celular del fruto (Reynolds *et al.*, 1986).

Hacia el final de la madurez no existiría esta mayor sensibilidad fisiológica a las altas temperaturas ocasionadas por la exposición a la radiación (Hale y Buttrick, 1974; Spayd *et al.*, 2002), pero el menor peso en las bayas de la Exposición oeste podría deberse a una mayor deshidratación por transpiración y al nulo ingreso de agua al fruto por estar el floema interrumpido en esta etapa (Coombe y Mc Carthy, 2000).

Esta deshidratación en las bayas aumentaría la superficie específica de la piel con respecto a su volumen, y podría provocar en los vinos una mayor concentración de los compuestos ubicados en la piel. Este fenómeno podría darse en las exposiciones con regímenes térmicos más cálidos o bien en cosechas muy tardías, con el fruto en franca senescencia.

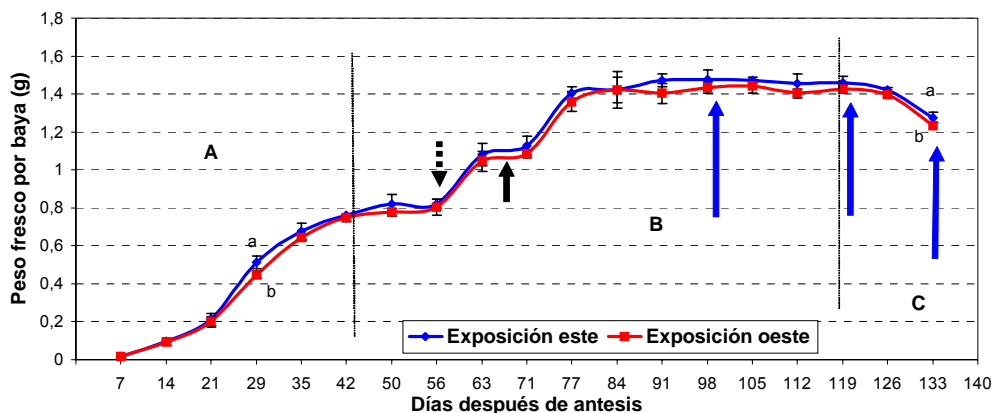


Fig. 10a: Evolución del peso fresco por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos, letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta discontinua indica el comienzo del envero fisiológico; la flecha corta continua indica el envero fenológico (50 % bayas coloreadas); las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía. «A»: lapso de ganancia rápida de peso; «B»: lapso de ganancia lenta de peso; «C»: lapso de ganancia nula o pérdida de peso.

Fig. 10a: Trend of berry fresh weight in cv. Pinot Noir in the east and west orientations of the row, from anthesis to harvest, in the 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each pair of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short discontinuous arrow shows time of physiological veraison; short continuous arrow shows phenological veraison (50 % of red berries); long arrows show early, normal and late harvest. «A»: lapse of fast increase of weight; «B»: lapse or slow increase of weight; «C»: lapse with or without gain of weight.

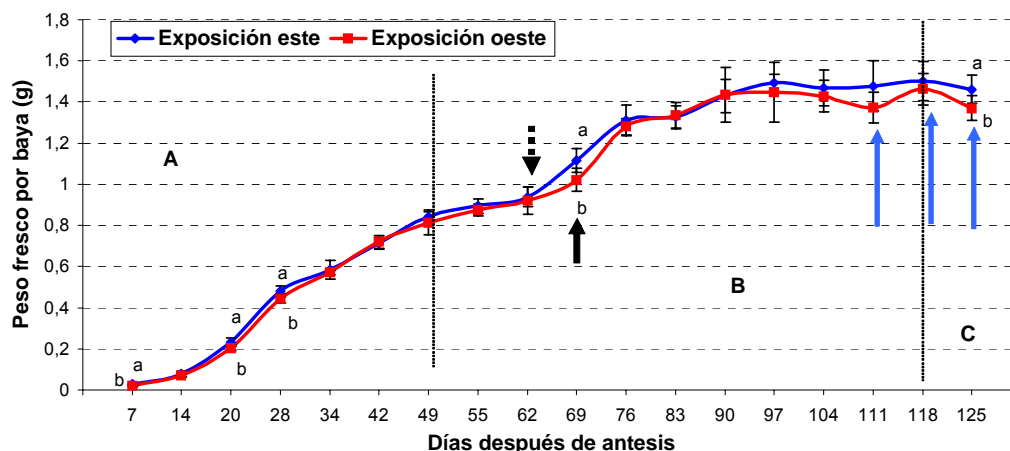


Fig. 10b: Evolución del peso fresco por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos, letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta discontinua indica el comienzo del envero fisiológico; la flecha corta continua indica el envero fenológico (50 % bayas coloreadas); las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía. «A»: lapso de ganancia rápida de peso; «B»: lapso de ganancia lenta de peso; «C»: lapso de ganancia nula o pérdida de peso

Fig. 10b: Trend of berry fresh weight in cv. Pinot Noir in east and west orientation of the row, from anthesis to harvest, during 2006-2007 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short discontinuous arrow shows time of physiological veraison; short continuous arrow shows phenological veraison (50 % of red berries); long arrows show early, normal and late harvest. «A»: lapse of fast increase of weight; «B»: lapse or slow increase of weight; «C»: lapse without or loss of weight.

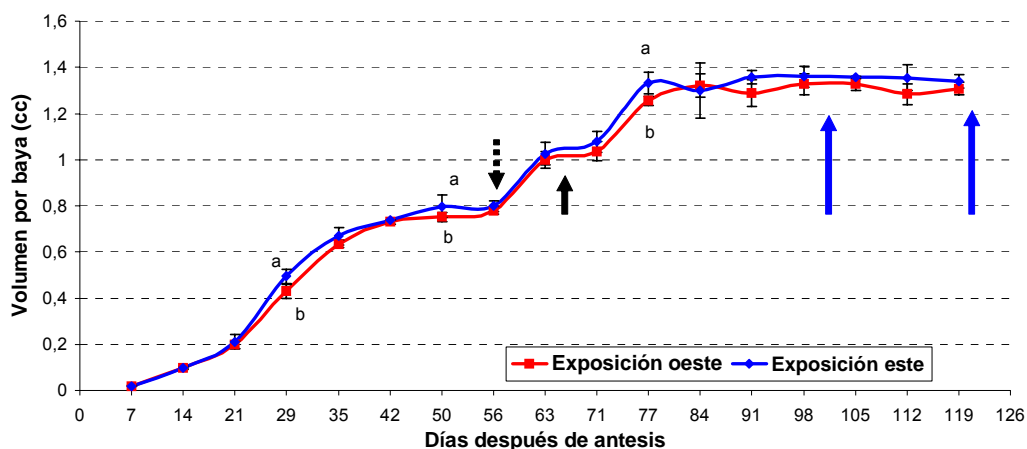


Fig. 11a: Evolución del volumen por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta discontinua indica el comienzo del envero fisiológico; la flecha corta continua indica el envero fenológico (50 % bayas coloreadas); las flechas largas indican las cosechas temprana y media.

Fig. 11a: Trend of berry size in cv. Pinot Noir in east and west orientations of the row, from antesis to harvest, during 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short discontinuous arrow shows time of physiological veraison; short continuous arrow shows phenological veraison (50 % of red berries); long arrows show early and normal harvest.

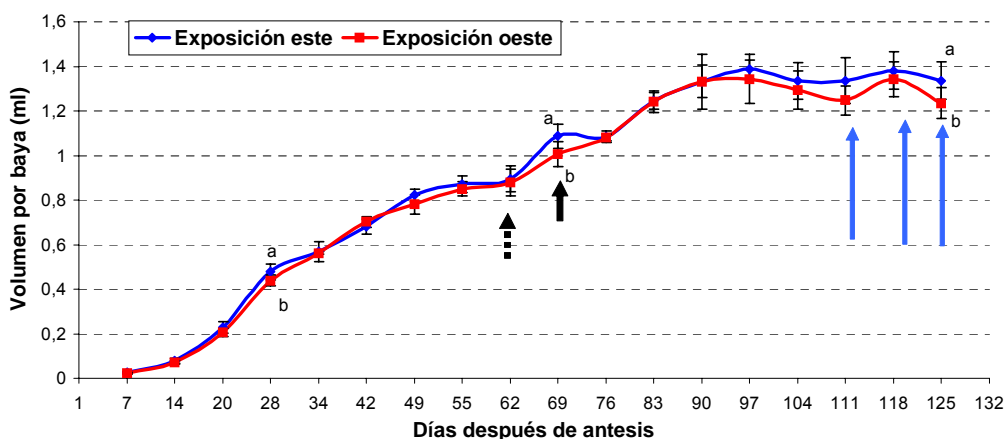


Fig. 11b: Evolución del volumen por baya de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera, desde la antesis a la cosecha en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta discontinua indica el comienzo del envero fisiológico; la flecha corta continua indica el envero fenológico (50 % bayas coloreadas); las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 11b: Trend of berry size in cv. Pinot Noir in east and west orientations of the row, from antesis to harvest, during 2006-2007 season. Bars show standard

deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short discontinuous arrow shows the time of physiological veraison; short continuous arrow shows phenological veraison (50 % of red berries); long arrows show early, normal and late harvest.

Considerando el ablandamiento de las bayas como evidencia fisiológica del comienzo del envero, en la temporada 2005-2006 las uvas de la Exposición este comenzaron a ablandarse significativamente antes que las de la Exposición oeste. En la siguiente temporada existió solamente una tendencia en el mismo sentido. Visualmente el comienzo del cambio de color de las uvas entre las exposiciones se produjo simultáneamente (Fig. 12a y 12b).

Podría estar predominando aquí el efecto negativo de lapsos de temperaturas excesivas al óptimo fisiológico en la Exposición oeste, sobre el efecto de aceleramiento de los procesos metabólicos (y de la fenología) por una integral térmica mayor.

En la primera temporada el inicio del envero desde el punto de vista fisiológico se dio aproximadamente a los 56 dda, es decir diez días antes que la observación fenológica; en la segunda temporada el envero fisiológico no se pudo determinar tomando en cuenta la variable ablandamiento, pero se infirió sobre la base del peso y del volumen.

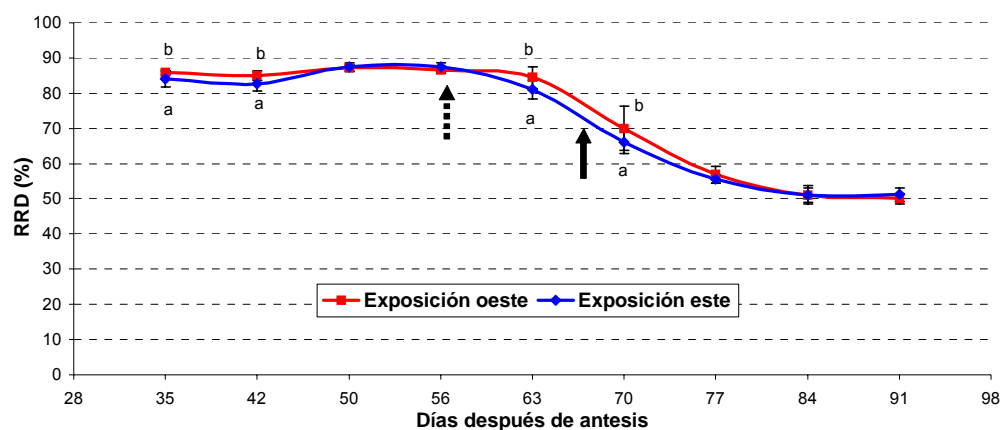


Fig. 12a: Evolución de la firmeza (RRD: resistencia relativa a la deformación) de las bayas de la cv. Pinot Noir durante el envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. La flecha negra discontinua indica el comienzo del envero fisiológico, la flecha negra continua indica el envero fenológico (50 % bayas coloreadas). Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos, letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Fig. 12a: Trend of firmness (RRD: relative resistance to deformation) of berries in cv. Pinot Noir at veraison in the east and west orientations of the row. A short discontinuous arrow shows the time of physiological veraison; a short continuous arrow shows phenological veraison (50 % of red berries). Bars show

standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ).

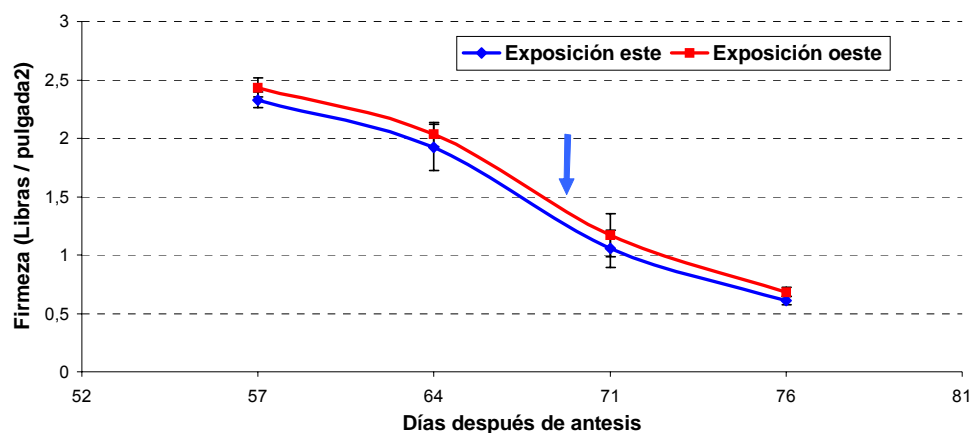


Fig. 12b: Evolución de la firmeza (Libras/pulgada<sup>2</sup>) de las bayas de la cv. Pinot Noir durante el envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar y la flecha indica el envero fenológico (50% de bayas coloreadas). Para cada par de datos, letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Fig. 12b: Trend of firmness (Pounds/inch<sup>2</sup>) of berries in cv. Pinot Noir at veraison in east and west orientations of the row, in the 2006-2007 season. Bars show standard deviation and arrow shows the time of phenological veraison (50% of red berries). For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ).

### 3.3.2. Evolución de los sólidos solubles del mosto

En la temporada 2005-2006 para varias fechas de muestreo de la curva no se cumplió el supuesto de homogeneidad de la varianza, por lo tanto se realizó un análisis de homogeneidad de pendientes para observar si existían diferencias entre exposiciones para esta variable. De haber sido así se hubieran ajustado modelos diferenciados; pero se comprobó que el patrón de comportamiento para la tasa de cambio de la variable respecto a los días fue similar, con lo cual se optó por un ajuste lineal de los datos en su conjunto. La regresión para la Exposición este:  $^{\circ}\text{Brix} = -10,2805 + 0,3033 \cdot x$ ;  $r^2$  ajustado = 0,9428; mientras que para la Exposición oeste:

$$^{\circ}\text{Brix} = -10,5952 + 0,3069 \cdot x; r^2 \text{ ajustado} = 0,9416, \text{ siendo "x" los dda.}$$

El no existir interacción entre los dda y la exposición ( $p \leq 0,81$ ) da cuenta de la independencia entre las variables regresoras, conjuntamente con la comprobación de la homogeneidad de pendientes para cada exposición –este y oeste–, permitió generar un modelo únicamente en función de los dda.

Hay solamente mayor contenido de sólidos solubles en la Exposición este a los 76 dda de la temporada 2006-2007, lo cual no sería relevante desde el punto de vista industrial por la lejanía temporal con la vendimia. Sin embargo desde un punto

de vista fisiológico, coincide casi con los dda donde es mayor el peso y el volumen de las uvas de la Exposición este, afirmando esto una diferencia en la fisiología de las uvas de las distintas exposiciones (Figuras 13a y 13b).

Reynolds *et al.*, (1986) y Spayd *et al.*, (2002) tampoco encontraron diferencias en los sólidos solubles de las uvas entre las exposiciones este y oeste. Aparentemente los diferentes regímenes térmicos de cada exposición no influenciaron sobre la producción y el transporte de los azúcares.

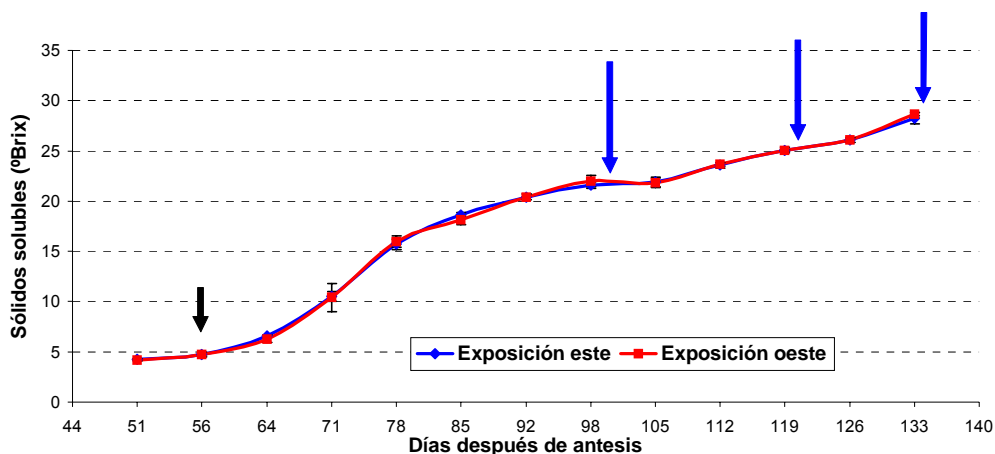


Fig. 13a: Evolución de los sólidos solubles del mosto de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera a partir del envero en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta indica el comienzo del envero fisiológico; las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 13a: Trend of must soluble solids in cv. Pinot Noir from veraison in the east and west orientation of the row in the 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). The short arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.

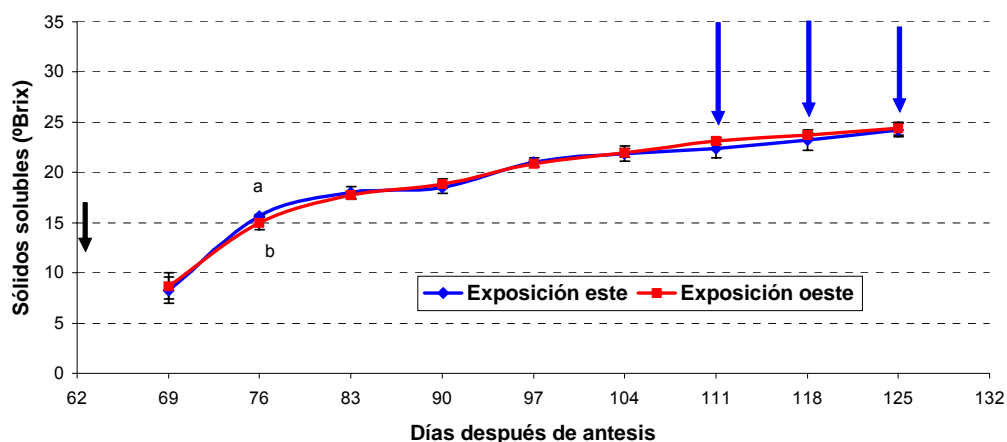


Fig. 13b: Evolución de los sólidos solubles del mosto de la cv. Pinot Noir en la exposición este y oeste de una espaldera a partir del envero, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha negra indica el comienzo del envero fisiológico; las flechas azules las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 13b: Trend of must soluble solids in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientation of the row, during 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.

Existió una ganancia rápida de azúcar en las bayas por biosíntesis en las hojas hasta que se alcanzó el máximo peso por baya (**A**), seguido una ganancia lenta de azúcar por biosíntesis hasta que el peso por baya comenzó a decrecer (**B**), y de aquí en adelante hubo nula ganancia de azúcares por biosíntesis y tomó relevancia el proceso de concentración de sólidos solubles por la deshidratación de las bayas (**C**) (Figura 14). En ambas temporadas el comienzo y el fin de dichas etapas no difirió en gran medida, ya que en 2005-2006, "B" se ubicó entre los 78 dda y los 126 dda; y durante 2006-2007 "B" se ubicó entre los 83 dda y los 118 dda. No hubo diferencias significativas en la cantidad de azúcar por baya en la temporada 2005-2006, pero en la temporada 2006-2007 a los 76 y 125 dda las uvas de la Exposición este tuvieron más azúcar. Podría esto deberse a que las altas temperaturas en la Exposición oeste afecten al metabolismo de las hojas y al posterior transporte de los fotoasimilados.



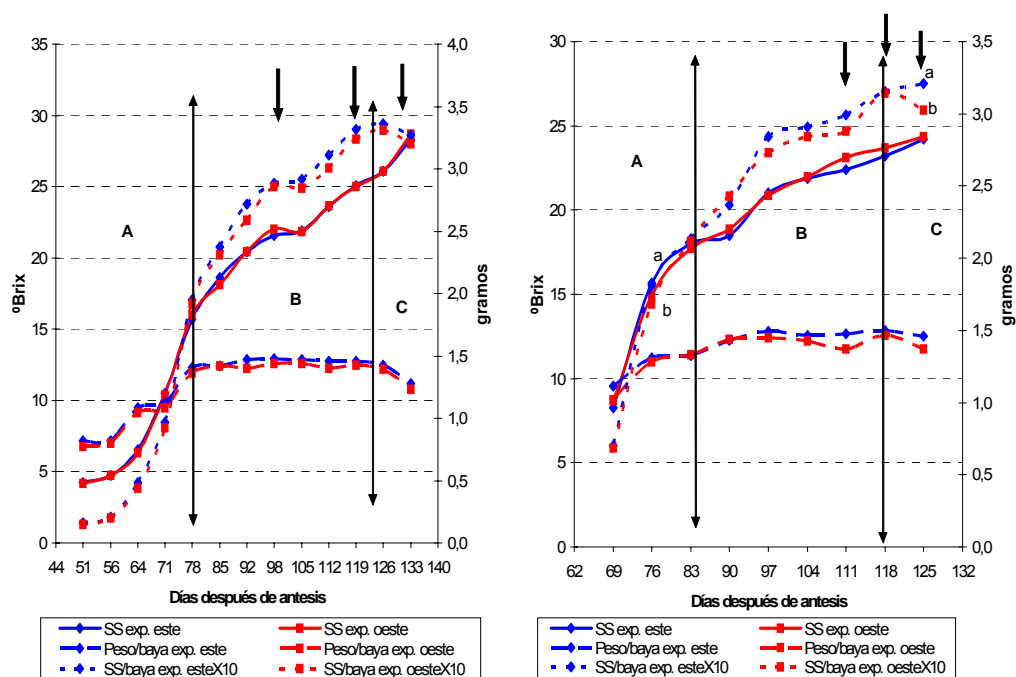


Fig. 14: Evolución del peso fresco de las bayas, de la acumulación de los sólidos solubles en el mosto y de la acumulación de azúcar en las bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera. Temporadas 2005-2006 y 2006-2007 a la izquierda y a la derecha respectivamente. A: ganancia rápida de azúcar; B: ganancia lenta de azúcar; C: ganancia nula de azúcar. Las flechas indican las cosechas temprana, media y tardía. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

Fig. 14: Trend of berries fresh weight, soluble solids and sugar content of berries in cv. Pinot Noir in the east and west orientations of the row, from veraison. 2005-2006 season left and 2006-2007 season right. « A » : fast sugar increase ; « B » : slow sugar increase ; « C » : nule sugar increase. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Arrows show early, normal and late harvest.

### 3.3.3. Evolución del pH del mosto

El pH siguió una tendencia creciente normal con el avance de la maduración. Aunque se ve una tendencia a mayor pH en el mosto proveniente de las uvas de la Exposición oeste, no se encontraron diferencias significativas entre ambas exposiciones de la espaldera, excepto a los 83 dda durante 2006-2007, momento alejado de las fechas de vendimias. Sin embargo en dicho momento o en las cercanías del mismo, parece existir una relación del menor pH con el mayor tamaño de baya y el mayor contenido de sólidos solubles del mosto de la Exposición este, pudiendo indicar diferencias en algún proceso fisiológico (Figuras 15a y 15b).

El hecho de no encontrarse diferencias entre las exposiciones al momento de la cosecha contrasta con los resultados de Reynolds *et al.*, (1986) y Spayd *et al.*, (2002), donde resultó mayor el pH en las uvas de la Exposición oeste. Esto se

explicaría por la mayor tasa de respiración del ácido málico en condiciones de altas temperaturas en los órganos (Kliewer, 1968; Kliewer, 1971).

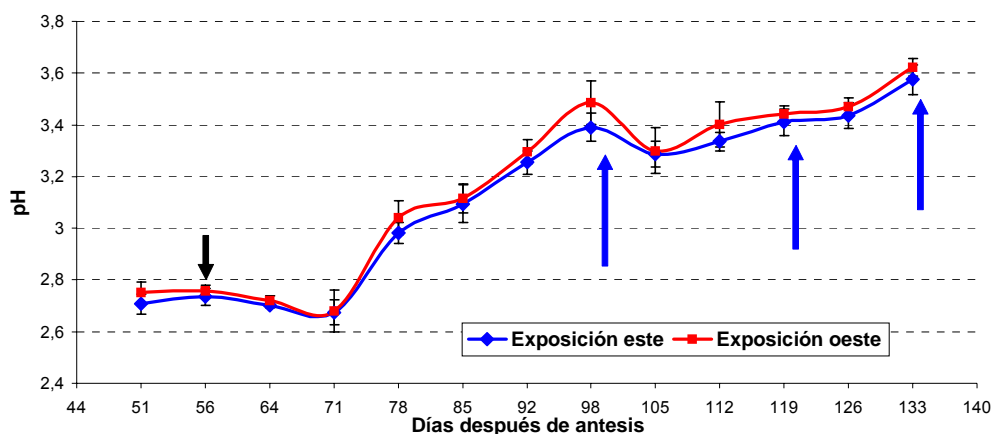


Fig. 15a: Evolución del pH del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta indica el comienzo del envero fisiológico; las flechas largas las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 15a: Trend of must pH in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientations of the row, during 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.

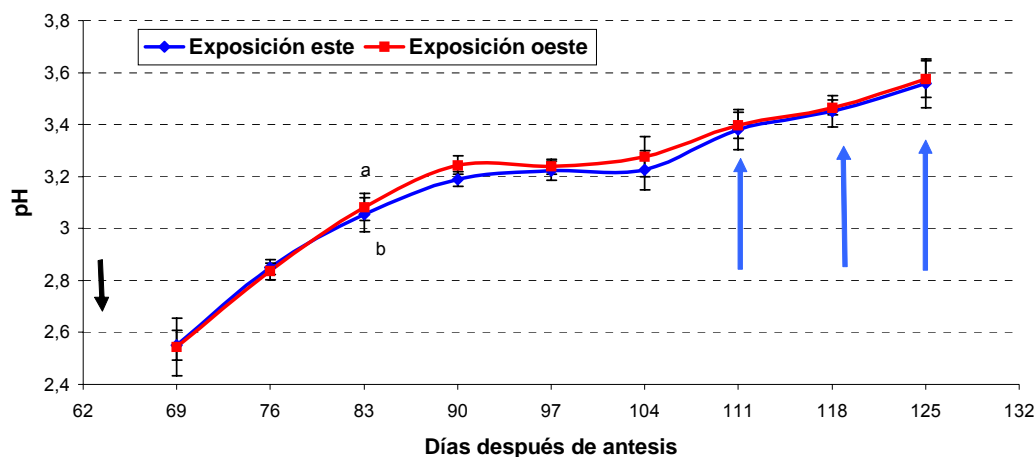


Fig. 15b: Evolución del pH del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta indica el comienzo del envero fisiológico; las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 15b: Trend of must pH in cv. Pinot Noir in east and west orientation of the row, during 2006-2007 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.

### 3.3.4. Evolución de la acidez del mosto

En la Temporada 2005-2006 en varias fechas de muestreo no se cumplió el supuesto Homogeneidad de la Varianza de los datos, por esa razón se realizó un análisis de homogeneidad de pendientes para ver si existieron diferencias entre las exposiciones en esta variable. Si así hubiese ocurrido se hubieran ajustado modelos diferenciados; pero se comprobó que el patrón de comportamiento para la tasa de cambio de la variable respecto a los días es similar, por ello se optó por un ajuste no lineal de los datos en su conjunto.

La regresión para la Exposición este es:  $\text{Acidez} = 59,5748 - 0,4606 \cdot x$ ,  $r^2$  ajustado = 0,7717; mientras que para la Exposición oeste es:  $\text{Acidez} = 58,8154 - 0,4567 \cdot x$ ,  $r^2$  ajustado = 0,7647, siendo  $x$  los dda.

El no existir interacción entre los dda y la exposición ( $p \leq 0,93$ ) da cuenta de la independencia entre las variables regresoras, conjuntamente con la comprobación de la homogeneidad de pendientes para cada exposición –este y oeste–, nos permitió generar un modelo únicamente en función de los dda.

No obstante en la temporada 2005-2006 a los 105 dda y 112 dda, donde se cumplen los supuestos para el ANOVA, se observan diferencias estadísticas con

mayores valores de acidez en la Exposición este, mientras que en la temporada 2006-2007 no se encontraron diferencias significativas en ninguna fecha de muestreo (Figuras 16a y 16b).

Reynolds *et al.*, (1986) trabajando en Canadá con la cv. Seyval Blanc, tampoco encontró diferencias en la acidez en cosecha entre ambas exposiciones, pero contrariamente Spayd *et al.*, (2002) con la cv. Merlot en Prosser, Washington, (USA) midió menor acidez en uvas de la Exposición oeste, ocasionada por las mayores temperaturas sufridas en dicha exposición. Posiblemente esta falta de coincidencia de resultados se debe a que en los diferentes climas de ambas regiones (más frío en el primero y más cálido en el segundo), la tasa de respiración de los ácidos de las uvas fue menor y mayor respectivamente.

En el caso en estudio con la cv. Pinot Noir, aparentemente los diferentes regímenes térmicos de cada exposición influenciaron en menor medida el metabolismo de los ácidos.

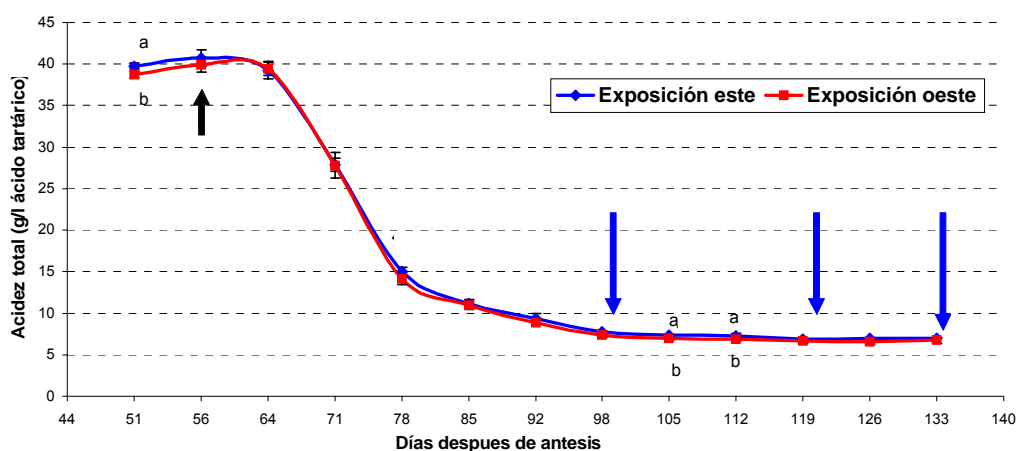


Fig. 16a: Evolución de la acidez total del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta indica el comienzo del envero fisiológico; las flechas azules las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 16a: Trend of must total acidity in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientations of the row, during 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest

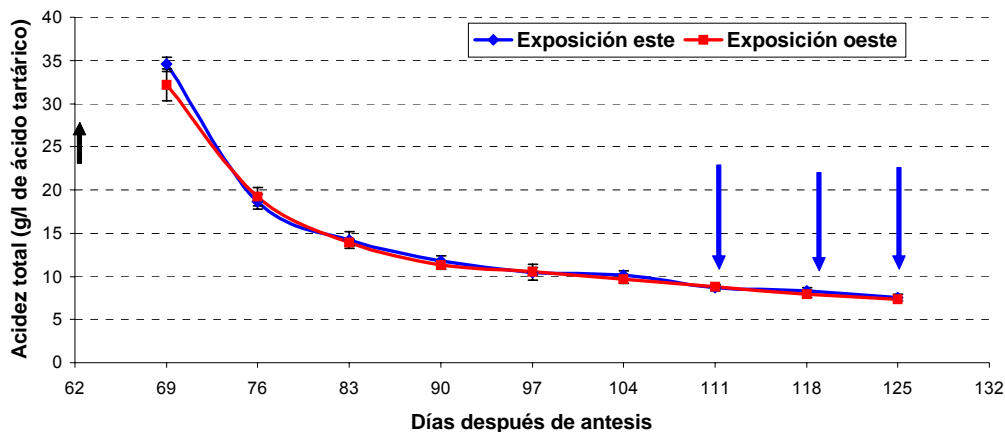


Fig. 16b: Evolución de la acidez total del mosto de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p=0.05$ ). La flecha negra indica el comienzo del envero fisiológico; las flechas azules las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 16b: Trend of must total acidity in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientations of the row, during 2006-2007 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p\leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest

### 3.3.5. Evolución del contenido de antocianinas de las bayas

En la temporada 2005-2006 el patrón de acumulación de antocianinas por kg de uvas presentó tendencia al aumento hasta los 126 dda, fecha intermedia entre la segunda y tercera fecha de cosecha, en la tercera fecha comenzó a disminuir. Se diferencia de la temporada 2006-2007, donde dicho fenol alcanzó un máximo previo a las fechas de cosecha y posteriormente comenzó a disminuir (Figuras 17a y 17b). Estas diferencias se deberían al “efecto añada”, que estaría condicionando a los procesos de biosíntesis, de concentración debida a la deshidratación del fruto y de destrucción del compuesto.

La acumulación rápida de antocianinas se dio hasta los 84 dda (18 días pos envero) y hasta los 83 dda (14 días pos envero) en 2005-2006 y 2006-2007 respectivamente, luego continuó una acumulación más lenta. Esto tiene una implicancia práctica y operativa cuando es necesario ralejar racimos en el envero, para aprovechar al máximo la distribución de metabolitos en las uvas dejadas para cosechar.

Para las temporadas 2005-2006 y 2006-2007, el contenido máximo de antocianinas por biosíntesis fue de aproximadamente 420 mg/kg y 450 mg/kg de uvas y de 0,65 a 0,70 mg/baya (Fig. 17a, 17b, 18) alcanzándose a los 105 dda y 104 dda (39 días y 35 días post envero) respectivamente (primera semana de marzo),

cuando el contenido de sólidos solubles estaba alrededor de 22 °Brix. El máximo a los 126 dda de la primera temporada puede deberse a la disminución del peso de las bayas a partir de los 119 dda, obedeciendo a concentración y no a biosíntesis del compuesto. Durante 2006-2007 la disminución posterior a los 104 dda se podría deber a procesos de degradación, ya que el peso permanece relativamente estable o disminuye en menor medida. Calderón *et al.*, (1992) trabajando con Gamay, explican la disminución de las antocianinas al final de la madurez por la acción degradativa de peroxidasas en las vacuolas de las células de la piel de las bayas.

Comparando la máxima concentración de antocianinas/kg de uvas con otros autores, contrastan los resultados de ambas temporadas con los encontrados a los 20-25 días post envero por Mazza *et al.*, (1999) en la cv. Pinot Noir en British Columbia, Canadá, con alrededor de 800 mg/kg; y con sólidos solubles de 20° brix a 22,5° brix. Asimismo Somers (1976) encontró el máximo de antocianinas en la cv Syrah entre los días 20 y 30 post envero, cuando los sólidos solubles oscilaron entre 21 y 24 °brix, disminuyendo luego del día 30 post envero. Esto ocurrió un poco antes que la fecha del máximo de antocianinas/kg de bayas encontrado en este estudio, y seguramente es atribuible a diferencias climáticas. Pero coincidiendo con Haselgrove *et al.*, (2000), éstos encontraron en la cultivar Syrah el pico de antocianinas por baya a los 35 días pos-envero y una disminución de las mismas a partir del día 46 pos envero.

En este estudio sólo se puede inferir cuáles de los procesos de biosíntesis, degradación o concentración predomina, ya que el método utilizado tiene la limitante de no calcular la facilidad de extracción de las antocianinas.

Las uvas de la Exposición este mostraron una tendencia a mayor tenor de antocianinas en ambas temporadas, apreciándose diferencias estadísticas en ciertos momentos que a menudo coinciden con diferencias en otras variables. Así es que en la temporada 2005-2006, a los 71 dda dichas uvas tuvieron mayor contenido de antocianinas, a los 70 dda el ablandamiento fue mayor y a los 77 dda tuvieron mayor volumen. En la temporada 2006-2007, a los 76 dda y 83 dda las uvas de la Exposición este tuvieron más antocianinas, a los 69 dda tuvieron mayor peso y volumen, a los 76 dda tuvieron más sólidos solubles, y a los 83 dda tuvieron menor pH. Un ablandamiento precoz de las uvas en el envero podría estar ocasionando un mayor volumen por aumentar la elasticidad de las paredes celulares. Por otro lado un mayor ingreso de sacarosa al fruto podría ser responsable del mayor tenor de antocianinas, ya que se forman a partir de los azúcares que ingresan a las bayas. Este diferente funcionamiento fisiológico obedecería al distinto régimen térmico entre las exposiciones.

Al sufrir la Exposición oeste temperaturas superiores a las críticas, se podría esperar que hubiera algún grado de afectación negativa en la acumulación de los pigmentos (síntesis reducida, degradación de compuestos, o ambos fenómenos). Además podríamos suponer que sólo las bayas de la cara expuesta del racimo que reciben directamente los rayos solares puedan sufrir este fenómeno, y se diluiría en el conjunto de bayas del mismo racimo que no alcanzan temperaturas tan elevadas, ya que se cita la diferencia de 8 °C o más entre bayas del mismo racimo expuestas y sombreadas (Tomasi *et al.*, 2003).

Estos resultados contrastan con el de Spayd *et al.*, (2002) donde los valores de antocianinas en cosecha son significativamente menores en la Exposición oeste.

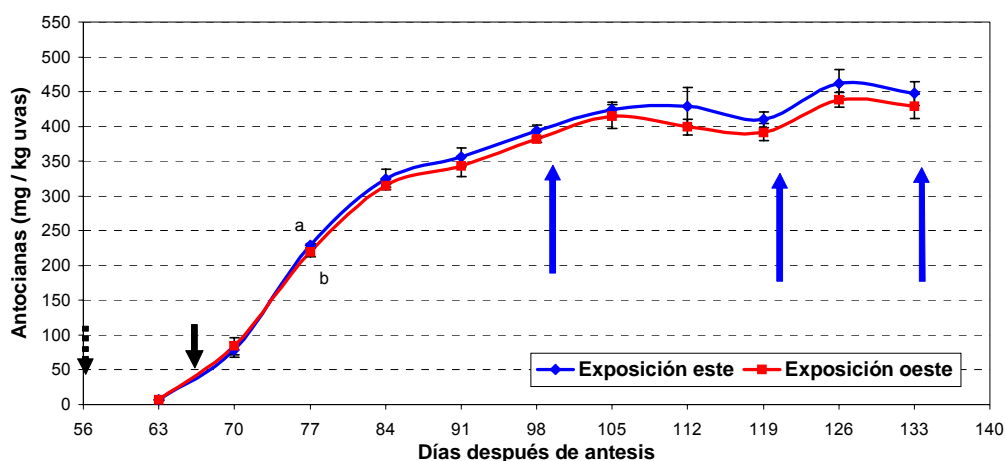


Fig. 17a: Evolución del contenido de antocianinas / kg de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta discontinua indica el comienzo del envero fisiológico; la flecha corta continua indica el envero fenológico; las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 17a: Trend of anthocyanin /kg of berries in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientations of the row, during 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short discontinuous arrow shows the time of physiological veraison; short continuous arrow shows of phenological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.

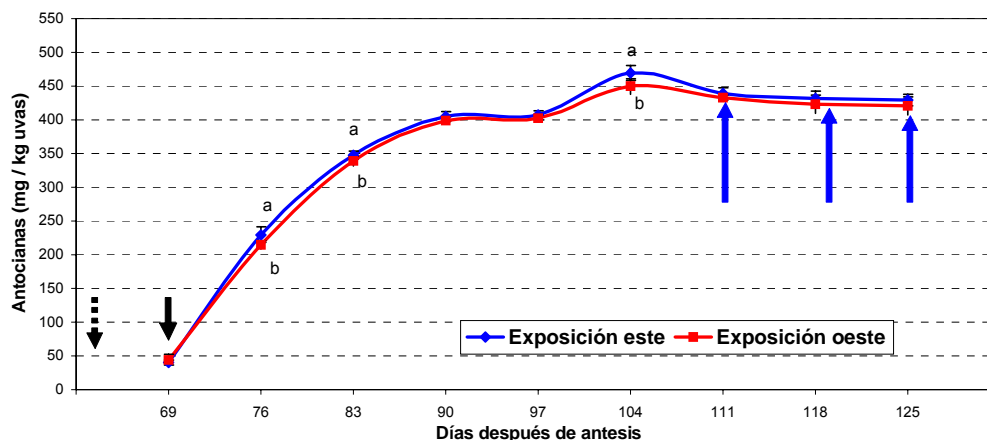


Fig. 17b: Evolución del contenido de antocianinas / kg de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas demuestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha negra de puntos indica el comienzo del envero fisiológico; la flecha negra continua indica el envero fenológico; las flechas azules las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 17b: Trend of anthocyanin /kg of berries in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientations of the row, during 2006-2007 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short discontinuous arrow shows the time of physiological veraison; short continuous arrow shows phenological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.

Los azúcares ingresaron a las bayas primero, los niveles máximos de antocianinas se dieron antes que los máximos de azúcar, y aparentemente menores tenores de azúcar/baya en un año determinado se tradujeron en menores tenores de antocianinas/baya. En la primera temporada, entre los 98 dda y los 119 dda, el tenor de antocianinas por baya disminuyó pero no lo hizo el peso de las bayas, indicando un posible proceso de destrucción de dichas antocianinas. En la segunda temporada ocurrió lo mismo a partir de los 104 dda (Figura 18).



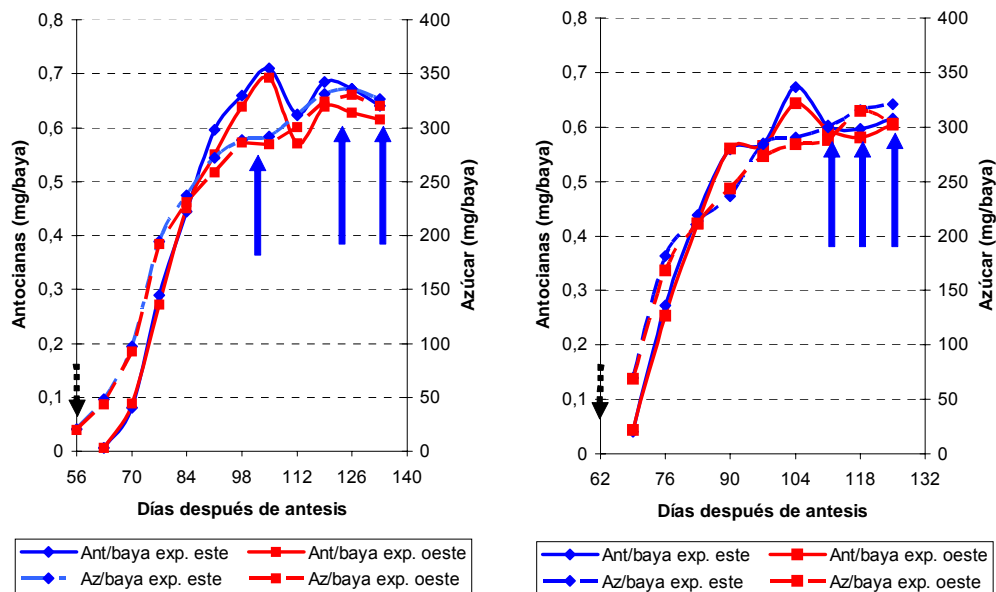


Fig. 18: Evolución del contenido de antocianinas / baya y azúcar / baya en la exposición este y oeste de una espaldera, a partir del envero en las temporadas 2005-2006 (izquierda) y 2006-2007 (derecha). *La flecha corta de puntos indica el envero fisiológico; las flechas largas indican las cosechas temprana, media y tardía.*

Fig. 18: Trend of anthocyanin / berry and sugar / berry in east and west orientation of the row, from veraison during 2005-2006 (left) and 2006-2007 seasons (right). *Short discontinuous arrow shows the time of physiological veraison; long arrows show early, normal and late harvest.*

### 3.3.6. Evolución del IPT de la piel de las bayas

A partir del envero el IPT aumentó por la síntesis de las antocianinas y por aumentar la extracción de compuestos fenólicos (Figuras 19a y 19b). Dicha mayor extracción se pudo haber debido al aumento de la permeabilidad de las paredes celulares por la degradación sufrida y la solubilización de las pectinas de dichas paredes durante la madurez (Barnavon *et al.*, 2001). Las diferencias de IPT entre temporadas podrían deberse a la menor cantidad de antocianinas en 2006-2007 por un “efecto añada”, por haber tenido mayor sumatoria térmica en esta segunda temporada de estudio.

La Exposición este presentó una tendencia a mayor cantidad de polifenoles en ambos años, aunque no se ven diferencias significativas entre las exposiciones, excepto a los 119 dda de la temporada 2005-2006.

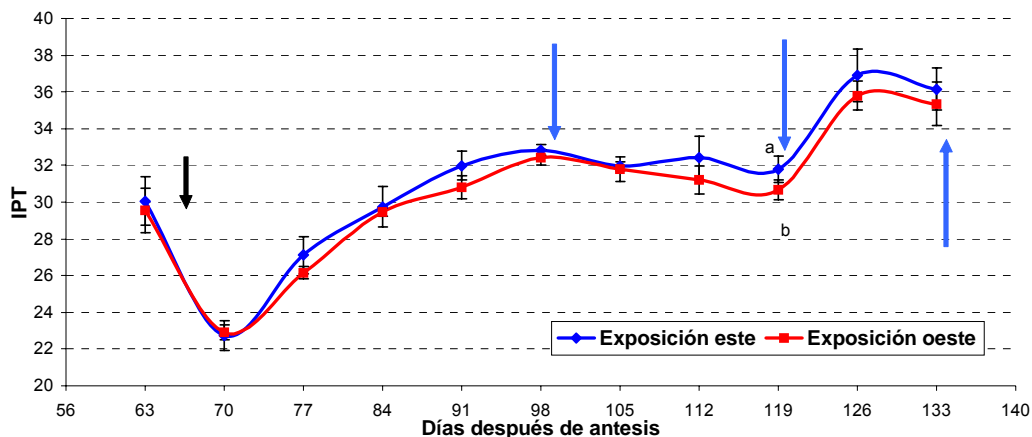


Fig. 19a: Evolución del IPT de la piel de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2005-2006. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La flecha corta indica el envero fenológico (50% bayas coloreadas); las flechas largas las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 19a: Trend of berries skin IPT in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientation of the row, during 2005-2006 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of phenological veraison (50 % of red berries); long arrows show early, normal and late harvest.

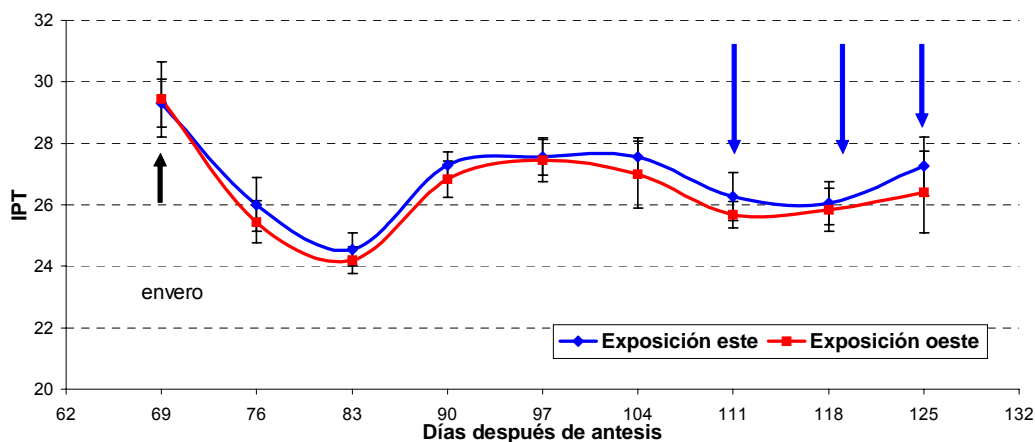


Fig. 19b: Evolución del IPT de la piel de bayas de la cv. Pinot Noir a partir del envero en la exposición este y oeste de una espaldera, en la temporada 2006-2007. Las barras indican el desvío estándar. Para cada par de datos letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). Las flechas azules indican las cosechas temprana, media y tardía.

Fig. 19b: Trend of berries skin IPT in cv. Pinot Noir from veraison in east and west orientation of the row, during 2006-2007 season. Bars show standard deviation. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ). Short arrow shows the time of phenological veraison (50 % of red berries); long arrows show early, normal and late harvest.

### **3.4. Composición de las uvas a la cosecha**

En ninguna de estas dos temporadas se observó interacción entre las fechas de cosecha –temprana, media y tardía- y la exposición de las uvas –este y oeste- para ninguno de las variables medidas. Esto significa que las uvas alcanzaron en cada fecha una determinada madurez independientemente de su orientación, siguiendo un proceso aditivo. En ambas temporadas en la última cosecha hubo diferencias en el peso y volumen entre ambas exposiciones, siendo más pequeñas las uvas orientadas al oeste, posiblemente por mayor deshidratación. Las uvas que mostraron los valores más adecuados y equilibrados entre sólidos solubles y acidez desde el punto de vista enológico, fueron aquellas de cosecha intermedia de 2006 y aquellas de cosecha tardía de 2007 (Tabla 8a y 8b).

Las antocianinas / kg de uvas fueron aumentando durante las sucesivas cosechas en 2005-2006, pero mostraron un comportamiento inverso durante 2006-2007. No mostraron diferencias entre exposiciones, pero en las cosechas temprana y media de 2005-2006 se observaron diferencias marginales, siendo mayores los contenidos en las uvas de la Exposición este. En la segunda temporada no se encontraron diferencias de este componente entre exposiciones, en ningún estado de madurez.

El contenido de antocianinas / baya no mostró diferencias entre las exposiciones en los distintos estados de madurez.

En la temporada 2005-2006 el IPT fue mayor en la Exposición este sólo en la cosecha media y considerando la evolución, el mayor IPT se dio en la cosecha tardía. En la temporada 2006-2007, si bien los valores fueron menores que los obtenidos en la temporada anterior, también se observaron los valores máximos en la cosecha tardía. Por otro lado, no se encontraron diferencias entre exposiciones en el IPT, en cualquier estado de madurez de la segunda temporada.

Los menores contenidos de antocianos e IPT en la Exposición oeste de algunos estados de madurez podría deberse a menor biosíntesis, a la degradación oxidativa, o a una combinación de ambos factores (Haselgrove *et al.*, 2000; Spayd *et al.*, 2002; Gonzáles Neves, 2005).

Tabla 8a: Componentes de las uvas en la exposición este y oeste de una espaldera y en cada estado de madurez, en la temporada 2005-2006. Para cada par de datos de cada fecha de cosecha letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); (\*) indica el no cumplimiento de algún supuesto del ANOVA; los paréntesis indican intervalos de confianza (95 %).

Table 8a: Berry components taken from the east and west orientations at each maturity stage, in the 2005-2006 season. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ); (\*) show nonfulfillment of same ANOVA assumption; brackets show the confidence interval (95 %).

Tratamiento	Componente							
	Peso (g/baya)	Volumen (cc/baya)	Sólidos solubles mosto(°brix)	pH	Acidez total(g ác. tart/L mosto)	Antocianas (mg/kg uva)	Antocianas (mg/baya)	IPT
Temprana, Exp. este	1,478 <sup>a</sup>	1,326 <sup>a</sup>	21,58 (21,04-22,12)	3,39 <sup>a</sup>	7,76 (7,55-7,97)	393,54 <sup>a</sup>	0,658 <sup>a</sup>	32,84 <sup>a</sup>
Temprana, Exp. oeste	1,435 <sup>a</sup>	1,359 <sup>a</sup>	22,01 (21,13-22,88)	3,48 <sup>a</sup>	7,33 (6,87-7,79)	381,85 <sup>a</sup>	0,638 <sup>a</sup>	32,43 <sup>a</sup>
p valor	0,29	0,34	*	0,10	*	0,0534	0,0531	0,163
Media, Exp. este	1,457 <sup>a</sup>	1,308 <sup>a</sup>	25,06 (24,59-25,53)	3,41 <sup>a</sup>	6,9 (6,9-6,9)	409,95 <sup>a</sup>	0,685 <sup>a</sup>	31,78 <sup>a</sup>
Media, Exp. oeste	1,425 <sup>a</sup>	1,339 <sup>a</sup>	25,04 (24,95-25,12)	3,44 <sup>a</sup>	6,65 (6,26-7,05)	391,72 <sup>a</sup>	0,639 <sup>a</sup>	30,67 <sup>b</sup>
p valor	0,17	0,15	*	0,31	*	0,0685	0,10	0,0483
Tardía, Exp. este	1,275 <sup>a</sup>		28,27 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	7,01 (6,94-7,08)	447,46 <sup>a</sup>	0,640 <sup>a</sup>	36,15 <sup>a</sup>
Tardía, Exp. oeste	1,233 <sup>b</sup>		28,65 <sup>a</sup>	3,62 <sup>a</sup>	6,75 (6,21-7,29)	428,94 <sup>a</sup>	0,614 <sup>a</sup>	35,35 <sup>a</sup>
p valor	0,029		0,23	0,21	*	0,18	0,19	0,374
Fecha x Trat.	NS	NS		NS		NS	NS	NS
p valor	0,94	0,45		0,94		0,29	0,15	0,79

Tabla 8b: Componentes de las uvas en la exposición este y oeste de una espaldera y en cada estado de madurez, en la temporada 2006-2007. Para cada par de datos de cada fecha de cosecha letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); (\*) indica el no cumplimiento de algún supuesto del ANOVA; los paréntesis indican intervalos de confianza (95 %).

Table 8b: Berry components taken from the east and west orientations and each maturity stage, in the 2006-2007 season. For each couple of data, different letters show significant differences ( $p \leq 0.05$ ); (\*) show nonfulfillment of same ANOVA assumption; brackets show confidence interval (95 %).

Tratamiento	Componente							
	Peso (g/baya)	Volumen(cc)	Sólidos solubles mosto (°brix)	pH	Acidez total(g ác. tart/L)	Antocianinas (mg/kg uva)	Antocianinas (mg/baya)	IPT
Temprana, Exp. este	1,476 <sup>a</sup>	1,336 <sup>a</sup>	22,40 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	8,70 <sup>a</sup>	438,54 <sup>a</sup>	0,603 <sup>a</sup>	26,27 <sup>a</sup>
Temprana, Exp. oeste	1,373 <sup>a</sup>	1,246 <sup>a</sup>	23,14 <sup>a</sup>	3,39 <sup>a</sup>	8,77 <sup>a</sup>	432,92 <sup>a</sup>	0,595 <sup>a</sup>	25,67 <sup>a</sup>
p valor	0,0773	0,0804	0,0654	0,66	0,76	0,16	0,17	0,102
Media, Exp. este	1,501 <sup>a</sup>	1,380 <sup>a</sup>	23,20 (22,27-24,13)	3,45 <sup>a</sup>	8,28 <sup>a</sup>	432,12 <sup>a</sup>	0,596 <sup>a</sup>	26,04 <sup>a</sup>
Media, Exp. oeste	1,463 <sup>a</sup>	1,340 <sup>a</sup>	23,70 (23,47-23,93)	3,46 <sup>a</sup>	7,96 <sup>a</sup>	423,43 <sup>a</sup>	0,581 <sup>a</sup>	25,82 <sup>a</sup>
p valor	0,42	0,37	*	0,58	0,0743	0,19	0,0769	0,56
Tardía, Exp. este	1,461 <sup>a</sup>	1,336 <sup>a</sup>	24,21 <sup>a</sup>	3,55 <sup>a</sup>	7,55 <sup>a</sup>	429,18 <sup>a</sup>	0,614 <sup>a</sup>	27,25 <sup>a</sup>
Tardía, Exp. oeste	1,370 <sup>b</sup>	1,235 <sup>b</sup>	24,35 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	7,29 <sup>a</sup>	421,02 <sup>a</sup>	0,603 <sup>a</sup>	26,41 <sup>a</sup>
p valor	0,022	0,028	0,69	0,70	0,26	0,19	0,21	0,19
Fecha x Trat.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
p valor	0,44	0,26	0,17	0,85	0,18	0,91	0,74	0,63

### **3.5. Características de los vinos**

#### **3.5.1. Datos analíticos del mosto encubado, temporada 2005-2006**

Los datos analíticos iniciales del mosto encubado en bodega en la temporada 2005-2006 se presentan en la Tabla 9.

En la Exposición oeste los sólidos solubles y el pH fueron levemente mayores, y la acidez total fue menor, en todos los estados de madurez. La evolución de dichas variables fue normal con el avance de la madurez.

Tabla 9: Sólidos solubles, acidez total y pH del mosto encubado de la cv. Pinot Noir, de la temporada 2005-2006.

Table 9: Soluble solids, total acidity and pH of the must of cv. Pinot Noir of the 2005-2006 season.

Tratamiento		Fecha de Ingreso	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez Total (g/L ácido tartárico)	pH
Cosecha temprana	Exp este	22-02-2006	20,80	7,50	3,18
	Exp	(100 dda)	21,20	7,57	3,22
Cosecha media	Exp este	15-03-2006	23,40	5,40	3,36
	Exp	(121 dda)	23,60	5,00	3,36
Cosecha tardía	Exp este	29-03-2006	27,10	4,62	3,60
	Exp	(135 dda)	27,70	4,40	3,70

#### **3.5.2. Desarrollo de la fermentación y datos analíticos de los vinos terminados, temporada 2005-2006**

Los datos analíticos de los vinos terminados se presentan en la Tabla 10. Los vinos mostraron una cinética fermentativa normal, alcanzando valores de rastros de azúcar (< 1.80 g/L de azúcares reductores), a excepción de aquellos de la cosecha tardía, donde se vio ralentizada y resultó en azúcares residuales al momento de realizar el descube de los mismos. Esto se debió posiblemente a que el mayor contenido de sólidos solubles inicial del mosto ocasionó un mayor nivel de alcohol afectando negativamente el metabolismo de las levaduras (Loyola, 2004)

En la composición de los vinos se encontraron mayores efectos debido al estado de madurez que a la exposición, dando en los vinos de la cosecha tardía características analíticas asociadas a una mayor calidad (Ribéreau Gayon *et al*, 2002), i.e., mayor IPT, mayor IC, mayor tenor de antocianinas totales, mayor % de color copigmentado y polimérico. Esto concuerda con lo ocurrido en las uvas en el IPT y el tenor de antocianinas.

Este aumento de las citadas variables con el avance de la madurez, coincide con resultados de otros autores (Sims y Bates, 1994; Montmollin *et al.*, 2004; Spring, 2004; Bautista-Ortín *et al.*, 2006) y con la evolución en las uvas. Algunos de lo citados autores observaron en una fecha de cosecha más tardía aún, el comienzo de la disminución de la IC y de las antocianas totales.

Con respecto a la exposición de las uvas, hubo variables que mostraron claras tendencias en los tres estados de madurez: el tenor alcohólico y el porcentaje del color debido a las antocianas libres fueron mayores en la Exposición este; mientras que la Intensidad Colorante (IC) y las antocianas totales fueron mayores en la Exposición oeste. Éstas últimas no se correlacionaron con el contenido en las uvas.

Hubo variables que mostraron interacciones entre los factores exposición y estado de madurez: el porcentaje de color copigmentado pasó de ser mayor en la Exposición oeste con menor madurez, a ser mayor en la Exposición este en estadios avanzados de la misma; mientras que lo inverso ocurrió con el porcentaje de color polimérico.

El resto de las variables no presentaron tendencias claras entre las exposiciones.

Vale acotar que al no haberse corregido la acidez de los mostos (aunque la legislación argentina permite esta práctica) el pH resultó alto en casi todos los vinos, pudiendo afectar la estabilidad y la longevidad de los mismos (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2002). Los tenores de antocianas totales en los vinos resultaron bajos debido a las características de la cv Pinot noir.

Tabla 10: Datos analíticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006.  
Table 10: Analytical data of the Pinot Noir wine of the 2005-2006 season.

Tratamiento	Cosecha temprana		Cosecha media		Cosecha tardía	
	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste
Alcohol (%v/v)	12,1	11,8	14,1	14	15,2	15
Acidez Total (g/L ácido tartárico)	5,8	5,61	5,02	5,02	4,1	4,15
pH	3,84	3,95	4,12	4,09	4,33	4,25
IPT	29,8	28,4	34,2	34,1	37,2	38,8
I.C. (420+520+620)	0,372	0,377	0,406	0,416	0,629	0,745
Matiz (420 / 520)	0,911	0,953	1,017	0,967	1,038	1,059
Antocianas totales (mg/L)	225,675	225,675	279,66	284,97	273,46	295,59
% de color copigmentado	12,306	18,51	12,363	12,58	41,307	33,299
% de color debido a antocianas libres	57,907	54,829	57,292	57,022	26,406	25,618
% de color polimérico	29,788	26,676	30,345	30,398	32,287	41,084

### 3.5.3. Análisis sensorial de los vinos elaborados, temporada 2005-2006

#### 3.5.3.1. Análisis descriptivo.

En la Tabla 11 se muestran los doce descriptores organolépticos encontrados para los vinos evaluados. Considerando los vinos de acuerdo al estado de madurez –sin considerar la exposición–, los de la cosecha tardía se diferenciaron de aquellos de cosecha temprana y cosecha media por menos acidez y notas florales; y mayor intensidad aromática global, más carácter a pasa y más matiz rojo y azul (Figura 20). Considerando sólo la exposición, los vinos de la Exposición este mostraron más notas florales y acidez; mientras que los de la Exposición oeste más descriptores como pasa y cuero (Figura 21).



Tabla 11: Descriptores organolépticos de vinos Pinot noir de la temporada 2005-2006. Medias correspondiente a 11 degustadores, Valores precedidos por letras distintas indican diferencias significativas para el Test de Tukey y  $p \leq 0,05$ .

Table 11: Sensory descriptors of cv. Pinot Noir wine of the 2005-2006 season.  $n=11$ , different letters show significant differences for Tukey test ( $p \leq 0.05$ )

Tratamiento	Cosecha temprana		Cosecha media		Cosecha tardía	
	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste
Matiz pardo	1,58 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>
Matiz rojo	2,1 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	2,38 <sup>a</sup>	2,60 <sup>a</sup>
Matiz azul	0,65 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,82 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>
Intensidad aromática global	2,05 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	2,45 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>
Cuero	1,25 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>
Pasa	0,50 <sup>a</sup>	1,35 <sup>ab</sup>	1,00 <sup>ab</sup>	1,25 <sup>ab</sup>	1,95 <sup>ab</sup>	2,00 <sup>b</sup>
Almendra amarga	0,90 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	1,05 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>
Floral	2,10 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>
Acidez	2,50 <sup>b</sup>	1,70 <sup>b</sup>	2,15 <sup>ab</sup>	2,30 <sup>ab</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,25 <sup>a</sup>
Intensidad tánica	1,60 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>

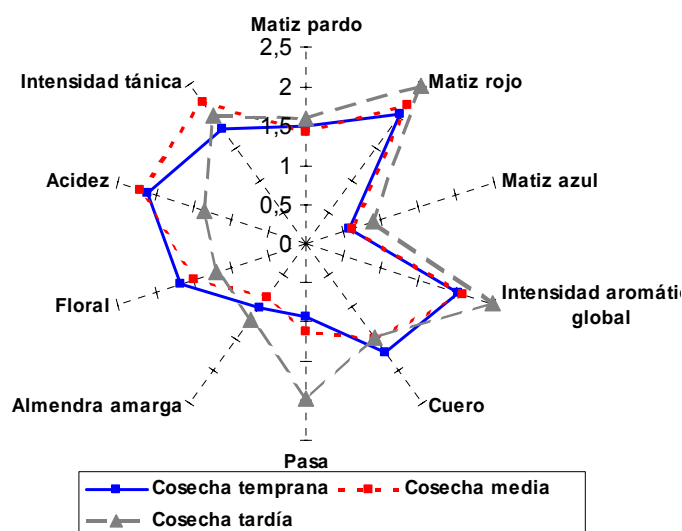


Fig. 20: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006. *Promedios de ambas exposiciones para cada cosecha.*

Fig. 20: Sensory descriptors of cv. Pinot Noir wine of the 2005-2006 season. *Average of both exposures in each harvest.*

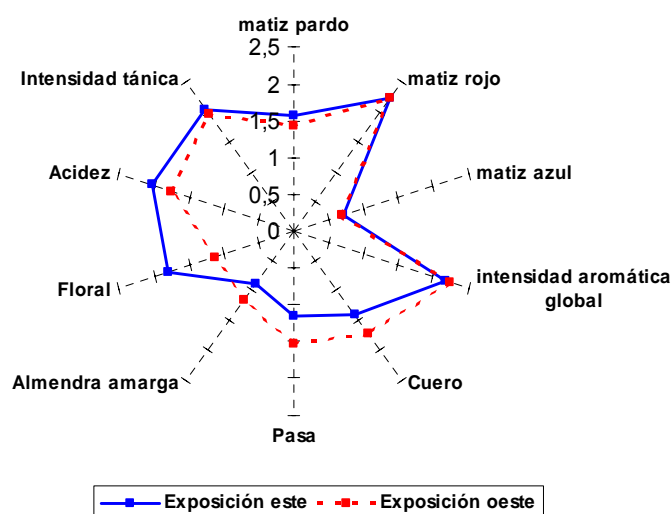


Fig. 21: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006. *Promedios de las cosechas para cada exposición.*

Fig. 21: Sensory descriptors of cv. Pinot Noir wine of the 2005-2006 season. *Average of three harvest in each exposure.*

### **3.5.3.2. Prueba de preferencia.**

En la Tabla 12 se muestran las preferencias de los jueces para los seis vinos elaborados, con el uso del test de Kramer. Dicho Test mostró para 6 tratamientos y 11 jueces un intervalo de preferencia de 25 a 52, es decir valores

inferiores a 25 significarán “preferido”, valores entre 25 y 52 significarán “medianamente preferido”, y valores mayores a 52 significarán “no preferido”. De acuerdo a los valores de suma de preferencias (SP) obtenidos por cada vino, los correspondientes a las exposiciones este y oeste de la segunda fecha de cosecha resultaron estadísticamente “preferidos” frente a los vinos de los tratamientos restantes.

Los vinos de las cosechas temprana y tardía presentaron valores de SP que se encuentran en todos los casos comprendidos dentro del intervalo señalado, por lo que esta prueba los ubicó para  $p \leq 0,05$  como “medianamente preferidos”, no detectándose las otras dos calidades para ninguno de estos vinos. No obstante sin haber preferencia real estadística, el vino correspondiente a la de la Exposición oeste de la cosecha temprana resultaría algo más “preferido” por los degustadores, en comparación con la Exposición este de la misma cosecha y con ambas exposiciones de la cosecha tardía. Es así porque el valor de suma de preferencias obtenido por el vino en cuestión (SP = 27) se encuentra muy cercano al límite inferior del intervalo (25). Con similar criterio, el vino del tratamiento Exposición oeste de la cosecha tardía resultaría el menos “preferido” (SP = 51).

Tabla 12: Prueba de preferencia de vinos Pinot Noir de la temporada 2005-2006. *Intervalo de preferencia para 11 degustadores y 6 vinos: 25 – 52*

Table 12: Preference test in Pinot Noir wines of the 2005-2006 season. *n=11, preference interval: 25-52*

Tratamiento		SP	Significancia para $p \leq 0,05^*$
Cosecha temprana	Exp este	35	b
	Exp oeste	27	b
Cosecha media	Exp este	15	a
	Exp oeste	24	a
Cosecha tardía	Exp este	40	b
	Exp oeste	51	b

*\*Letras distintas indican diferencias significativas*

*\*Different letters show significant differences*

#### 3.5.4. Datos analíticos del mosto encubado, temporada 2006-2007

Los datos analíticos iniciales del mosto encubado en bodega en la temporada 2006-2007 se presentan en la Tabla 13.

La influencia de la exposición de las uvas muestra aparentemente una interacción entre factores en los sólidos solubles, que son mayores en la Exposición

oeste en madurez temprana pero se invierte en estadios de madurez avanzada. La acidez total y el pH fueron levemente mayor y menor respectivamente, en la Exposición este de todos los estadios de madurez.

La acidez total fue decreciendo normalmente con el avance de la madurez, pero el pH y los sólidos solubles prácticamente no se diferenciaron entre los diferentes estados de madurez. Contrastan estos dos últimos parámetros con las curvas de evolución en las bayas, pudiendo deberse a errores de muestreo en las uvas que se analizaron.

Tabla 13: Sólidos solubles, acidez total y pH del mosto encubado de la cv. Pinot Noir, de la temporada 2006-2007.

Table 13: Soluble solids, total acidity and pH of the must of cv. Pinot Noir of 2006-2007 season.

Tratamiento		Fecha de Ingreso	Sólidos Solubles (°Brix)	Acidez Total (g/L ácido tartárico)	pH
Cosecha temprana	Exp este	6-03-2007	23,00	8,55	3,43
	Exp oeste	(112 dda)	23,20	8,62	3,46
Cosecha media	Exp este	14-03-2007	23,90	6,82	3,61
	Exp oeste	(120 dda)	23,90	6,60	3,66
Cosecha tardía	Exp este	21-03-2007	23,40	5,20	3,49
	Exp oeste	(127 dda)	23,20	5,05	3,56

### 3.5.5. Desarrollo de la fermentación y datos analíticos de los vinos terminados, temporada 2006-2007

Los datos analíticos de los vinos terminados se muestran en la Tabla 14. Las elaboraciones de los tratamientos correspondientes a ambas exposiciones de la cosecha temprana tuvieron una cinética fermentativa ralentizada, y los vinos presentaron azúcares residuales al momento del descube. El resto de las elaboraciones mostraron una cinética fermentativa normal, llegando a rastros de azúcar.

Los vinos de la cosecha tardía se destacaron por una mayor concentración tánica, mayor extracto seco y una mayor intensidad colorante, parámetros importantes desde el punto de vista sensorial. En contraposición el matiz resultó muy elevado, indicando una oxidación excesiva probablemente asociada al elevado

pH que mostraron. Los vinos de la cosecha temprana y media mostraron comportamiento opuesto.

El aumento del IPT, de la Intensidad Colorante y del matiz con el avance de la madurez concuerda con Spring, 2004; Montmollin *et al.*, 2004; Bautista-Ortín *et al.*, 2006, con las uvas a campo y con los vinos de la temporada 2005-2006 del estudio.

El contenido de antocianinas de los vinos fue disminuyendo a medida que avanzó la madurez, contrastando con la temporada 2005-2006, y coincidiendo esta tendencia con el contenido en las bayas a campo y con uno de los cuatro casos-terroirs estudiados por Montmollin *et al.*, 2004.

Aquellos vinos de la Exposición este tuvieron menor contenido alcohólico, mayor pH, mayor cantidad de extracto seco, mayor cantidad de antocianinas totales, menor cantidad de taninos, mayor IPT, mayor IC y mayor matiz; que aquellos de la Exposición oeste.

El contenido alcohólico de los vinos fue muy similar en los tres estados de madurez y en ambas exposiciones. El bajo tenor en aquellos de madurez avanzada obedeció al contenido de sólidos solubles del mosto.

Tabla 14: Datos analíticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007.  
Table 14: Analytical data of wine Pinot Noir of the 2006-2007 season.

	Cosecha temprana		Cosecha media		Cosecha tardía	
	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste
Alcohol (%v/v)	13,6	13,7	13,9	14,19	13,78	13,61
Acidez total (g/L de ácido tartárico)	5,55	5,55	5,02	5,61	5,64	4,86
Acidez volátil (g/L de ácido acético)	0,56	0,65	0,77	0,76	0,73	0,77
Azúcares reductores (g/L <sup>1</sup> )	5,18	5,13	2,03	3,69	2,15	2,10
pH	3,87	3,90	3,95	3,87	4,19	4,10
Ácido málico (g/L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ácido láctico (g/L)	2,92	2,80	2,75	3,14	2,49	2,28
Extracto seco (g/L)	19,92	19,83	23,63	21,46	30,71	27,35
Antocianos totales <sup>1</sup> (mg/L)	51,2	13,1	41,7	65,6	40,2	31,1
Taninos <sup>2</sup> (mg/L <sup>1</sup> )	707,7	713,5	893,0	852,5	826,4	948,1
IPT (DO 280)	31,00	27,50	36,40	35,30	38,90	36,80
IC (420+520+620)	0,35	0,32	0,46	0,41	0,49	0,50
Matiz (420/520)	0,97	0,86	0,91	0,88	1,06	1,03

<sup>1</sup>Equivalente malvidina 3-glucósido; <sup>1</sup>malvidin 3-glucoside equivalent

<sup>2</sup>Equivalente ácido gálico; <sup>2</sup>galic acid equivalent

En la Tabla 15 se muestran los datos de las características cromáticas de los vinos terminados. La luminosidad disminuyó (fue aumentando la intensidad del color) a medida que avanzó la madurez, con mayor gradiente entre las cosechas temprana y media que entre las cosechas media y tardía. Con respecto a la exposición se dio menor luminosidad, **aunque leve**, en el este. La saturación fue similar en las cosechas media y tardía, pero mayores a la temprana; con respecto a la exposición no se observó una clara tendencia. El parámetro a\* mostró mayor tendencia al rojo en la cosecha media, siguiendo en orden descendente la tardía. El parámetro b\* mostró mayor tendencia al azul en las cosechas temprana y media.

Los altos valores de tonalidad de la cosecha tardía confirman la oxidación que sufrieron estos vinos.

Tabla 15: Análisis cromático (Sistema Cie-Lab) de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007.

Table 15: Chromatic analysis (Cie-Lab sistem) of Pinot Noir wines of the 2006-2007 season.

Tratamiento	L* (luminosidad)	C* (saturación)	H* (tonalidad)	a*	b*
Temprana, Exp. este	81,6	17,58	25,05	15,92	7,44
Temprana, Exp. oeste	82,5	18,16	19,95	17,07	6,19
Media, Exp. este	75,4	21,56	18,85	20,4	6,97
Media, Exp. oeste	77,9	21,32	16,96	20,4	6,22
Tardía, Exp. Este	74,8	21,31	31,06	18,26	10,99
Tardía, Exp. oeste	74,7	22,47	30,46	19,37	11,39

### 3.5.6 Análisis sensorial de los vinos elaborados, temporada 2006-2007

**3.5.6.1. Análisis descriptivo.** En la Tabla 16 se muestran los descriptores organolépticos encontrados para los vinos evaluados.

Considerando las exposiciones –sin tener en cuenta momento de cosecha-, los vinos de la Exposición este se destacaron por su intensidad colorante, su intensidad aromática (referida especialmente a fruta y frambuesa), su concentración y su menor acidez (Figura 22).

Considerando el momento de cosecha –sin tener en cuenta las exposiciones- los vinos de la cosecha temprana se destacaron por tener mayor intensidad colorante, matiz violeta más acentuado, mayor concentración y mayor intensidad aromática global (Figura 23).

Tabla 16: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007. *Medias correspondiente a 7 degustadores. Valores precedidos por letras distintas indican diferencias significativas para el Test de Tukey y  $p \leq 0,05$ .*

Table 16: Sensory descriptors of Pinot Noir wine of the 2006-2007 season. *n=7, different letters show significant differences for Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).*

Tratamiento	Cosecha temprana		Cosecha media		Cosecha tardía	
	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste	Exp. este	Exp. oeste
Intensidad de color	3,50 <sup>b</sup>	3,14 <sup>b</sup>	2,71 <sup>ab</sup>	2,19 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>
Matiz violeta	2,79 <sup>c</sup>	3,00 <sup>c</sup>	2,29 <sup>bc</sup>	1,79 <sup>ab</sup>	1,07 <sup>a</sup>	1,64 <sup>ab</sup>
Intensidad aromática global	3,29 <sup>a</sup>	2,79 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>	3,29 <sup>a</sup>	2,86 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>
Fruta madura	2,43 <sup>ab</sup>	2,36 <sup>ab</sup>	2,21 <sup>ab</sup>	2,79 <sup>b</sup>	2,57 <sup>ab</sup>	1,36 <sup>a</sup>
Frambuesa	2,36 <sup>ab</sup>	1,93 <sup>ab</sup>	1,86 <sup>ab</sup>	2,86 <sup>b</sup>	2,14 <sup>ab</sup>	1,21 <sup>a</sup>
Concentración	2,86 <sup>c</sup>	2,71 <sup>bc</sup>	2,43 <sup>abc</sup>	2,07 <sup>ab</sup>	2,07 <sup>ab</sup>	1,93 <sup>a</sup>
Acidez	2,36 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	3,36 <sup>a</sup>
Dulzor	1,71 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>	2,16 <sup>a</sup>	2,07 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>
Intensidad tánica	1,86 <sup>a</sup>	2,14 <sup>a</sup>	2,29 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,86 <sup>a</sup>	1,86 <sup>a</sup>
Amargo	1,57 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,64 <sup>a</sup>	1,36 <sup>a</sup>	1,36 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>



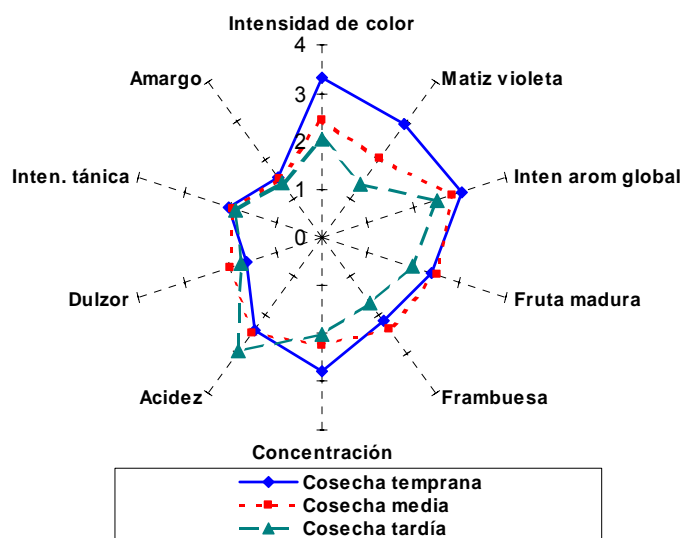


Fig. 22: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007. *Promedios de ambas exposiciones para cada fecha de cosecha*

Fig. 22: Sensory descriptors of Pinot Noir wine of the 2006-2007 season. *Average of both exposures in each harvest.*

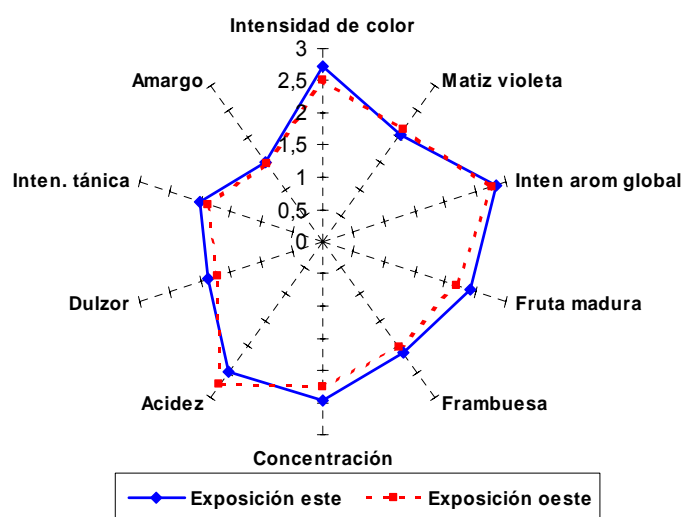


Fig. 23: Descriptores organolépticos de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007. *Promedios de las tres cosechas para cada exposición.*

Fig. 23: Sensory descriptors of Pinot Noir wine of the 2006-2007 season. *Average of three harvest in each exposure.*

### **3.5.6.2 Prueba de preferencia.**

El Test de Kramer (Tabla 17), para 6 tratamientos y 7 jueces, mostró un intervalo de preferencia de 14 a 35. De acuerdo a los valores de suma de preferencias (SP) obtenidos, el vino correspondiente a la Exposición este de la

cosecha temprana resultó estadísticamente preferido frente a los vinos de los tratamientos restantes. Mientras que el vino correspondiente a la Exposición oeste de la cosecha tardía, al presentar un valor de SP que excedió el límite superior del intervalo, resultó estadísticamente no preferido. El resto de los vinos presentaron valores de SP que se encuentran comprendidos dentro del intervalo señalado, por lo que esta prueba los ubica para  $P \leq 0,05$  como medianamente preferidos, no detectándose ni preferencia ni no preferencia estadística por ninguno de estos vinos.

Tabla 17: Prueba de preferencia de vinos Pinot Noir de la temporada 2006-2007. *Intervalo de Preferencia para 7 degustadores y 6 vinos: 14-35*

Table 17: Preference test of Pinot Noir wines of the 2005-2006 season.  $n=7$ , *preference interval: 14-35*

Tratamientos		SP	Significancia para $p \leq 0,05^*$
Cosecha temprana	Exposición este	13	a
	Exposición oeste	14	b
Cosecha media	Exposición este	24	b
	Exposición oeste	22	b
Cosecha tardía	Exposición este	32	b
	Exposición oeste	42	c

\* *Letras distintas indican diferencias significativas*

#### 4. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se extraen luego de dos años de estudio se resumen en los siguientes puntos.

1) En el Alto Valle del Río Negro existe una diferente condición micro climática térmica a la que se ven sometidos los racimos en cada exposición (este y oeste) de una espaldera orientada norte-sur. Esta condición implica temperaturas máximas e integrales térmicas mayores en la exposición oeste que en la Exposición este.

2) Obedeciendo a esta característica microclimática, el envero en la cv. Pinot Noir, caracterizado por el ablandamiento de las bayas, comienza levemente antes en las uvas de la Exposición este. Este adelanto es además variable con los años.

3) Se acelera el desarrollo dimensional de las uvas de la Exposición este durante la madurez, pero se acorta el proceso temporalmente, con respecto a la Exposición oeste. Al final se logra una compensación entre ambos fenómenos y las uvas de ambas exposiciones son dimensionalmente similares.

4) Las diferentes condiciones térmicas de las distintas exposiciones no tienen la intensidad suficiente para cambiar la composición de los racimos de cada exposición. Existen muy pocas diferencias en la composición de las uvas entre ambas exposiciones. No existen diferencias en los sólidos solubles, en el pH ni en la acidez total en el mosto derivado de los racimos de ambas exposiciones; tampoco en el contenido de antocianinas ni en el IPT de la piel de las bayas.

5) Con respecto a las dimensiones de las bayas, de particular importancia desde el punto de vista enológico, no existen diferencias entre las exposiciones durante la evolución del crecimiento, excepto en estados donde la deshidratación sufrida en la exposición oeste ocasiona menor tamaño.

6) El daño por quemado de las bayas por la radiación solar directa es muy pronunciado en los racimos de la Exposición oeste, aumentando este fenómeno cuando los racimos se encuentran con menor cobertura de hojas.

7) La síntesis de las antocianinas en la cv. Pinot noir presenta las mayores tasas inmediatamente después del comienzo del envero. Esto puede tener implicancias importantes en la oportunidad de realización del raleo de los racimos.

8) Los vinos provenientes de uvas con distinto grado de madurez resultan distintos en su composición analítica y características organolépticas. Esto no ocurre con los vinos de uvas provenientes de distintas exposiciones (este y oeste). A medida que el grado de madurez de la uva es más pronunciado los vinos son más tánicos, menos ácidos y más oxidados, aunque sus características varían con las distintas cosechas. Los vinos de las cosechas tardías (provenientes de uvas

cosechadas más tarde que el momento de máximo tenor de sólidos solubles por baya) no son preferidos por los degustadores debido al carácter oxidado, a la existencia de notas de sobremadurez (pasa) y/o a la falta de notas frutadas.

9) No existe la interacción entre los factores exposición y madurez y por lo tanto no se puede afirmar que las uvas de las Exposiciones este y oeste alcancen su madurez óptima en distintos momentos.

10) Una cosecha diferenciada de las uvas expuestas al este y al oeste sólo se justificaría con el objeto de separar aquellas expuestas al oeste dañadas por quemado por sol, pero sería preferible desarrollar tecnologías alternativas que no impliquen pérdidas de producción (i.e., redireccionar la orientación de las hileras).

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BARCELO, J.M.** (1997) La gestion de la maturation : le premier acte œnologique. Incidence sur les profils de vins de Syrah dans les Côtes du Rhône. *Revue Française d'Œnologie* n° 165, juillet/août, 24-26
- BAUTISTA-ORTIN, A.B.; FERNANDEZ-FERNANDEZ, J.I.; LOPEZ-ROCA, J.M.; GOMEZ-PLAZA, E.** (2006) The effect of grape ripening stage on red wine color. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 40(1):15-24
- BARNAVON, L.; DOCO, T.; TERRIER, N.; AGEORGES, A.; RIMIEU, C.; PELLERIN, P.** (2001) Involvement of pectin methyl-esterase during the ripening of grape berries: partial cDNA isolation, transcript expression and changes in the degree of methylesterification of cell wall pectins. *Phytochemistry*, 58, 693-701
- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N.** (2001) Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet sauvignon and Grenache in the central San Joaquin valley of California. *Am. J. Enol. Vitic.* 52 (1): 1-7
- BERNARD, R.; LEGUAY, M.; BIOL, H.; NAUDIN, R.** (1979) La sélection du Pinot noir. Exemple de variabilité d'un cépage population. *Progrès Agricole et Viticole*, 96: 299-307
- BISSON, L.** (1999) Stuck and sluggish fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.* 50 (1): 107-119
- BORDEU, E.; GONZÁLEZ, A.** (2004) Madurez de cosecha y fermentación alcohólica. *Enología*, n° 5, año 1.
- BOWERS, J.; BANDMAN, E.; MEREDITH, C.** (1993) DNA fingerprint characterization of some wine grapes cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 44 (3): 266-274
- BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, C.; COHEN, S. ; TABACMAN, H.** (1985) Effect of crop level and crop load on growth, yield, must and wine composition, and quality of Cabernet sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 36 (2): 125-131
- CABANNE, C.; DONÈCHE, B.** (2001) Changes in polygalacturonase activity and calcium content during ripening of grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 52 (4): 331-335
- CALDERÓN, A.A.; GARCÍA-FLORENCIANO, E.; MUÑOZ, R.; MUÑOZ BARCELO, A.** (1992) Gamay grapevine peroxidase: its role in vacuolar anthocyanin(di) degradation. *Vitis* 31: 139-147

- CARBONNEAU, A.** (1995) La surface foliare exposée potentielle. Progrès Agricole et Viticole, 112(9): 204-212
- CARBONNEAU, A.; DELOIRE, A.; COSTANZA, P.** (2004) Le potentiel hydrique foliare: sens des diferentes modalités de mesure. J. Int. Sci. Vigne Vin. 38: 15-19
- CARBONNEAU, A.** (2007) Théorie de la maturation et de la typicité du raisin. Progrès Agricole et Viticole, 124(13-14): 275-284
- CATANIA, C.; AVAGNINA DE DEL MONTE, S.** (2004) La madurez de la uva y de la semilla. El vino y su industria 21: 26-36
- CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES; PROVINCIA DE RÍO NEGRO; EEA ALTO VALLE-CENTRO REGIONAL PATAGONIA NORTE (INTA); INSTITUTO DE SUELOS-CIRN-INTA.** (2008) Estudio de impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del Río Negro. Informe de avance. Área piloto 1. [s.p.]
- CHAMPAGNOL, F.** (1978) Aspects physiologiques de la qualité de la vendange. Le progrès Agricole et Viticole, 9: 266-275
- COOMBE, B. G.** (1973) The regulation of set and development of the grape berry. Acta Horticulturae, 34: 261-271
- COOMBE, B. G.; BISHOP, G.R.** (1980) Development of the grape berry. II. Changes in diameter and deformability during veraison. Austral. J. Agric. Res. 31: 499-509
- COOMBE, B. G.** (1992) Research on development and ripening of the grape berry. Am. J. Enol. Vitic. 43: 101-110
- COOMBE, B. G.; MC CARTHY, M.G.** (1997) Identification and naming of the inception of aroma development in ripening grape berries. Australian Journal of Grape and Wine Research 3:18-20
- COOMBE, B. G.; MC CARTHY, M.G.** (2000) Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. Australian Journal of Grape and Wine Research 6: 131-135
- CREASY, G.L.; PRICE, S.F.; LOMBARD, P.B.** (1993) Evidence for xilem discontinuity in Pinot noir and Merlot grapes: dye uptake and mineral composition during berry maturation. Am. J. Enol. Vitic. 44: 187-192

- CRIPPEN, D.D.; MORRISON, J.C.** (1986a) The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 37: 235-242
- CRIPPEN, D.D.; MORRISON, J.C.** (1986b) The effects of sun exposure on the phenolic content of Cabernet Sauvignon berries during development. *Am. J. Enol. Vitic.* 37: 243-247
- DELOIRE, A., HUNTER, J.J.** (2005) Microclimat des grappes et maturation du raisin. *Progress Agricole et Viticole*, 122: 151 - 157
- DELTEIL, D.** (2004) El grado de madurez de las uvas y su influencia en la vinificación. *Enología*, nº1, abril/mayo, 27-29
- DOLÉRIS, J.A.** (1912) *Le Nil Argentin*. París: Pierre Roger & Cía, Editeurs. 300 p.
- DOWNEY, M.; KRSTIC, M.** (2004) The pattern of anthocyanin accumulation in Shiraz and Cabernet sauvignon grape berries during ripening. *Australian Viticulture*, November-December; 56-57
- DÜRING, H.; LANG, A.; OGGIONNI, F.** (1987) Patterns of water flow in Riesling berries in relation to developmental changes in their xylem morphology. *Vitis* 26, 123-131
- ENTAV.** (1995). *Catalogue des Variétés et Clones de Vigne cultivés en France*. Etablissement National Technique pour l'Amélioration de la Viticulture. Le Grau du Roi, France. 357p.
- FANIZZA, G.** (1982) Factor analysis for the choice of a criterion of wine grape (*Vitis vinifera*) maturity in warm regions. *Vitis* 21, 333-336
- GALET, P.** (1998). *Précis d'Ampélographie Pratique*. 2<sup>a</sup> ed. Montpellier: Pierre Galet. 256 p.
- GALLANDER, J.F.** (1983) Effect of grape maturity on the composition and quality of Ohio Vidal Blanc wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 34:(3), 139-141
- GALLINA, M.; RODRÍGUEZ, A; MUÑOZ, A.** (2005) Índices bioclimáticos para la vid en Contralmirante Guerrico, provincia de Río Negro, República Argentina. Centro Regional Patagonia Norte, Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, INTA. *Boletín de Divulgación Técnica* Nº 51. 13 p.
- GHOLAMI, M.; HAYASAKA, Y.; COOMBE, B.G.; JACKSON, J.F.; ROBINSON, S.P.; WILLIAMS, P.J.** (1995) Biosynthesis of flavoar compounds in Muscat Gordo Blanco grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1: 19-24

- GHOLAMI, M.; COOMBE, B.G.; ROBINSON, S.P.; WILLIAMS, P.J.** (1996) Amounts of glycosides in grapevine organs during berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2: 59-63
- GLANDSTONE, E.; DOKOOZLIAN, N.** (2003) Influence of leaf area density and trellis/training system on the light microclimate within grapevine canopy. *Vitis* 42 (3), 123-131
- GONZÁLES NEVES, G.** (2005) Módulo Materia Prima. Clases de la Maestría de Viticultura & Enología, ciclo 2004/2005. FCA UN Cuyo, INTA, INV.
- GREER, D.H.; ROGIERS, S.Y.; STEEL, C.C.** (2006) Susceptibility of Chardonnay grapes to sunburn. *Vitis* 45(3): 147-148
- GREER, D.H.; ROGIERS, S.Y.** (2009) Water flux of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz bunches throughout development and in relation to late-season weight loss. *Am. J. Enol. Vitic.* 60:2, 155-163
- GUINARD, J.; CLIFF, M.** (1987) Descriptive analysis of Pinot noir wines from Carneros, Napa, and Sonoma. *Am. J. Enol. Vitic.* 38:3, 211-215
- GUYOT, CH.; DUPRAZ, PH.** (2004) Déguster les baies pour suivre la maturité du raisin. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic* 36: 231 – 234
- HALE, C.R.; BUTTROSE, M.S.** (1974) Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis vinifera* L. Cv: Cabernet sauvignon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99(5):390-394
- HARBERTSON, J.F.; KENNEDY, J.A.; ADAMS, D.O.** (2002) Tannin in skins and seeds of Cabernet sauvignon, Syrah, and Pinot noir berries during ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 53: 1, 54-59
- HASELGROVE, L. BOTTING, D., VAN HEESWIJCK, R., HØJ, P. B., DRY, P. R., FORD, C., ILAND, P.G.** (2000) Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 141-149
- HRAZDINA, G., PARSONS, G.F., MATTICK, L.R.** (1984) Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 35: 4, 220-227
- HUNTER, J.; PISCIOTTA, A.; VOLSCHENK, C.; ARCHER, E.; NOVELLO, V.; KRAEVA, E.; DELOIRE, A.; NADAL, M.** (2004) Role of harvesting time / optimal ripeness in



zone / terroir expression. Proc. Joint OIV, GESCO, SASEV. Intl. Conference on Viticultural Zoning, 15-19 november 2004, Cape Town, South Africa. 466-478

**INFOSTAT** (2004). *Infostat version 2004*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

**INV** (Instituto Nacional de Vitivinicultura). (1987, 1989, 1990, 1992) Estadística vitivinícola argentina. [en línea] [[http://www.inv.gov.ar/est\\_varios.php?que=rg\\_vinedos](http://www.inv.gov.ar/est_varios.php?que=rg_vinedos)]

**INV** (Instituto Nacional de Vitivinicultura). (2001) Actualización del registro de viñedos. [en línea] [[http://www.inv.gov.ar/est\\_varios.php?que=rg\\_vinedos](http://www.inv.gov.ar/est_varios.php?que=rg_vinedos)]

**INV** (Instituto Nacional de Vitivinicultura). (2002-2005) Registro de viñedos y superficie. [en línea] [[http://www.inv.gov.ar/est\\_varios.php?que=rg\\_vinedos](http://www.inv.gov.ar/est_varios.php?que=rg_vinedos)]

**KELLER, M.; HRAZDINA, G.** (1998) Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 49(3): 341-349

**KLIEWER, W. M.** (1968) Effect of temperature on the composition of grapes grown under field and controlled conditions. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science.* 93: 797 - 806

**KLIEWER, W. M.; LIDER, L.A.** (1968) Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson Seedless fruit. *Am. J. Enol. Vitic.* 19: 175-184

**KLIEWER, W. M.** (1971) Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic and tartaric acids in *Vitis vinifera* L. grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96(3): 372-377

**KLIEWER, W. M.; TORRES, R. E.** (1972) Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. *Am. J. Enol. Vitic.* 23(2): 71-76

**KLIEWER, W. M.** (1977) Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 28(2): 96-103

**KLIEWER, W. M.; DOKOOZLIAN, N. K.** (2005) Leaf area/ crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 56(2): 170-181

**KOCH, R., ALLEWELDT, G.** (1978) Der gaswechsel reinfender weinbeeren. *Vitis* 17, 30-44

- KOURAKOU, S.** (1977) Degré de maturité optimale du raisin selon le type de vin à élaborer. Bulletin de l'O.I.V. 559, 617-640
- KRAMER, A.** (1963) Revised tables for determining significance of differences. Food Tech. 17 N°12. 1596-1597.
- LACEY, M.; ALLEN, M.; HARRIS, R.; BROWN, W.** (1991) Methoxypyrazines in Sauvignon blanc grapes and wines. Am. J. Enol. Vitic. 42(2): 103-107
- LAKSO, A. N.; KLIEWER, W. M.** (1978) The influence of temperature on malic acid metabolism in grape berries. II. Temperature responses of net dark CO<sub>2</sub> fixation and malic acid pools. Am. J. Enol. Vitic. 29: 145-149
- LEVENGOOD, J.; BOULTON, R.** (2004) The variation in the color due to copigmentation in young Cabernet Sauvignon wines. In: Red Wine Color: exploring the mysteries. A.L. Waterhouse and J.A. Kennedy (Eds.), pp. 35-52. ACS Symp. Ser. 886. Am. Chemical Society, Washington, DC.
- LLORENTE, A.** (1994) La Región Vitivinícola Sur. INTA; Centro Regional Patagonia Norte, EEA Alto Valle. Boletín de divulgación técnica n° 43. 14 p.
- LLORENTE, A.** (2003) Curso Internacional de Vitivinicultura, Memoria Técnica. Centro Regional Patagonia Norte, Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle – Secretaría de Estado de Coordinación y Producción, Gobierno de la Provincia del Neuquén. [s.p.]
- LOYOLA, E.** (2004) La flora microbiana y las fermentaciones vínicas. Clases de la Maestría en Viticultura & Enología, ciclo 2004/2005. FCA UN Cuyo, INTA, INV.
- MABROUK, H.; CARBONNEAU, A.** (1996) Une méthode simple de détermination de la surface foliaire de la vigne (*Vitis vinifera* L.). Progrès Agricole et Viticole. 113(18): 392-398
- MAIGRE, D.** (2004) Défeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Influence sur le microclimat des grappes. Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic. 36 (3), 165-172.
- MAZZA, G.; FUKUMOTO, L.; DELAQUIS, P.; GIRARD, B.; EWERT, B.** (1999) Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet franc, Merlot, and Pinot noir wines from British Columbia. J. Agric. Food Chem. 47, 4009-4017
- MCCARTHY, M.G.; COOMBE, B.G.** (1999) Is weight loss in ripening grape berries cv. Shiraz caused by impeded phloem transport? Australian Journal of Grape & Wine Research. 5: 17-21

- MILLAR, A.A.** (1972) Thermal regime of grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 23(4): 173-176
- MOIO, L.; ETIEVANT, P.** (1995) Ethyl anthranilate, ethyl cinnamate, 2,3-dihydrocinnamate, and methyl anthranilate: four important odorants identified in Pinot noir wines of Burgundy. *Am. J. Enol. Vitic.* 46(3): 392-398
- MONTMOLLIN, S. DE; DUPRAZ, PH.** (2003) Analyse de méthodes pour le suivi de la maturation phénolique des raisins de cépages rouges: essais préliminaires. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 35 (5): 311-316
- MONTMOLLIN, S. DE; DUPRAZ, PH.; GUYOT, CH.; SIEFFERMANN, J.M.** (2004) Suivi de la maturation des raisins de cépages rouges: phase 1 Gamaret. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 36 (4): 235-241
- MORRISON, J. C.; NOBLE, A.C.** (1990) The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. *Am. J. Enol. Vitic.* 41(3): 193-200
- NEGUERUELA, A., ECHÁVARRI, J., PÉREZ, M.** (1995) A Study of correlation between enological colorimetric indexes and CIE colorimetric parameters in red wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 46: 353 – 356.
- OJEDA, H.** (1999) Influence de la contrainte hydrique sur la croissance de péricarpe et sur l'évolution des phénols des baies de raisin (*Vitis vinifera*L.) cv. Syrah. Tesis doctoral de la Escuela Nacional Superior Agronómica de Montpellier, 159 p.
- OJEDA, H.** (2007) Riego cualitativo de precisión en la vid. *Enología* nº1, año IV. Marzo - abril 2007: 16-20
- OLLAT, N.; GAUDILLERE, J.P.** (1998) The effect of limiting leaf area during stage I of berry growth on development and composition of berries of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 49(3) : 251-258
- PANDEY, R.; FARMAHAN, H.** (1977) Changes in the rate of photosynthesis and respiration in leaves and berries of *Vitis vinifera* grapevines at various stages of berry development. *Vitis* 16, 106-111
- PEYRON, D.** (1998) Le potentiel polyphénolique du Pinot noir. *Revue Française d'Œnologie.* Mai/Juin, nº 170
- PINA, J.C.** (2004) Módulo Socioeconomía Vitivinícola. Vitivinicultura Argentina. Clases de la Maestría de Viticultura y Enología. Ciclo 2004-2005. FCA UNCuyo, INTA.

- PRATT, C.** (1971) Reproductive anatomy in cultivated grapes. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 22: 92-109
- PRICE, S.F., BREEN, P.J.; VALLADAO, M.; WATSON, B.T.** (1995) Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 46(2): 187-194
- REGNER, F.; STADLBAUER, A.; EISENHELD, C.; KASERER, H.** (2000) Genetic relationship among Pinots and related cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 51(1): 7-14
- REYNIER, A.** (2002) Manual de viticultura. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 6º edición, 497 p.
- REYNOLDS, A.G.; POOL, R.M.; MATTICK, L.R.** (1986) Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. *Vitis* 25: 85 – 95
- REYNOLDS, A.G.; PRICE, S.F.; WARDLE, D.A.; WATSON, B.T.** (1994) Fruit environment and crop level effects on Pinot noir. I. Vine performance and fruit composition in British Columbia. *Am. J. Enol. Vitic.* 45(4): 452-459
- RIBEREAU-GAYON, P.; GLORIES, I.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D.** (2002) Tratado de Enología. 2. Química del vino. Estabilización y tratamientos. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 554 p.
- RIOU, V.; ASSELIN, C.** (1996) Potentiel polyphénolique disponible du raisin: Estimation rapide par extraction partielle à chaud. *Progrès Agricole et Viticole.* 113(18): 382-384
- RODRÍGUEZ VILLA, J.C.** (2000) Buenos vinos: comencemos por la uva madura. *Viticultura / Enología Profesional* nº 66, enero/febrero.
- RODRÍGUEZ, A.** (2004) Factores climáticos: Efectos sobre la calidad de la fruta. *Fruticultura & Diversificación.* Año 10, Nº 40.
- RODRÍGUEZ, A.B.; MUÑOZ, A.R.** (2006) Síntesis agro meteorológica para el período 1990 – 2004. INTA, EEA Alto Valle. Boletín de divulgación técnica nº 53, 38p.
- ROESSLER, E.B.; AMERINE, M.A.** (1958) Studies on grape sampling. *Am. J. Enol. Vitic.*, 9 : 139-145
- ROESSLER, E.B.; AMERINE, M.A.** (1963) Further studies on field sampling of wine grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 14 : 144-147

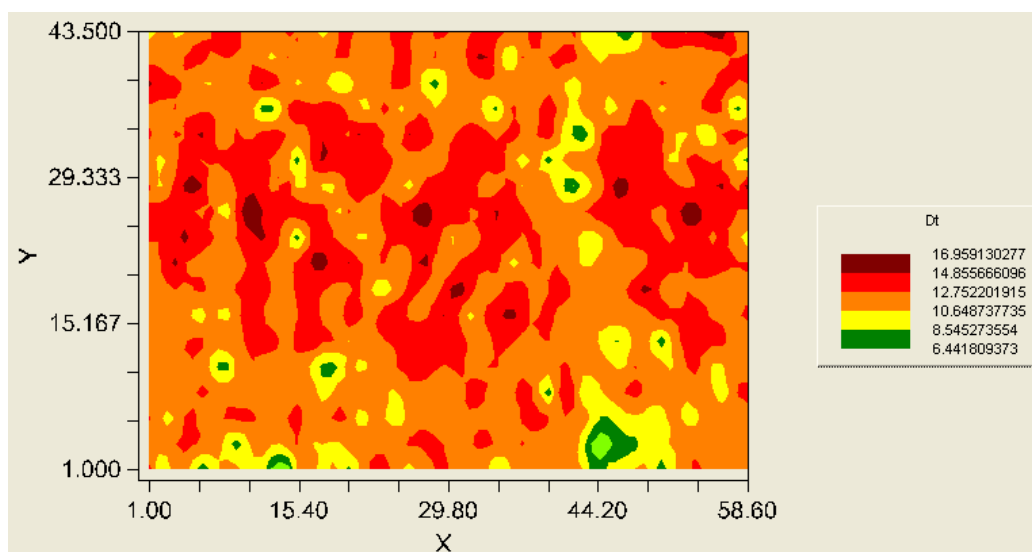
- ROGGERO, J.P.; COEN, S.; RAGONNET, B.** (1986) High performance liquid chromatography survey on changes in pigment content in ripening grapes of Syrah. An approach to anthocyanin metabolism. *Am. J. Enol. Vitic.*, 37(1): 77-83
- ROGIERS, S.Y.; HATFIELD, J.M.; JAUDZEMS, V.G.; WHITE, R.G.; KELLER, M.** (2004) Grape berry cv. Shiraz epicuticular wax and transpiration during ripening and preharvest weight loss. *Am. J. Enol. Vitic.*, 55(2): 121-127
- SAINT-CRICQ DE GAULEJAC, N.; VIVAS, N.; GLORIES, Y.** (1998) Maturité phénolique: définition et contrôle. *Revue Française d'Œnologie* n° 173, novembre/décembre, 22-25
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A.** (1965) Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148 : 339-346
- SCHRADER, L.E.; ZHANG, J.; DUPLAGA, W.K.** (2001) Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. *Plant Health Progress* [en línea] [<http://hort.tfrec.wsu.edu/les/Temperature.pdf>]
- SIMS, C.; BATES, R.** (1994) Effects of skin fermentation time on the phenols, anthocyanins, ellagic acid sediment, and sensory characteristics of a red *Vitis rotundifolia* wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45(1): 56-62
- SMART, R; SINCLAIR, T.** (1976) Solar heating of grape berries and other spherical fruits. *Agric. Meteorol.*, 17: 241-259
- SMART, R.; SMITH, S.M. ; WINCHESTER, R.V.** (1988) Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 39:3, 250-258
- SMART, R.; ROBINSON, M.** (1991) *Sunlight into wine*. Adelaida: Winetitles. 88 p.
- SOMERS, T.C.** (1976) Pigment development during ripening of the grape. *Vitis*, 14: 269-277
- SPAYD, S.E.; TARARA, J.M.; MEE,D.L.; FERGUSON, J.C.** (2002) Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:3, 171-182
- SPRING, J.L.** (2004) Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Gamaret. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 36 (3): 159-163

- STATSOFT, INC.** (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6.  
[www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- SURESH, E.R.; ETHIRAJ, S.** (1987) Effect of grape maturity on the composition and quality of wines made in India. *Am. J. Enol. Vitic.* 38 (4): 329-331
- TOMASI, D.; PITACCO, A.; PASCARELLA, G.** (2003) Bunch and berry temperature and anthocyanin synthesis and profile in Cabernet sauvignon. *Riv. Vitic. Enol.* 4: 3-15
- TONIETTO, J.** (1999) Les Macroclimats Viticoles Mondiaux et L'influence du Mesoclimat sur la Typicité de la Syrah et du Muscat de Hamburg dans le Sud de la France. These présentée à l' Ecole National Supérieure Agronomique de Montpellier pour obtenir le Diplôme de Doctorat. Montpellier: ENSAM. 233 p.
- TORANZO, J.** (2007) ¿Cómo orientar una plantación? *Fruticultura & Diversificación.* Año 13, Nº 53.
- VAN BUREN, J.P. ; BERTINO, J.J. ; ROBINSON, W.B.** (1968) The stability of wine anthocyanins on exposure to heat and light. *Am. J. Enol. Vitic.* 19:3: 147-154
- VAUDOUR, E.** (2003) Les terroirs viticoles. Dunod Ed., Paris. 294 p.
- WULF, L.W.; NAGEL, C.** (1978) High – pressure liquid chromatographic separation of anthocyanins of *Vitis vinifera*. *Am. J. Enol. Vitic.* 29 : 42-49
- YAMANE, TAKAYOSHI.; TAE JEONG, SEOK.; GOTO-YAMAMOTO, NAMI.; KOSHITA, YOSHIKO.; KOBAYASHI, SHOZO.** (2006) Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *Am. J. Enol. Vitic.* 57(1): 54-59
- ZUFFEREY, V.; MURISIER, F.** (2003) Distance interligne et hauteur de la haie foliaire. 1. Incidence sur le potentiel d'interception lumineuse et la photosynthèse de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 35 (5), 285-288.

## 6. ANEXOS

### 6.1. Homogeneidad de las plantas

Las circunferencias de los troncos de la parcela en estudio se plasmaron en un mapa de isolíneas donde se observa un patrón de distribución homogéneo y aceptable de las categorías. En base a esto se definió bloquear de manera perpendicular al sentido del riego, aunque hubiese sido posible también un diseño completamente aleatorizado y sin perder un grado de libertad.

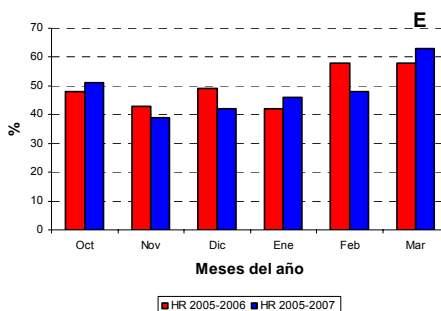
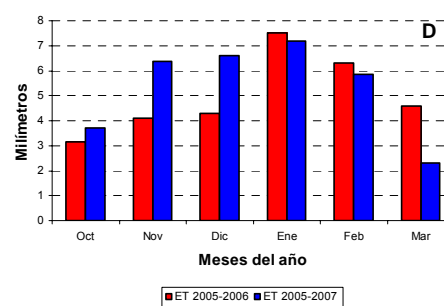
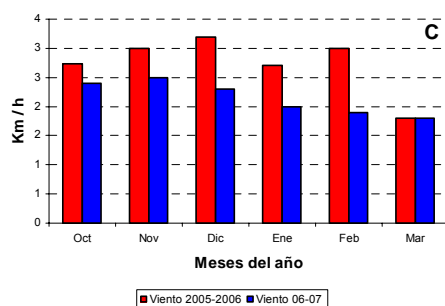
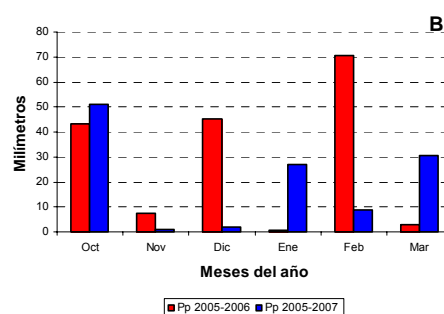
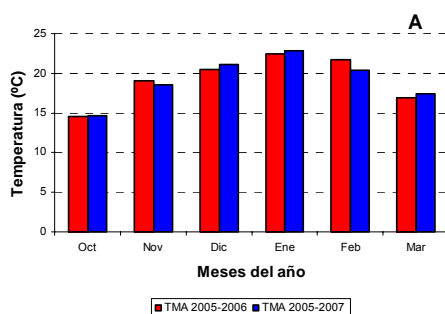


Estadística descriptiva del conjunto de datos, con aceptables distribución normal y coeficiente de variación.

-Summary Statistics-	
	Untransformed
mean	12.1304100228
std deviation	2.3843412713
sample variance	5.6851
minnum value	3.000000000
maximum value	19.000000000
n (n missing or excluded)	878 (4)
frequency distribution	
skewness (se)	-0.81 (0.08)
kurtosis (se)	1.73 (0.16)

## **6.2. Principales condiciones climáticas mensuales de octubre a marzo de las temporadas 2005-2006 y 2006-2007**

Temperaturas medias mensuales de abrigo en °C (TMA), (A); precipitaciones mensuales en milímetros (Pp), (B); velocidad media del viento a 2 m de altura en kilómetros por hora (C); evaporación diaria del tanque tipo "A" en milímetros (ET), (D); humedad relativa media en porcentaje (HR), (E). Datos obtenidos del Recinto Meteorológico de la EEA Alto Valle del INTA.





**6.3. Integrales térmicas de base 10°C, en °C/día, desde octubre a abril de las temporadas 2005-2006 y 2006-2007**

Datos del Recinto Meteorológico de la EEA Alto Valle del INTA.

