

COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE LA VID (*Vitis vinifera* L.) CV. MALBEC EN PATAGONIA ARGENTINA. PERÍODOS 2008-09, 2009-10 Y 2010-11

PHENOLOGICAL BEHAVIOR OF THE VINE (*Vitis vinifera* L.) CV. MALBEC IN ARGENTINE PATAGONIA. SEASONS 2008-09, 2009-10 Y 2010-11

María del Carmen Echenique^{1*}, Zully Moreno¹, Alicia Apcarian¹, María Rosa Cerutti¹, Javier Pavese²,
Guillermo Sabino², Fernando Norambuena³

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, CC 85, 8303 Cinco Saltos, Río Negro, Argentina.

² Fac. de Economía y Administración, Univ. Nac. del Comahue, Argentina.

³ Bodega del Fin del Mundo.

* Autor para correspondencia: echenique@speeddy.com.ar.

RESUMEN

La fenología tiende a explicar la reacción de la planta ante condiciones del medio ambiente y permite predecir su comportamiento. El objetivo de este trabajo fue avanzar en el conocimiento de la influencia de elementos del terroir sobre el desarrollo fenológico de la vid cultivar Malbec en San Patricio del Chañar, nueva zona vitícola de la Patagonia Argentina. El estudio se realizó durante 2008-09, 2009-10 y 2010-11, sobre 38 sitios dispuestos en tres unidades de paisaje: terraza antigua, piedemonte y terraza moderna, definidas por variables edáficas. Se efectuaron observaciones semanales sobre cuatro plantas por sitio, determinando fechas de brotación, floración, envero y madurez, y la longitud de los subperíodos entre ellas. Se realizaron análisis de varianzas con uno y dos factores de variabilidad para las variables edáficas y fenológicas, respectivamente, y un análisis de comparación de medias (Tukey al 5% para variables edáficas y al 1% para variables fenológicas) utilizando el Software R. El comportamiento de 'Malbec' estuvo relacionado a su posición en las unidades del paisaje y a aspectos climáticos y de manejo del cultivo, integrados en las temporadas estudiadas. El efecto temporada fue más marcado que el de unidades del paisaje. El cultivar desarrolló su ciclo en un período de 130 días en la Terraza Antigua y el Piedemonte, y requirió 134 días para completarlo en la Terraza Moderna, constituyendo ésta un terroir más tardío. En la temporada más precoz el ciclo brotación-madurez ocurrió en 119 días, y en la más tardía en 139 días, estando relacionado a la producción por hectárea y a las temperaturas registradas durante los ciclos estudiados.

Palabras clave: estados fenológicos, vid, unidades de paisaje, suelos, terroir.

ABSTRACT

Phenology explains grapevine response to environmental conditions and allows predicting plant behaviour. The objective of this study was to advance in the knowledge of the terroir elements influence on the phenological performance of cv. Malbec in San Patricio del Chañar, a new wine-growing zone in the Argentine Patagonia. The study was carried out during 2008-09, 2009-10 and 2010-11 seasons in 38 sites arranged in three landscape units: old terrace, foothills and modern terrace, defined by edaphic variables. Weekly observations were made on four plants per site in order to determine sprouting, flowering, veraison and ripening dates, as well as the length of the sub-periods between them. Two analysis of variance with one and two variability factors were conducted for soil and

phenological variables. A subsequent analysis of means comparison (Tukey 5% for soil variables and 1% for phenological variables) was also conducted using the Software R. The behavior of 'Malbec' was related to position in the landscape units as well as the climatic conditions and crop management, both integrated in the vintages effects. The seasonal effect was more marked than the landscape units effect. The cultivar developed its cycle in 130 days in both the old terrace and foothills, whereas this occurred in 134 days in the modern terrace, resulting in a later terroir. The sprouting-ripening cycle occurred in 119 days in the earliest season and in 139 days in the latest one. This was related to the yield per hectare and the temperatures recorded during the cycles under study..

Key words: phenology, grapevine, landscape units, soils, terroir.

INTRODUCCIÓN

La vid es una especie perenne que permanece en cultivo por 40 o más años, cumpliendo una sucesión de ciclos anuales caracterizados por la alternancia de etapas de reposo, de crecimiento vegetativo-reproductivo, y de acumulación de reservas. Los eventos más importantes que determinan el proceso fenológico en la vid son la brotación, la antesis, el envero, y la madurez.

El conocimiento que se tenga sobre el cumplimiento de cada una de estas etapas puede permitir el establecimiento de la capacidad adaptativa y el potencial productivo de los cultivares, como así también determinar su mayor o menor precocidad (Oswaldo y Dámaso, 2001; Piña y Dámaso, 2004). El calendario de la viña juega un papel importante y la precocidad en el comienzo de la maduración de la baya es un elemento determinante de la obtención de una buena vendimia (Vaudour, 2010). Índices de precocidad son usados para analizar la relación entre fenología y selección de sitios, crecimiento vegetativo y productividad (Woolley et al., 2002a; 2002b). Otros autores han estudiado la relación entre cambio climático y fenología (Tomasi et al., 2011). En términos prácticos, tal conocimiento se utiliza para la selección de cultivares y de sitios para el establecimiento de viñedos, el diseño de la plantación, y la definición del momento de ejecución de determinadas labores culturales (Dry y Coombe, 2004, citados por Keller, 2010). Las fechas de ocurrencia de cada etapa y el intervalo de tiempo entre cada evento varían notoriamente con el cultivar y la zona climática en la que los mismos se desarrollan (Jones y Davis, 2000).

El estudio de la fenología tiende a explicar la reacción de la planta ante las condiciones del medio ambiente y permite predecir su comportamiento en nuevos ambientes o terruños (Keller, 2010). Si bien este último concepto reconoce numerosas acepciones, todas ellas coinciden en reconocer que el mismo es el resultado de un sistema complejo, multifactorial e interactivo difícil de identificar en forma sencilla (Rouchaud, 2003). Vaudour (2010) lo define como la interacción "medio edáfico x macroclima" y le asigna un rol en el

desarrollo de las partes aéreas y subterráneas de la planta. Deloire et al. (2005) expresan que el terroir relaciona clima, suelo y viña, y que estudiar la estabilidad del mismo requiere integrar el efecto temporada, repitiendo las mediciones al menos durante tres años en estudios de longitud media.

En el valle inferior del Río Neuquén, San Patricio del Chañar, Patagonia Argentina, se hallan bajo cultivo aproximadamente 1600 ha (INV, 2010) correspondientes a viñedos de reciente implantación. En trabajos previos de los autores sobre esta área de estudio, se estableció la presencia de viñedos pertenecientes al cultivar Malbec en distintas posiciones del paisaje, correspondientes a la terraza fluvial antigua, el piedemonte y la terraza fluvial moderna. Se desarrollaron mapas de variabilidad espacial de las propiedades del suelo y de variables productivas del cultivo, determinando que algunas de las propiedades físicas de los suelos, como profundidad efectiva, estaba correlacionada significativamente con parámetros de la madurez de los frutos, como sólidos solubles, pH y acidez titulable (Pavese et al., 2010).

Considerando esto último, el objetivo de este trabajo es avanzar en el conocimiento de la influencia de elementos del terroir (suelo, geomorfología, clima y manejo) sobre el comportamiento fenológico del cultivar Malbec en el valle inferior del Río Neuquén, Patagonia Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre viñedos localizados en San Patricio del Chañar (38°36' S; 68°16' O, 325-347 msnm), en el norte de la Patagonia Argentina, dentro de la subregión Árida Mesetiforme de la Provincia de Neuquén. Se llevó a cabo durante los ciclos de crecimiento 2008-09, 2009-10 y 2010-11, sobre 38 sitios de muestreo, ubicados en 38 ha correspondientes a viñedos del cultivar Malbec, implantados a pie directo en el año 2003, sobre distintas unidades geomorfológicas (Terraza Fluvial Antigua, Piedemonte y Terraza Fluvial Moderna). En la Figura 1 se representan las distintas unidades de paisajes identificadas a lo largo de un perfil topográfico sobre las que estuvieron ubicadas las parcelas de estudio.

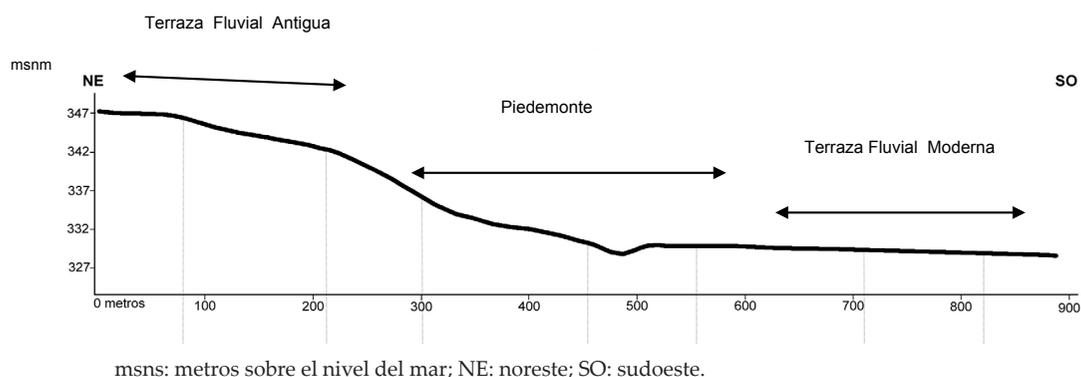


Fig. 1. Representación de las unidades del paisaje sobre una transecta del área de estudio. San Patricio del Chañar, Patagonia Argentina.

Fig. 1. Representation of the landscape units on a transect of the study area. San Patricio del Chañar, Argentine Patagonia.

Las parcelas se distribuyeron en las unidades de paisaje según la siguiente descripción: 10 sitios de muestreo en Terrazas Fluvial Antigua, 12 sitios en Piedemonte, y 16 sitios en Terraza Fluvial Moderna.

El clima regional (macroclima) es árido mesotermal, con precipitación media anual de 167 mm y evapotranspiración media anual de 720 mm. La temperatura media anual del aire es de 13,6°C, con temperaturas máximas media anual de 20 a 23°C, temperaturas mínimas media anual mayor

de 6°C, con una amplitud anual mayor de 16°C, y un período libre de heladas de 150-180 días, con vientos moderados, predominantes del oeste. El régimen hídrico del suelo es Árido Máximo y el régimen de temperatura del suelo es Térmico.

Los datos climáticos de los años correspondientes al estudio (Tabla 1) a nivel de mesoclima proceden de una estación meteorológica situada en los viñedos de Bodega del Fin del Mundo, San Patricio del Chañar, establecimiento en el cual se efectuó el estudio.

Tabla 1. Características meteorológicas de los ciclos 2008-09, 2009-10 y 2010-11. Estación de Bodega del Fin del Mundo. San Patricio del Chañar, Neuquén, Argentina.

Table 1. Meteorological characteristics of 2008-09, 2009-10 and 2010-11 cycles. Station of Winery Del Fin del Mundo. San Patricio del Chañar, Neuquén, Argentine.

Temporada	Variable ¹	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
2008-09	Temp. máx.	23,0	26,8	31,9	34,4	35,5	33,9	32,5	27,5
	Temp. mín.	1,8	5,2	9,5	12,7	12,7	10,8	9,5	3,2
	Temp. media	12,3	15,9	20,6	23,7	24,0	22,4	20,8	15,3
	ITE base 10°C	68,3	181,5	317,5	426,0	435,0	348,1	335,4	160,5
	ITE Acumulada	68,3	249,8	567,3	993,3	1428,3	1776,4	2111,8	2272,3
2009-10	Temp. máx.	21,1	25,2	25,5	31,8	34,8	31,9	33,5	25,1
	Temp. mín.	0,5	4,8	5,7	9,1	11,2	9,1	10,8	1,9
	Temp. media	10,8	15,0	15,6	20,4	23,2	20,5	20,3	13,5
	ITE base 10°C	23,5	155,7	168,0	323,0	408,0	293,0	319,3	104,7
	ITE Acumulada	23,5	179,2	347,2	670,2	1078,2	1371,2	1690,5	1795,2
2010-11	Temp. máx.	21,2	25,9	29,1	29,7	33,1	33,0	30,0	25,7
	Temp. mín.	1,0	5,6	8,8	10,9	12,3	11,7	8,2	3,3
	Temp. media	11,7	17,0	19,0	20,3	22,7	22,3	19,1	14,5
	ITE base 10°C	48,1	216,6	268,8	319,0	394,0	345,2	282,4	134,4
	ITE Acumulada	48,1	264,7	533,5	852,5	1246,5	1591,7	1874,1	2008,5

¹ Temp. máx.: temperatura máxima media mensual; Temp. mín.: Temperatura mínima media mensual; Temp. media: temperatura media mensual; ITE base 10°C: Integral térmica eficaz base 10°C mensual; ITE Acumulada: Integral térmica eficaz base 10°C mensual acumulada.

Las plantas se hallan conducidas en contraespalderas con cordones bilaterales y poda corta. En la Tabla 2 se muestran parámetros vegetativo-productivos del cultivar (número de brotes m^{-1} , número de racimos m^{-1} y producción en kg

ha^{-1} para cada temporada). Cabe destacar que durante el ciclo 2008-09 se efectuó raleo de racimos. El riego se efectuó por goteo, siendo la dotación diaria la detallada en la Tabla 3.

Tabla 2. Parámetros vegetativos-productivos del cv. Malbec. San Patricio del Chañar, Patagonia Argentina. Temporadas 2008-09, 2009-10 y 2010-11.

Table 2. Vegetative-productive parameters of cv. Malbec. San Patricio of Chañar, Argentine Patagonia. Vintage 2008-09, 2009-10 and 2010-11.

Temporada	Nº brotes m^{-1}	Nº racimos m^{-1}	Producción $kg ha^{-1}$
2008-09	15,1	15,2	4379,4
2009-10	18,1	26,1	9580,8
2010-11	19,0	32,7	13689,9

Tabla 3. Dotación de riego cv. Malbec, San Patricio del Chañar, Patagonia Argentina. Temporadas 2008-09, 2009-10 y 2010-11.

Table 3. Provision of irrigation cv. Malbec, San Patricio del Chañar, Argentine Patagonia. Vintage 2008-09, 2009-10 and 2010-11.

Sitios	Riego			
	Ago.-nov.	Dic.-mar.	Abril	Anual
		mm día ⁻¹		mm año ⁻¹
1 al 14 (TFA y PIED)	3,0	6,0	3,0	1162,0
15 al 22 (TFM)	3,0	4,0	3,0	940,0
23 al 30 (TFA)	3,0	3,0	3,0	819,0
31 al 38 (TFM)	2,5	2,5	2,5	682,5

TFA: terraza fluvial antigua; PIED: piedemonte; TFM: terraza fluvial moderna

La fertilización de las parcelas del estudio estuvo representada fundamentalmente por la aplicación de compuestos nitrogenados (Formulación Solmix 28-0-0 + 5,2 S). Durante el año 2008 se aplicaron en primavera 60 unidades de nitrógeno por hectárea, en el año 2009 en otoño 30 unidades y 40 unidades en primavera, en 2010 en otoño 40 unidades y 80 unidades en primavera, y en otoño del 2011 se aplicaron 40 unidades.

En cada sitio se efectuaron las siguientes determinaciones:

a) Respecto de las unidades del paisaje se describieron y muestrearon los suelos según las normas del USDA (Schoeneberger et al., 1998) clasificándolos hasta nivel de familia de acuerdo a Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2006). Se determinó materia orgánica (Walkley-Black), pH en pasta saturada de suelo, conductividad eléctrica específica en extracto de saturación, cationes y aniones en el extracto de saturación del suelo (fotometría), y textura (Bouyoucus).

b) Respecto del cultivo se efectuaron observaciones semanales sobre cuatro plantas por sitio, utilizando la escala de Eichorn y Lorenz modificada por Coombe (1995), para el reconocimiento de los estados fenológicos más importantes: brotación, floración, envero y madurez, estableciéndose:

- Brotación: como el estado 4 de la escala, correspondiente a 50% de yemas en punta verde o primer tejido foliar visible.
- Plena floración: como el estado 23 de la escala, correspondiente a 50% de caída de la caliptra floral.
- Inicio de envero: como el estado 35 de la escala, correspondiente al inicio de color en las bayas (pinta).
- Madurez comercial: como el estado 38 de la escala, correspondiente a bayas que han alcanzado un tenor zucarino de 22° Brix.

Las fechas de ocurrencia de cada evento se expresaron como días transcurridos desde el 1

de septiembre. Conocidas dichas fechas se establecieron la longitud del período brotación–madurez, y de los sub-períodos brotación–floración, floración–envero, y enero–madurez.

El análisis de las variables edáficas se efectuó a través de un análisis de varianza (ANDEVA) con un factor de variabilidad (Unidad de paisaje) y un test de comparación de medias (Tukey 5%). Los datos fenológicos obtenidos se estudiaron mediante un ANDEVA a través de un modelo factorial con dos factores de variabilidad (Unidad de paisaje y Temporada) cada uno en tres niveles (Unidades de paisaje: Terraza fluvial antigua, Piedemonte y Terraza fluvial moderna; Temporadas: 2008-09, 2009-10 y 2010-11). Posteriormente se realizó un análisis de comparación de medias para todas las variables a través del test de Tukey, con un nivel de significancia del 1%. Se utilizó para ello el Software R Versión 2.10 (R Development Core Team, 2008). Se consideró importante hacer el análisis a este nivel de significancia a fin de que solo se detectaran aquellas diferencias que fueran significativas no solo a nivel estadístico sino también agronómico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de unidades del paisaje

El área de estudio, plantada con el cultivar Malbec, abarca sectores representativos de tres unidades principales del paisaje: la terraza fluvial antigua (TFA), el piedemonte (PIED) conformado por el pedimento y las bajadas aluviales, cubierto con acumulación eólica, y la terraza fluvial moderna (TFM) con geoformas menores como paleocauces.

Los suelos asociados a cada unidad poseen características propias, entre otras, su posición en el paisaje, la naturaleza de los materiales originarios, la profundidad efectiva, granulometría, condiciones de drenaje, salinidad y sodicidad. En la Tabla 4 se presentan los valores del coeficiente F y sus p-value obtenidos en el análisis de varianza, solo para las variables que manifestaron diferencias significativas entre las unidades del paisaje. La Tabla 5 muestra la comparación de medias para dichas variables.

Tabla 4. Valores de F y p para el ANDEVA de variables de los suelos en cada unidad del paisaje.
Table 4. Values of F and p for ANOVA of soil variables in each landscape unit.

Factor de variabilidad	Alt.	Esp. m. e.	Esp. Bt	Arc.	Limo	Are.	CEE s
Un. de paisaje	msnm	cm	cm	%	%	%	dS m ⁻¹
F	125,50	7,37	18,18	6,96	6,49	10,09	3,85
p	< 0,0001	0,002	< 0,0001	0,003	0,004	0,003	0,039

Alt.: altura del sitio sobre el nivel del mar; Esp. m. e.: espesor del manto eólico; Esp. Bt: espesor del horizonte Bt; Arc.: arcilla ponderada en el perfil; Limo: limo ponderado en el perfil; Are.: arena ponderada en el perfil; CEE s: conductividad eléctrica superficial

Tabla 5. Valores promedio de variables de los suelos en cada unidad del paisaje.
Table 5. Average values of soil variables in each landscape unit.

Unidad de paisaje	n	Alt.	Esp. m. e.	Esp. Bt	Arc.	Lim.	Are.	CEE s
TFA	10	msnm	cm	cm	%	%	%	dS m ⁻¹
		343,9 a	25,6 a	21,7 a	17,5 ab	24,6 b	57,8 a	3,1 b
PIED	12	329,0 b	20,4 a	0,0 b	15,6 b	22,9 b	61,8 a	16,3 ab
TFM	16	323,7 c	2,5 b	6,8 b	21,7 a	33,1 a	44,6 b	33,1 a

Letras distintas en la columna indican que hay diferencias significativas (Tukey 5%).

TFA: terraza fluvial antigua; PIED: piedemonte (pedimento + bajada aluvial); TFM: terraza fluvial moderna; Alt: altura del sitio sobre el nivel del mar; Esp. m.e.: espesor del manto eólico; Esp. Bt: espesor del horizonte Bt; Arc.: arcilla ponderada en el perfil; Lim.: limo ponderado en el perfil; Are.: arena ponderada en el perfil; CEE s: conductividad eléctrica superficial

La terraza fluvial antigua (TFA) es una unidad de edad pleistocénica y ocupa la superficie más alta del área. Topográficamente plana, presenta disecciones en el borde de la terraza. Un manto de arenas eólicas cubre la unidad y sobreyace a paleosuelos, con horizontes Bt de colores pardos rojizos y textura franco arcillo arenosa. Por debajo de este horizonte resalta el contenido abundante de fragmentos gruesos con acumulaciones de carbonato de calcio y/o de yeso, que en profundidad pueden cementar la grava, conformando un horizonte petrocálcico o petrogysico, según sea el agente cementante, observándose cementaciones discontinuas. Dominan los Natrargides típicos, franco fina sobre franco esquelética, con inclusiones de Petroargides petrogypsicos, franco fina sobre fragmental. Son suelos bien drenados, moderadamente profundos, con una cobertura vegetal en promedio de 10,9% (5 a 15%), están pobremente provistos en materia orgánica, son ligeramente salinos y no sódicos en superficie y moderadamente salinos y sódicos subsuperficialmente. Sobre el borde de la terraza se reconocen Argypsidés cálcicos, franco esquelética.

El Piedemonte (PIED) presenta relieve inclinado con una pendiente de 2,5%, con acumulación eólica en superficie, de mayor espesor en el sector más elevado de la unidad. Conformar la superficie de unión entre las dos terrazas fluviales, la antigua y la moderna. Por debajo del manto de arenas eólicas se reconocen capas de fragmentos gruesos, recubiertos de carbonatos de calcio, con una matriz de textura franco arcillo arenosa, de colores pardo rojizos. Dominan suelos bien drenados, moderadamente profundos y en menor proporción poco profundos, con una cobertura vegetal en promedio de 12,5% (5 a 20%). Están pobremente provistos en materia orgánica. Se hallan saturados en bases, son alcalinos a fuertemente alcalinos en todo el perfil. En cuanto a reacción del suelo, salinidad y sodicidad no se diferencian significativamente de los suelos de la TFA y la TFM, debido a la alta variabilidad espacial de estas propiedades físico-químicas. Dominan Haplocalcides típicos, con familias franco esquelética y arenosa sobre franco esquelética. En menor proporción se reconocen Haplosalides cálcicos y Torriortentes oxiácucos, franco gruesa sobre franco esquelética.

La Terraza Fluvial Moderna (TFM) ocupa el paisaje más bajo del área, correspondiendo al piso actual del valle. Los materiales originarios de estos suelos son de origen fluvial, de colores pardos grisáceos, con presencia de fragmentos gruesos en profundidad y matriz arenosa grisácea y en sectores lindante a la parte distal de la bajada aluvial, de colores rojizos. Se diferenciaron

de las otras unidades de paisaje por su altitud, el manto eólico, los componentes de la granulometría, resaltando la presencia de texturas medias y finas y el contenido de sales en superficie. Sobre la terraza fluvial dominan los suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados, con presencia de la capa freática a más de un metro de profundidad. Poseen una cobertura vegetal de 25,71% (15-40%). Se reconocen Natrargides y Haplargides típicos, franco fina sobre franco esquelética y Haplosalides cálcicos, franco fina sobre franco esquelética y en menor proporción Torriortentes oxyacucos, franco fina sobre franco esquelética, imperfectamente drenados. Sobre los paleocauces, de menor expresión areal se reconocen Torriorthentes oxyacucos, franco gruesa sobre franco esquelética, fase salina sódica, imperfectamente drenados.

Comportamiento fenológico del cultivar Malbec

La Tabla 6 presenta los valores del coeficiente F y sus p-value obtenidos en el análisis de varianza para cada factor de variación, según cada uno de los parámetros observados, es decir, días transcurridos desde el 1 de septiembre hasta la ocurrencia de cada evento, y la duración en días de los subperíodos entre un evento y otro. La falta de interacción entre los factores temporada y unidades del paisaje, permitió efectuar el análisis de los efectos principales por separados, a partir de la media general de cada grupo.

a) Caracterización del efecto unidades del paisaje

La Tabla 7 muestra el comportamiento de la variedad Malbec respecto de la fecha de ocurrencia de sus principales estados fenológicos (brotación, floración, envero o pinta, y madurez), sobre distintas unidades del paisaje en San Patricio del Chañar.

La brotación ocurrió en las tres unidades básicas del paisaje hacia los 37 días desde el 1 de septiembre (7 de octubre), no pudiéndose establecer diferencias entre áreas de brotación más tempranas o más tardías.

Cuando el evento estudiado fue la floración, la fecha de ocurrencia se retrasó en las parcelas ubicadas sobre la TFM, respecto de las otras dos posiciones en el paisaje. Sin embargo esta diferencia solo fue de dos días cuando se la comparó con la TFA (15 de noviembre vs. 17 de noviembre), y menor a este valor cuando fue el piedemonte el área considerada (16 de noviembre vs. 17 de noviembre). Los sitios del PIED y TFA no presentaron diferencias.

Tabla 6. Valores de la F y el p value para el ANOVA según las unidades del paisaje, la temporada y la interacción unidades del paisaje-temporada.

Table 6. F and p values for ANOVA depending on the landscape units, vintage and interaction of landscape units-vintage.

Factores de variabilidad	Brotación	Floración	Envero	Madurez	Brot.-Flor.	Flor.-Env.	Env.-Mad.	Brot.-Mad.
Efecto Unidad de Paisaje								
F	0,50	34,4	9,3	14,1	7,12	8,56	8,98	9,13
p value	0,61	< 0,0001	0,00018	< 0,0001	0,0012	0,0004	0,0002	0,0002
Efecto Temporada								
F	70,76	1038	815,8	338,8	74,31	75,67	60,25	171,6
p value	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Efecto Interacción								
F	0,44	1,7	1,6	2,6	0,08	3,12	1,83	2,15
p value	0,7788	0,156	0,184	0,040	0,99	0,018	0,129	0,08

Tabla 7. Ocurrencia de los principales estados fenológicos del cv. Malbec en función de las unidades del paisaje (días desde el 01/09).

Table 7. Occurrence of the main phenological cv. Malbec stages based on the landscape units (days from 01/09).

Unidad de Paisaje	n	Brotación		Floración		Envero		Madurez	
		Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
Terraza antigua	30	36,87 a	11,49	76,03 b	7,67	137,63 ab	6,73	166,43 b	7,45
Piedemonte	36	36,74 a	12,17	76,93 b	7,91	136,37 b	6,15	166,97 b	7,36
Terraza moderna	48	37,34 a	11,63	78,51 a	7,92	138,42 a	6,07	171,27 a	7,06

Letras distintas en la columna indican que hay diferencias significativas (Tukey 1%).
CV: Coeficiente de variación.

El envero o pinta también aconteció con algún grado de diferenciación, registrándose dos días de demora en la ocurrencia del evento sobre los sitios ubicados en la TFM respecto de los situados en el PIED (16 de enero vs. 14 de enero). Las parcelas de la TFA tuvieron un comportamiento intermedio respecto de las otras unidades del paisaje.

La madurez tecnológica se registró según los valores medios de las distintas unidades del paisaje entre el 13 y el 18 de febrero. Fue sobre los sitios de la TFM en los que este evento ocurrió más tardíamente, diferenciándose de las otras dos unidades, que a su vez no se separaron entre ellas.

En la Tabla 8 se presenta la duración de los subperíodos entre un estado fenológico y otro, según

la ubicación de las parcelas de estudio en las distintas unidades del paisaje. Se observa que el periodo brotación-madurez fue más prolongado en la TFM, sin que las otras dos unidades se diferenciaron entre ellas. Esta mayor duración del ciclo de los sitios de la TFM se corresponde con subperíodos brotación-floración y envero-madurez más largos. Los sitios del PIED no se diferenciaron en el cumplimiento de estos subperíodos de las otras dos geoformas. Con respecto al subperíodo floración-envero, correspondió a la TFA la mayor duración del mismo, aunque con una diferencia de solo dos días respecto de los sitios del PIED y la TFM, los que a su vez no se diferenciaron entre ellos.

Tabla 8. Duración del periodo brotación-madurez y de los subperiodos intermedios entre un evento fenológico y otro en función de las unidades del paisaje.**Table 8. Length of the sprouting-ripening period and the intermediate sub-periods between a phenological event and another one, based on the landscape units.**

Unidad de Paisaje	n	Brot.-Floración		Flor.-Envero		Env.-Madurez		Brot.-Madurez	
		Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
		días		días		días		días	
Terraza antigua	30	39,16 b	9,74	61,59 a	6,52	28,81 b	17,31	129,56 b	7,59
Piedemonte	36	40,19 ab	8,35	59,44 b	5,18	30,60 ab	23,94	130,23 b	8,29
Terraza moderna	48	41,18 a	8,49	59,91 b	5,50	32,85 a	17,26	133,94 a	7,51

Letras distintas en la columna indican que hay diferencias significativas (Tukey 1%).

CV: Coeficiente de variación

Este comportamiento del cv. Malbec en las unidades del paisaje puede explicarse en función de algunas características de dichas unidades, tales como: su posición en el paisaje, expresada como altura del sitio sobre el nivel del mar, su granulometría, la presencia de un manto eólico cubriendo la superficie, y el espesor del horizonte Bt.

Con respecto a la posición en el paisaje se conoce que en una topografía ondulada como la estudiada, el aire frío se mueve desde los sitios altos a los más bajos, mientras que el aire caliente lo hace desde los sitios bajos hacia los más elevados (White, 2003), y que la temperatura tiene una marcada influencia sobre el crecimiento y desarrollo de la viña, lo que explica que las zonas más altas correspondientes a la TFA posean sitios más precoces que la TFM. Con una diferencia de 20 msnm entre una unidad de paisaje y la otra, los sitios presentaron una diferencia de 4 días en alcanzar la madurez.

Woolley et al. (2002a) señalan que sitios vitícolas que difieren en su precocidad también difieren en características ambientales, particularmente en propiedades físicas del suelo y el balance hídrico. La TFM presenta propiedades físicas que implican una reserva hídrica no limitante (clases texturales con arcilla y limos dominantes, a veces con drenaje imperfecto) que, según lo expresado por Vaudour (2010) suponen un vigor vegetativo elevado y terroirs que aparecen como tardíos. Debe expresarse que un manejo diferenciado del riego (Tabla 3) según la ubicación de los sitios en las unidades del paisaje, puede contribuir a disminuir las diferencias naturales que pudiesen existir entre las terrazas antigua y moderna respecto del estado hídrico de los suelos.

Sitios de la TFA que se comportan como más

precoces que otros ubicados en la TFM, presentan características de la superficie del suelo diferenciales respecto de estos últimos. Se caracterizan por la presencia de menor cobertura vegetal, un manto eólico de arenas, y colores claros de la superficie, lo cual induce a una mayor temperatura del suelo durante el día. Es conocido que el estado de desarrollo fenológico de la viña es proporcional a la suma de las temperaturas superiores a 10°C de los horizontes del suelo colonizados por las raíces (Vaudour, 2010). Así la temperatura del suelo constituye un parámetro importante de diferenciación entre terroirs. Esta propiedad afecta la precocidad de la viña y el nivel de madurez. Morlat (2001) citado por Vaudour (2010) midió diferencias de temperaturas entre un terroir precoz de suelos arenosos y un terroir sobre limos, que aparece como tardío, de 1,7 y 2,4°C a 5 cm y 10 cm de profundidad, respectivamente.

Cabe mencionar que las fechas de ocurrencia de los principales eventos fenológicos del cv. Malbec en los sitios localizados sobre el piedemonte fueron similares a las registradas en la terraza fluvial antigua. Ambas unidades de paisaje comparten la presencia de un manto eólico en superficie y granulometría similar, cuya influencia ya fue discutida.

b) Caracterización del efecto temporada

El efecto temporada (Tabla 9) fue significativo para cada uno de los estados fenológicos registrados: brotación, floración, envero y madurez. Todos los eventos ocurrieron más tardíamente durante la temporada 2009-10. La floración, el envero y la madurez ocurrieron más tempranamente en el ciclo 2008-09. El periodo 2010-2011 tuvo un comportamiento intermedio, excepto en

Tabla 9. Ocurrencia de los principales estados fenológicos en el cv. Malbec. Temporadas 2008-09, 2009-10 y 2010-11 (días desde el 01/09).**Table 9. Occurrence of the main phenological states in cv. Malbec. Vintages 2008-09, 2009-10 and 2010-11 (days from 01/09).**

Temporada	n	Brotación		Floración		Envero		Madurez	
		Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
		días		días		días		días	
2008-09	38	34,32 b	9,62	71,35 c	1,79	128,17 c	1,41	153,53 c	2,37
2009-10	38	41,65 a	6,75	85,28 a	2,46	148,24 a	2,15	180,26 a	3,44
2010-11	38	35,12 b	6,44	75,45 b	1,40	136,27 b	1,23	172,13 b	3,06

Letras distintas en la columna indican que hay diferencias significativas (Tukey 1%).

CV: Coeficiente de variación.

la brotación, en la que no se diferenció de la temporada 2008-09.

La demora en la ocurrencia de la brotación durante la temporada 2009-2010 respecto de las otras temporadas correspondió a 7-8 días (12 de octubre vs. 4 y 5 de octubre), mientras que en floración fue de 10 días, o aún más si la comparación es entre el ciclo de crecimiento 2009-10 vs. el ciclo 2008-2009 (2008-09: 10 de noviembre; 2009-10: 24 de noviembre; y 2010-11: 14 de noviembre). Estas diferencias entre ambas temporadas se hicieron más marcadas en envero y madurez, ya que las fechas de ocurrencia de dichos eventos difirieron en 20 y 27 días, respectivamente. El envero se registró el 6 de enero (2008-09), 26 de enero (2009-10) y 14 de enero (2010-11), y la madurez el 31 de enero (2008-09), 27 de febrero (2009-10) y 19 de febrero (2010-11).

Las diferencias en el desarrollo del ciclo vegetativo, según la temporada estudiada, se mantuvieron cuando los parámetros analizados fueron la longitud en días del período brotación-madurez y de los subperíodos brotación- floración, flo-

ración-envero, y envero-madurez (Tabla 10).

La temporada 2008-09 fue la que presentó el ciclo brotación-madurez más corto (119 días), lo que igualmente ocurrió con los tres subperíodos estudiados, diferenciándose significativamente de las otras dos temporadas. A su vez los ciclos 2009-10 y 2010-11 cumplieron el período brotación-madurez en 137 y 139 días, respectivamente, sin diferenciarse. Sin embargo esto ocurrió habiendo diferencias entre los subperíodos, ya que en la temporada 2009-2010 se alargaron los subperíodos brotación-floración y floración-envero, y el subperíodo envero-madurez se acortó, explicando que el ciclo completo no fuese de mayor duración.

Este comportamiento del cv. Malbec en los distintos ciclos estudiados puede explicarse a través de aspectos climáticos particulares de cada temporada, y en función de algunos aspectos del manejo del cultivo, ya que el efecto temporada integra ambos factores. Smart (1985) y Bodin y Morlat (2006) citados por Gris et al. (2010) indican a factores relacionados con la marcha anual del

Tabla 10. Duración del periodo brotación-madurez y de los subperíodos intermedios entre un evento fenológico y otro en el cv. Malbec. Temporadas 2008-09, 2009-10 y 2010-11.**Table 10. Length of the sprouting-ripening period and the intermediate sub-periods between a phenological event and another one, in the cv. Malbec. Vintages 2008-09, 2009-10 and 2010-11.**

Temporada	n	Brot.-Floración		Flor.-Envero		Env.-Madurez		Brot.-Madurez	
		Media	CV	Media	CV	Media	CV	Media	CV
		días		días		días		días	
2008-09	38	37,03 c	6,97	56,82 c	3,45	25,36 c	12,49	119,21 b	3,34
2009-10	38	43,63 a	5,77	62,96 a	5,36	32,02 b	16,39	138,61 a	4,72
2010-11	38	40,34 b	5,09	60,82 b	2,56	35,86 a	13,66	137,02 a	3,99

Letras distintas en la columna indican que hay diferencias significativas (Tukey 1%).

CV: Coeficiente de variación.

clima y a prácticas de cultivo, tales como la poda, la fertilización y el riego, como determinantes del ritmo del ciclo de crecimiento y la madurez de la vid.

Las diferencias que se registraron en las fechas de brotación entre temporadas (Tabla 9) pueden atribuirse a distintas temperaturas medias, y en consecuencia a diferente nivel de acumulación de temperaturas eficaces durante los días previos a la brotación. Para el mes de septiembre se registraron temperaturas medias de 12,28; 10,78 y 11,72°C para las temporadas 2008-09, 2009-10 y 2010-11, respectivamente. Mientras que para el mismo mes las temperaturas eficaces acumuladas sumaron 68,3°C (2008-09), 23,5°C (2009-10) y 48,12°C (2010-11). Por otra parte también se observaron temperaturas medias máximas mayores, en la temporada de brotación más temprana, durante los meses de septiembre y octubre. Urhausen et al. (2011) modelizando el evento de brotación obtuvieron que los grados días de marzo (septiembre en hemisferio sur) son un buen predictor de la fecha de ocurrencia de este estado. A su vez, mencionan como un segundo predictor a las temperaturas medias máximas de abril (octubre en hemisferio sur).

La fecha de ocurrencia de la floración estuvo relacionada a la longitud del subperíodo brotación-floración. A subperíodos más cortos correspondieron fechas más tempranas (Tablas 10 y 11). Urhausen et al. (2011) sostienen que los grados días del mes de mayo (noviembre en hemisferio sur) explican en gran medida la variabilidad en la fecha de ocurrencia de la floración. Otros autores (Hoppmann (1994) y Riou (1994), citados por Urhausen et al. (2011)) consideran que las temperaturas medias o las temperaturas máximas pueden ser utilizadas como predictores. En el presente trabajo los grados días y las temperaturas medias correspondientes al mes de noviembre fueron: 2008-09: 317,5°C y 20,58°C; 2009-10: 168°C y 15,6°C; y 2010-11: 268,8°C y 18,96°C, considerándose que contribuyen a explicar las diferencias registradas.

El envero se destacó más sensible que los eventos anteriores a la influencia de la temporada, aspecto también resaltado por van Leeuwen et al. (2004), quienes registraron diferencias de 17 días entre las fechas más tempranas y más tardías de distintas temporadas. Al analizar lo ocurrido, se interpretó que no solo las temperaturas del aire influyeron en el comportamiento del cultivar, sino que también un factor de manejo como la "carga" pudo haber intervenido (Tabla 2). En el ciclo 2008-09 se trabajó con menor nivel de producción y a su vez fue el de mayor precocidad al envero. Sin embargo la temporada 2009-10 se comportó como la más tardía, siendo de menor producción

que la temporada 2010-11, y con un registro de temperaturas medias similares durante los meses de diciembre y enero. Se considera que el retraso de la floración fue determinante del retraso del envero, ya que si bien se registró un aumento en la longitud del subperíodo floración-envero, éste fue solo de tres días. A su vez, no debería dejar de considerarse que autores como Hunter et al. (2011) sostienen que las temperaturas medias no alcanzan para analizar procesos biológicos y que las temperaturas extremas adquieren significancia para poder explicarlos. Por otra parte Gil y Pszczółkowski (2007) reconocen que la sola suma térmica resulta insuficiente para explicar estos procesos.

La madurez más temprana durante el ciclo 2008-09 estuvo relacionada al menor nivel productivo con el que se trabajó en esa temporada y a mayores temperaturas en el subperíodo envero-madurez. La diferencia entre los ciclos 2009-10 y 2010-11 apareció ligada a la fecha de inicio de envero. A una fecha de envero más precoz correspondió una madurez más temprana. Es así que la fecha de madurez del ciclo 2010-11 se adelantó respecto de la temporada 2009-10, sin embargo la duración del subperíodo envero-madurez fue mayor, y esto es atribuible al nivel de "carga". La Tabla 2 muestra los diferentes niveles de carga con los que se trabajó en las tres temporadas. En este sentido, Vaudour (2010) sostiene que el efecto del terroir es delicado de evidenciar en situaciones caracterizadas por una extremada variabilidad de modos de cultivo, en este caso la carga, agregando que en estos contextos, el efecto natural del terroir puede ser compensado por la influencia de técnicas aplicadas al cultivo.

El período brotación-madurez más corto, que correspondió a la temporada 2008-09, coincidiendo con una floración, envero y madurez más precoz, se correspondió con índices térmicos eficaces base 10°C mensuales y acumulados mayores que en las otras temporadas (2009-10 y 2010-11), por lo cual debe reconocerse la influencia de las temperaturas eficaces en el desarrollo de la longitud del ciclo del cultivar.

CONCLUSIONES

El comportamiento del cv. Malbec en el área de San Patricio del Chañar estuvo relacionado a su posición en las distintas unidades del paisaje y a las temporadas de estudio, caracterizadas por aspectos climáticos y de manejo del cultivo. Si bien el efecto temporada fue más marcado que el de unidades del paisaje, no hubo interacciones entre ambos factores de variabilidad, es decir que el comportamiento diferencial del cultivar entre unidades del paisaje se manifestó con estabilidad.

Los procesos de floración, envero y madurez entre los sitios pertenecientes a distintas unidades del paisaje fueron variables, pero dentro de rangos de tiempo estrechos, sin que se diferenciaron las fechas de brotación. Estas diferencias estuvieron relacionadas a características que separaban a estas unidades: la altura sobre el nivel del mar, la granulometría, la presencia de un manto eólico cubriendo la superficie y el espesor del horizonte Bt. El cv. Malbec desarrolló su ciclo de cultivo en un período de 130 días en las unidades del paisaje Terraza Fluvial Antigua y Piedemonte, y requirió 134 días para completar su desarrollo en la Terraza Fluvial Moderna. Es decir que esta unidad de paisaje constituyó un terroir más tardío.

El efecto temporada se evidenció para todos los eventos fenológicos, registrándose variaciones importantes que alcanzaron, según las temporadas, los 6 días, 14 días, 20 días y 27 días para la fecha de ocurrencia de la brotación, la floración, el envero y la madurez, respectivamente. En la temporada más precoz el ciclo brotación-madurez del cv. Malbec se desarrolló en 119 días, y en la más tardía en 139 días. Estas diferencias se asocian a las temperaturas que se registraron durante los días previos a brotación y durante el subperíodo brotación-floración, y para los procesos de envero y madurez debe sumarse, como factor que contribuyó a la variabilidad en las fechas de ocurrencia de estos eventos, al nivel de producción o "carga" con la que se trabajó en cada temporada.

Estos resultados permiten iniciar una base de datos sobre el comportamiento fenológico del cv. Malbec en la nueva zona vitícola de San Patricio del Chañar, inserta en la región Sur de Argentina, que contribuya para la implementación de planes de manejo que atiendan las variaciones fenológicas del cultivar en esta zona.

AGRADECIMIENTOS

A la Bodega del Fin del Mundo por su cooperación en el desarrollo del Proyecto de Investigación 04/A093 titulado "Influencia del paisaje sobre el potencial vitícola en el valle inferior del Río Neuquén, Patagonia Argentina", financiado por Secretaría de Investigación de la Universidad Nacional del Comahue, con cooperación del Proyecto en red INTA-AUDEAS-CONADEV (CIAC-940118) titulado "Factores bióticos y abióticos que afectan la productividad del cultivo de la vid".

LITERATURA CITADA

- Coombe, B.G. 1995. Adoption of a system for an identifying grapevine growth stages. Australian Journal of Grape and Wine Research 1:100-110.
- Deloire, A., E. Vaudour, V. Carey, V. Bonnardot, and C. Van Leeuwen. 2005. Grapevine responses to terroir: A global approach. J. Int. Sci. Vigne Vin 39(4):149-162.
- Gil, G., y P. Pszczółkowski. 2007. Viticultura. Fundamentos para optimizar producción y calidad. 535 p. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Gris, E.F., V.M. Burin, E. Brighenti, H. Vieira, and M.T. Bordignon-Luiz. 2010. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. Cien. Inv. Agr. 37(2):61-75.
- Hunter, J.J., and V. Bonnardot. 2011. Suitability of some climatic parameters for grapevine cultivation in South Africa, with focus on key physiological processes. S. Afr. J. Enol. Vitic. 32(1):137-154.
- INV. 2010. Registro de viñedos y superficie. Base datos congelada al cierre de la cosecha 2010. Disponible en www.inv.gov.ar (Consultado 31 julio 2012)
- Jones, G., and R. Davis. 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition and wine production and quality for Bordeaux, France. Am. J. Enol. Vitic. 51(3):249-261.
- Keller, M. 2010. The science of grapevines: anatomy and physiology. 378 p. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Oswaldo, V., y B. Dámaso. 2001. Estudio fenológico de cuatro variedades de vid bajo condiciones de El Tocuyo Estado Lara. Bioagro 13(2):57-63.
- Pavese J., A. Apcarian, Ma. de C. Echenique, Ma. R. Cerutti, M. Bellora, y Z. Moreno. 2010. Relaciones entre variables del suelo y la vid, San Patricio del Chañar, Patagonia Argentina. Revista Enología VII (Mayo-Junio):1-8. Disponible en http://www.revistaenologia.com/include/leer_pdf.php?id=389 (Consultado 03 julio 2012)
- Piña, S., y B. Dámaso. 2004. Ciclo fenológico de cultivares de vid (*Vitis vinifera* L.) para mesa en condiciones tropicales. Bioagro 16(1):9-15.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Available in <http://www.R-project.org> (Accessed February 2012).
- Rouchaud, E. 2003. Caracterización de la noción de tipicidad mediante la expresión de factores ecológicos. Vinidea.net wine internet Technical Journal N° 16:1-3.
- Schoeneberger, P.A., D.A. Wysodki, E.C. Benham, y W.D. Borderson. 1998. Libro de campaña para descripción y muestreo de suelos. Ver-

- sión 1.1. Centro Nacional de Relevamiento de Suelos. USDA. Lincoln. Nebraska. Traducción al español. Área de Cartografía de Suelos y Evaluación de Tierras. 155 p. INTA Castelar, Castelar, Argentina.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 332 p. 10th ed. USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA.
- Tomasi, D., G. Jones, M. Giust, L. Lovat, and F. Gaiotti. 2011. Grapevine phenology and climate change: relationships and trends in the Veneto Region of Italy for 1964-2009. *Am. J. Enol. Vitic.* 62(3):329-339. doi:10.5344/ajev.2011.10108.
- Urhausen, S., S. Brienen, A. Kapala, and C. Simmer. 2011. Climatic conditions and their impact on viticulture in the Upper Moselle region. *Climatic Change* 109(3-4):349-373.
- van Leeuwen, C., P. Friant, X. Choné, O. Tregoat, S. Koundouras, and D. Dubourdieu. 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *Am. J. Enol. Vitic.* 55(3):207-217.
- Vaudour, E. 2010. Los terroirs vitícolas. Definiciones, caracterización y protección. 336 p. Editorial Acribia. S.A., Zaragoza, España.
- White, R. 2003. Soils for fine wines. 279 p. Oxford University Press, New York, USA.
- Woolley, D.J., J.M. Damian, E. Dejan Tesic, and E.W. Hewett. 2002a. Environmental effects on cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand: 1. Phenology and characterization of viticultural environments. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8(1):15-26.
- Woolley, D.J., J.M. Damian, E. Dejan Tesic, and E.W. Hewett. 2002b. Environmental effects on cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand: 2. Development of a site index. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8(1):27-35.