

ESTUDIO FENOCLIMÁTICO EN VARIEDADES DE VID  
AUTORIZADAS DE LA DOP RIBEIRO  
(OURENSE-ESPAÑA) DURANTE LA COSECHA 2010

*Pheno-climatic study in authorized vine varieties in the Ribeiro PDO  
(Ourense-Spain) during 2010 harvesting*

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.<sup>1</sup>; ESCUREDO PÉREZ, O.<sup>1</sup>;  
AIRA RODRÍGUEZ, M. J.<sup>2</sup> & RODRÍGUEZ RAJO, F. J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. Fac. Ciencias (Ourense). Universidad de Vigo.  
mfgonzalez@uvigo.es

<sup>2</sup> Dpto. Botánica. Fac. Farmacia. Universidad de Santiago de Compostela

Recibido: 2012-11-28; Aceptado: 2012-12-29

RESUMEN: En este estudio se han analizado la producción de polen, el comportamiento fenológico y los requerimientos térmicos de cuatro variedades de vid autorizadas (Treixadura, Godello, Loureira y Albariño) por la Denominación de Origen Ribeiro. El estudio se ha llevado a cabo en el término municipal de Cenlle (Ourense-España) durante el año 2010, sobre 20 cepas de cada una de las variedades.

La producción media de polen por cepa más elevada se ha registrado en la variedad Treixadura (74.393.370 granos), mientras que Loureira es la variedad que presenta un menor promedio de granos de polen por cepa (20.619.734 granos). La duración del ciclo vegetativo de la vid, considerado desde el estadio 0 (brotación) hasta la vendimia, ha sido de 195 días para las variedades Treixadura, Godello y Loureira y de 194 días para la variedad Albariño. Para una correcta maduración de las uvas se necesitó un acúmulo de 1.467 GDA para Treixadura, Godello y Loureira, y 1.446 GDA para Albariño. En este momento el Índice de refracción Brix óptimo para realizar la vendimia ha sido superado en todas las variedades.

PALABRAS CLAVE: *Vitis vinifera*, fenología, producción de polen, Índice Brix, Ourense.

**SUMMARY:** Pollen production, phenological behavior and thermal requirements of four authorized grapes varieties (Treixadura, Godello, Loureira and Albariño) in the Ribeiro Designation of Origin were analyzed. The study has been carried out in the municipality of Cenlle (Ourense, Spain) during 2010, over 20 plants of each variety.

The highest average production of pollen per plant was recorded in the Treixadura variety (74.393.370 pollen grains), while Loureira register lower average number of pollen grains per plant production (20.619.734 pollen grains). The vegetative cycle, considered as the period from the stage 0 (sprouting) until harvest lasted 195 days for Treixadura, Godello and Loureira and 194 days for the Albariño variety. In order to achieve an accurate ripening of berries, an accumulation of 1.467 GDA for Treixadura, Godello and Loureira, and 1.446 GDA for Albariño variety were necessary. In this moment, the optimum Brix Index for the harvest has been exceeded in all varieties.

**KEYWORDS:** *Vitis vinifera*, phenology, pollen production, Brix Index, Ourense, Spain.

## INTRODUCCIÓN

La vid es uno de los cultivos más importantes en España, país que se sitúa a la cabeza mundial en cuanto a extensión de viñedo ya que cuenta con 1.113.000 ha de superficie cultivada (OIV, 2011). Analizando la situación por comunidades autónomas, en Galicia la viña ocupa un total de 25.457 ha, siendo Pontevedra (12.364 ha) la provincia con mayor extensión, seguida de Ourense (8.702 ha), A Coruña (2.526 ha) y finalmente Lugo (1.865 ha) (MARM, 2010). Por tanto y dada la repercusión que el cultivo de la vid ejerce en la economía del país es importante seleccionar las variedades que mejor se adapten a las condiciones meteorológicas de cada área biogeográfica, ya que el comportamiento fenológico de las plantas depende en gran medida de la climatología. En este sentido una adecuada determinación de las diferentes etapas fenológicas de la vid es importante para la caracterización vitivinícola y la correcta selección de las cepas (ORTEGA-FARÍAS *et al.*, 2002). El conocimiento sobre la fenología de la

vid puede ayudar al viticultor a prever la demanda de mano de obra en las prácticas de cultivo de productos químicos para el control de insectos y patógenos (MULLINS *et al.*, 1992) y a la correcta estimación de la producción y de la cosecha (MARIANI *et al.*, 2007). Otro factor importante a tener en cuenta, para la elección de la variedad adecuada, es el conocimiento de los requerimientos térmicos de las vides para completar los distintos estadios fenológicos. Los requerimientos de temperatura, conocidos en ocasiones como grados día acumulados -GDA- (PEDRO JUNIOR & SENTELHAS, 2003), permiten al viticultor prever la posible fecha de vendimia de acuerdo con los datos climáticos de cada región (SENTELHAS, 1998).

Variables meteorológicas como la temperatura y la precipitación influyen directamente en el comportamiento fenológico de las plantas (KISHINO & MARUR, 2007). La duración total del ciclo de la vid puede variar entre regiones como consecuencia de los diferentes suelos y condiciones climáticas del territorio. En zonas con altas temperaturas,

el crecimiento vegetativo tiende a ser mayor y por lo tanto el ciclo de la vid se hace más corto, mientras que en las regiones templadas el crecimiento es más lento y por lo tanto el ciclo es más largo (PEDRO JUNIOR & SENTELHAS, 2003). La temperatura y la precipitación junto con la radiación ejercen un gran control en el crecimiento y desarrollo de la vid, principalmente afectando a la tasa fotosintética. Diferentes estudios utilizan la vid como indicador de variaciones asociadas al cambio climático debido a que es considerado como un cultivo muy sensible a fluctuaciones climáticas. Se han observado fluctuaciones en el número de días que tarda en completarse el ciclo vegetativo de la vid (y como consecuencia la fecha de vendimia), lo cual puede afectar también a la calidad de la uva y al rendimiento (HASELGROVE *et al.*, 2000; MARAIS, 2001; MARAIS *et al.*, 2001; SPAYD *et al.*, 2002; WEEB, 2006). JONES & DAVIS (2000) observaron un adelanto de 13 días en la

cosecha en una serie fenológica de 45 años en distintas variedades de vid en Francia, lo que concuerda con lo observado en otras localidades europeas por JONES *et al.* (2005). Otros estudios describen una reducción de entre 37 y 40 días en el período comprendido entre brotación y cosecha para las variedades «Chardonnay» y «Cavernet Sauvignon» en Australia (WEBB *et al.*, 2007) y de 30 días en Italia para esta última variedad (BINDI *et al.*, 1996). La fotosíntesis también se estimula mediante el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>, lo que podría dar como resultado una mayor acumulación de biomasa total y un mayor rendimiento de cosecha (SCHULTZ, 2000; BINDI *et al.*, 2001; TATE, 2001; MOUTINHO-PEREIRA *et al.*, 2009). Las diferentes condiciones meteorológicas en distintas localidades podrían explicar un desigual comportamiento fenológico, de la misma forma que diferencias meteorológicas interanuales determinan modificaciones en la secuencia fenológica de un año a otro; otros factores como las prácticas



FIGURA 1. Situación de Cenlle en Galicia.

culturales también pueden tener efecto sobre su duración (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2007).

Los objetivos de este estudio son conocer la fenología de las principales variedades de vid cultivadas en la Comarca del Ribeiro (Treixadura, Godello, Loureira y Albariño), su producción de polen y los requerimientos térmicos de cada una de ellas durante el año 2010. Dicha información podrá ser utilizada en el futuro como indicador de posibles cambios climáticos en esta zona, además de como herramienta en la implementación de modelos agrometeorológicos, que permitan a los viticultores hacer un uso más eficaz de tratamientos fitosanitarios, permitiendo así predecir la fecha de vendimia y los kilogramos finales de uva.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Área y período de estudio:** El estudio se ha llevado a cabo en un viñedo de Ourense (Galicia-España), en el término municipal de Cenlle (Ribadavia) –Comarca del Ribeiro– (Figura 1). Este viñedo se extiende desde los 75 m hasta los 400 m de altitud, con valles y laderas a veces de acusada pendiente. Los suelos son principalmente de origen granítico con piedras y gravas, y una profundidad media entre 70 cm y 100 cm. El peculiar clima de esta comarca se ve favorecido por su situación meridional en Galicia y por las barreras naturales, que protegen el territorio de borrascas subatlánticas y proporcionan un microclima de transición oceánico-mediterráneo, lo que permite que las uvas maduren, conservando

su aroma y acidez. De acuerdo al *Multicriteria Climatic Classification System* (MCC), la mayor parte de las zonas vitivinícolas de esta comarca, atravesada por el Miño, se definirían como templadas y cálidas, subhúmedas, con noches muy frías (BLANCO-WARD *et al.*, 2007).

El estudio se ha realizado durante el período activo de la vid, en el año 2010, en los cultivares Treixadura, Godello, Loureira y Albariño, siendo estas variedades autorizadas por la DO Ribeiro. Dicho período abarcó desde el 1 de marzo hasta el 30 de septiembre.

**Estudio fenológico:** Para analizar la fenología se ha seguido la escala de LORENZ *et al.* (1994) que ha sido adoptada por la BBCH como escala estandarizada para las observaciones fenológicas en la vid (MEIER, 2001). De dicha escala se han seleccionado 18 fases fenológicas pertenecientes a los seis estadios principales.

El estudio fenológico se llevó a cabo sobre 20 cepas de cada una de las variedades estudiadas, Treixadura, Godello, Loureira y Albariño, las cuales fueron debidamente marcadas para su posterior identificación. Las observaciones se realizaron una vez por semana desde el 1 de marzo hasta la fecha de la vendimia. Esta tuvo lugar el día 10 de septiembre para la variedad Albariño y el día 12 de septiembre para las variedades Treixadura, Godello y Loureira. Las visitas al viñedo se incrementaron, al menos, a dos por semana durante el período de floración.

Se ha elaborado el calendario fenológico de la vid, considerada como fecha media de inicio de cada estadio, aquella en la que el 50% de las plantas

muestreadas se encuentran en dicho estadio. Se ha considerado como fecha media la obtenida como promedio para las 20 cepas.

Estudio de la producción de polen: El estudio se realizó sobre 10 cepas de cada una de las variedades estudiadas (Treixadura, Godello, Loureira y Albariño),

		Estadios fenológicos					
		0	1	5	6	7	8
Treixadura	T. <sup>a</sup> Media	10,4	15,1	15,9	16,8	21,5	21,5
	T. <sup>a</sup> Máx.	16,8	22,0	22,5	22,2	29,9	30,8
	T. <sup>a</sup> Mín.	5,1	9,7	10,1	12,6	14,0	13,9
	Lluvia (mm)	131,2	13,3	49,4	40,2	12,9	4,6
	Duración (días)	48	16	29	11	51	40
	Duración Total	195					
Godello	T. <sup>a</sup> Media	10,4	15,0	15,7	18,9	20,9	21,5
	T. <sup>a</sup> Máx.	16,7	21,9	22,2	25,6	29,0	30,8
	T. <sup>a</sup> Mín.	5,1	9,6	9,9	13,1	13,8	13,9
	Lluvia (mm)	130,8	13,7	49,4	4,5	48,6	4,6
	Duración (días)	47	17	28	7	56	40
	Duración Total	195					
Loureira	T. <sup>a</sup> Media	10,4	15,0	15,9	16,6	20,9	21,5
	T. <sup>a</sup> Máx.	16,7	21,9	22,5	21,9	29,0	30,8
	T. <sup>a</sup> Mín.	5,1	9,6	10,1	12,2	13,9	13,8
	Lluvia (mm)	130,8	13,7	49,4	40,2	12,9	4,6
	Duración (días)	47	17	29	13	49	40
	Duración Total	195					
Albariño	T. <sup>a</sup> Media	9,9	14,9	15,3	18,9	20,9	21,6
	T. <sup>a</sup> Máx.	16,2	22,2	21,8	25,6	29,0	30,7
	T. <sup>a</sup> Mín.	4,8	9,2	9,7	13,0	13,8	13,9
	Lluvia (mm)	123,3	20,9	53,0	4,5	48,6	4,6
	Duración (días)	43	15	35	7	56	38
	Duración Total	194					

TABLA 1. Temperatura media, máxima, mínima, precipitación y duración de los estadios principales de la vid: estadio 0 (brotación), estadio 1 (desarrollo de las hojas), estadio 5 (aparición del órgano floral), estadio 6 (floración), estadio 7 (formación del fruto) y estadio 8 (maduración), para Treixadura, Godello, Loureira y Albariño.

seleccionadas a partir de las 20 sobre las que se realizó el muestreo fenológico. Para calcular el número de polen por antera, flor, racimo y cepa, se ha seguido el modelo propuesto por CRUDEN (1977) e HIDALGO *et al.* (1999). El recuento se llevó a cabo en tres racimos de cada cepa, seleccionando tres flores de cada uno de ellos y, en cada flor, tres anteras. Por tanto, el cálculo de la producción polínica ha sido realizado sobre 27 anteras de cada cepa.

La producción de polen por flor se obtuvo al multiplicar el valor calculado para cada antera por cinco (número medio estimado de anteras en la flor de la vid para las variedades estudiadas). Para conocer el número de flores por racimo, se calculó el valor medio de flores por ramificación terciaria (consideradas como agrupaciones de 25 flores) y de ramificaciones terciarias por racimo. Finalmente conocido el número de racimos por cepa, se calculó el polen total producido por cada cepa y su valor medio.

**Cálculo de los Grados día acumulados (GDA):** Para el cálculo de los GDA para la vid se ha tenido en cuenta la suma de la temperatura media, tomando como temperatura base 10 °C, desde el solsticio de invierno (23 de diciembre) del año anterior,  $^{\circ}\text{GDD} = \sum (T_{\text{med}} - T_{\text{h}})$ , donde  $T_{\text{med}}$  es la temperatura media del día en cuestión y  $T_{\text{h}}$  es la temperatura umbral utilizada; en nuestro estudio hemos escogido 10 °C como umbral de temperatura ya que hemos testado diferentes umbrales y este es el que mejor se adapta, valores similares de temperaturas umbrales para la vid han sido apuntados por diferentes autores (OLIVEIRA, 1998; ORTEGA-FARÍAS

*et al.*, 2002; ROBERTO *et al.*, 2004; NENDEL, 2010).

#### **Estudio de la maduración de las bayas:**

Para realizar este estudio se ha utilizado como referencia la evolución de los grados Brix, los sólidos solubles se determinaron en zumo de fruta usando un refractómetro portátil (ATAGO ATC-1E) provisto de una función de compensación de temperatura automática, con rango de 0,0-32 °Brix con una escala que va incrementando de 0,2 en 0,2 °Brix. Las mediciones se han realizado semanalmente a partir de la fecha media de inicio del estadio 8 de Maduración (el día 3 de agosto) sobre 10 cepas de cada una de las variedades estudiadas (Treixadura, Godello, Loureira y Albariño). En cada una de ellas se han realizado tres mediciones, dos en bayas localizadas en los hombros del racimo y una en la zona apical.

**Datos meteorológicos:** Se utilizaron los datos obtenidos por una estación meteorológica HOBO Micro Station, situada en la finca de estudio. Los parámetros registrados en la misma fueron temperatura máxima, media, mínima, temperatura de rocío y humedad relativa. Los datos correspondientes a precipitación han sido registrados por una estación meteorológica Davids situada en una parcela adyacente de la Cooperativa vitivinícola.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La duración del ciclo vegetativo de la vid en el presente estudio, considerado

desde el estadio 0 (brotación) hasta la vendimia, ha sido de 195 días para las variedades Treixadura, Godello y Loureira y de 194 días para la variedad Albariño (Figura 2). Por tanto, estas cuatro variedades pueden ser consideradas como tardías, ya que según MCINTYRE

*et al.* (1982) si el ciclo vegetativo de una variedad supera los 140 días en la comarca del Ribeiro esta puede ser considerada como tardía. Estos datos son similares a los aportados por JONES & DAVIS (2000) para la variedad «Cabernet Sauvignon» en la zona de Burdeos

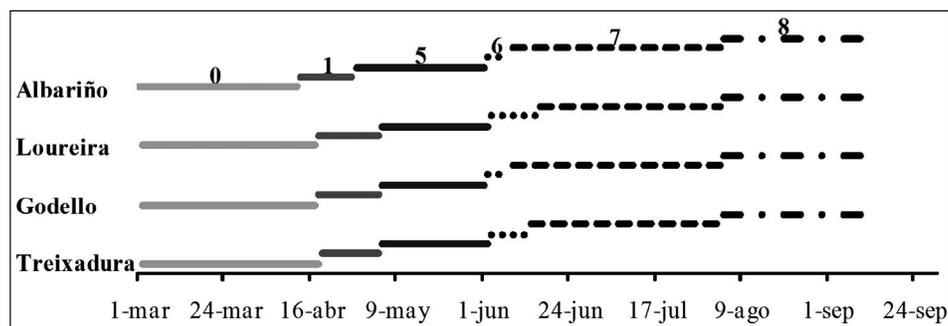


FIGURA 2. Calendario fenológico con los seis estadios principales, E-0 Brotación, E-1 Desarrollo de las hojas, E-5 Aparición del órgano floral, E-6 Floración, E-7 Formación del fruto, E-8 Maduración del fruto, para las variedades Treixadura, Godello, Loureira y Albariño en la campaña 2010.

	GDA			
	Treixadura	Godello	Loureira	Albariño
E-1	89	86	86	70
E-5	173	173	173	145
E-6	345	332	345	332
E-7	420	394	431	394
E-8	1005	1005	1005	1005
°Brix óptimos	1351	1261	-----	1351
Vendimia	1467	1467	1467	1445

TABLA 2. Grados día acumulados -GDA- desde el solsticio de invierno hasta el inicio de los principales estadios fenológicos, hasta alcanzar los grados Brix óptimos para realizar la vendimia (20 °Brix para Treixadura, Godello y Loureira y 22 °Brix para Albariño) en la zona del Ribeiro, y grados día acumulados hasta la fecha de vendimia durante la campaña 2010 para las cuatro variedades estudiadas.

en Francia (donde la temperatura media anual es de 13 °C), que estima la duración del ciclo de la vid en 193 días. Por el contrario, en las regiones bioclimáticas con temperaturas más altas (como las áreas subtropicales donde la temperatura media anual es de 20,7 °C) se acortan los ciclos de la vid, apuntándose un promedio de 130 días para la variedad «Cabernet Sauvignon» y de 131 días para la variedad «Tannat» (SATO *et al.*, 2011).

Uno de los factores más influyentes en los cambios fenológicos de la vid es el aumento gradual de la temperatura a lo largo del período vegetativo. Aunque nuestro estudio ha comenzado el 1 de marzo, coincidiendo con la fase 03 del estadio principal 0 (brotación), ya a partir de la segunda quincena de febrero se han observado pequeños cambios en el tamaño de las yemas y las brácteas, que indicarían el inicio de actividad vegetativa tras el período de latencia.

El estadio principal 0 (brotación) tiene lugar desde los primeros días de marzo hasta la segunda quincena del mes de abril para Treixadura, Godello y Loureira y hasta los últimos días de la primera quincena de abril para Albariño; su duración ha oscilado entre 43 y 48 días. Durante este estadio se registra la temperatura media de las máximas (entre 16,2-16,8 °C) y de las mínimas más baja (entre 4,8-5,1 °C); además es el momento en el que se registran los mayores niveles de precipitación: 123,3 mm para Albariño, 130,8 mm para Godello y Loureira, y 131,2 mm para Treixadura (Tabla 1, Figura 2).

El estadio 1 (desarrollo de las hojas) transcurre entre la segunda quincena

de abril y los primeros días del mes de mayo para las variedades Treixadura, Godello y Loureira, mientras que para Albariño se adelanta a la primera quincena de abril y finaliza los últimos días de este mismo mes. La duración media de este estadio es de entre 15 y 17 días (Tabla 1, Figura 2).

El estadio principal 5 (aparición del órgano floral), se extiende desde los primeros días del mes de mayo hasta los primeros días del mes de junio para las variedades Treixadura, Godello y Loureira, adelantándose su inicio en Albariño a los últimos días del mes de abril. Su duración oscila entre 28 y 35 días. Durante el estadio 5 también se registraron niveles elevados de precipitación con 49,40 mm para Treixadura, Godello y Loureira, y 53,90 mm para Albariño (Tabla 1, Figura 2).

El estadio 6 (floración) se inicia en los primeros días del mes de junio para las cuatro variedades estudiadas y finaliza el 8 de junio en las variedades Godello y Albariño y a mitad de junio en Treixadura y Loureira. Su duración oscila entre 7 y 13 días, siendo este el estadio más corto de todos los estudiados (Tabla 1, Figura 2). Esta duración es similar a la apuntada por KELEN & DERMITAS (2003), quienes indican un período de entre 12 y 16 días como el necesario para completar la floración de distintas variedades de vid en Turquía. En Chile períodos más largos de entre 21-22 días han sido descritos para las variedades «Tannat» y «Cabernet Sauvignon» (SATO *et al.*, 2011) y de 20-27 días para las variedades «Isabel» y «Rubea» (SATO *et al.*, 2008). La floración es un estadio trascendental para que se produzca una

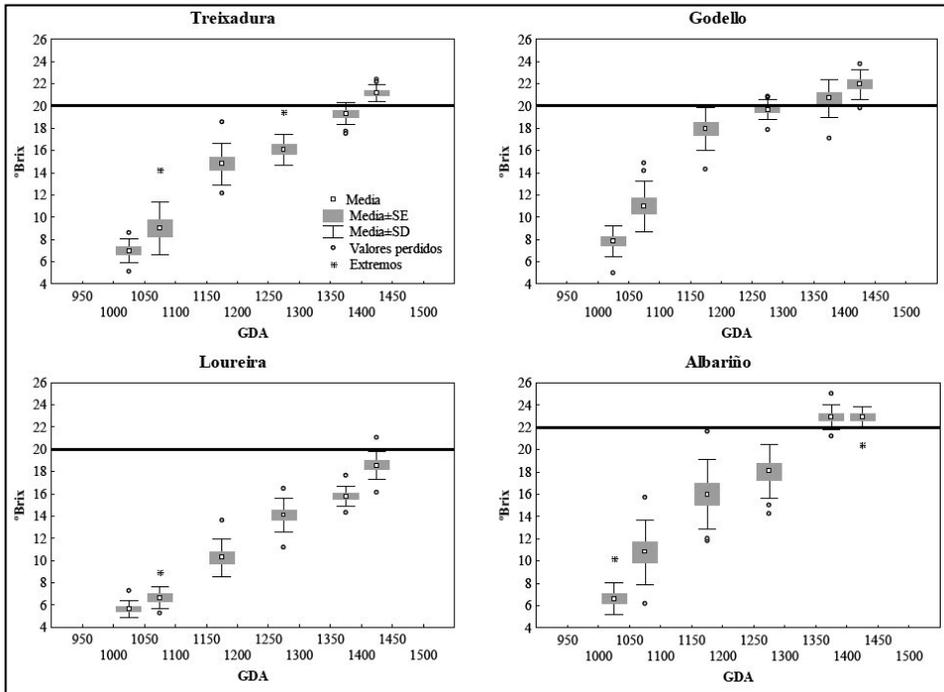


FIGURA 3. Relación entre los grados día acumulados (GDA) y los grados Brix para Treixadura, Godello, Loureira y Albariño.

óptima fertilización de las flores y para ello son necesarias determinadas condiciones meteorológicas. Las condiciones más adecuadas son temperaturas en torno a 20 °C, con tiempo seco y viento ligero, mientras que las temperaturas por debajo de 15-16 °C acompañadas de lluvias podrían retrasar la apertura normal de la flor y provocar la caída de la corola dificultando la fecundación (GIL, 1999). Además, bajas temperaturas pueden afectar el desarrollo del óvulo y el crecimiento del tubo polínico, lo cual dificulta el proceso de fertilización (LEBON *et al.*, 2005). En nuestro estudio,

las condiciones atmosféricas registradas durante la etapa de floración favorecen el proceso de fecundación, ya que la temperatura media se mantuvo alrededor de 20 °C para las variedades Godello y Albariño, siendo ligeramente inferior para Treixadura y Loureira (16,8 °C y 16,6 °C respectivamente). Esto justificaría el período de floración más prolongado observado para las variedades de Treixadura y Loureira (Tabla 1, Figura 2).

El estadio principal 7 (formación del fruto) se inicia para Treixadura y Loureira en la primera quincena de junio y

finaliza al principio de agosto, mientras que para Godello y Albariño el inicio se adelanta ligeramente a los primeros días de junio. Es el estadio que presenta la mayor duración media: Loureira 49 días, Treixadura 51 días y Godello y Albariño 56 días. Durante este período se registra la temperatura media de las mínimas más elevada (entre 13,8 °C y 14,0 °C) acompañada de abundantes precipitaciones en el caso de las variedades Godello y Albariño (48 mm) y ligeras para las variedades Treixadura y Loureira (12 mm) (Tabla 1, Figura 2). Los años de cuajados pobres suelen estar condicionados por factores ambientales adversos durante la floración, principalmente por variaciones en las temperaturas (EBADI *et al.*, 1995).

Finalmente, el estadio 8 (maduración) comienza para las cuatro variedades en los primeros días de agosto, finalizando el 12 de septiembre para Treixadura, Godello y Loureira y el 10 de septiembre para Albariño. La duración del estadio de maduración osciló entre 38 y 40 días. Durante el estadio 8 se registró el promedio de la temperatura media y de la máxima más elevada y los niveles de precipitación más bajos (Tabla 1, Figura 2).

Existe una relación directa entre la escala fenológica y la acumulación de calor (GDA). Diversos estudios sobre la vid utilizan para el cálculo del requerimiento térmico la temperatura media y como temperatura umbral 10 °C (HUGLIN & SCHNEIDER, 1998). Siguiendo este criterio se han calculado los GDA necesarios para alcanzar las sucesivas fases fenológicas, tomando como fecha de inicio el solsticio de invierno (23 de diciembre)

del año anterior. Hasta el inicio de la floración (estadio 6) se ha necesitado acumular 345 GDA para Treixadura y Loureira y 332 GDA para Godello y Albariño. El inicio de la maduración (estadio 8) ha tenido lugar en el momento en que se han acumulado 1.005 GDA para las cuatro variedades estudiadas, mientras que en el momento de la vendimia se ha registrado un acúmulo de 1.467 GDA para Treixadura, Godello y Loureira, y 1.446 GDA para Albariño (Tabla 2). Las diferencias de requerimientos térmicos están relacionadas con la duración del ciclo de la vid, ya que cuanto mayores son las necesidades térmicas, más largo tiende a ser el ciclo (SATO *et al.*, 2008). Además del acúmulo de temperaturas, otro factor que influye directamente en la evolución de la maduración de las uvas es la radiación solar, la cual está muy relacionada con las variaciones del Índice de refracción Brix. Por ello en este estudio hemos relacionado la cantidad de GDA acumuladas con el incremento de los grados Brix durante la fase fenológica de maduración (estadio 8). Según ORRIOLS (2006) el índice Brix óptimo para realizar la vendimia de las variedades Treixadura, Godello y Loureira en la Comarca del Ribeiro es de 20 °Brix y de 22 °Brix para Albariño. En este estudio las uvas alcanzaron los 20 °Brix cuando se registra una suma acumulada de 1.351 GDA para la variedad Treixadura y 1.261 GDA para Godello, mientras que el valor óptimo de 22 °Brix para Albariño se alcanzó con una suma acumulada de 1.351 GDA. A pesar de ello el momento de la vendimia fue posterior, lo cual motivó una pequeña sobremaduración de las uvas ya que la

		Racimos/cepa	Ramificación 3ª/cepa	Flores/cepa	Polen/antera	Polen/cepa
Treixadura	Media	24	131	3283	4472	74393370
	Desv. Est.	11,05	46,91	1.172,86	1034,84	35271315,61
	Coef. Desv. Est.	46,81	35,73	35,73	23,14	47,41
Godello	Media	23	77	1929	3862	35003366
	Desv. Est.	8,47	28,21	705,31	987,24	12140261,40
	Coef. Desv. Est.	36,36	36,57	36,57	25,56	34,68
Loureira	Media	9	48	1205	3399	20619734
	Desv. Est.	4,21	21,12	527,94	829,23	10924349,57
	Coef. Desv. Est.	45,77	43,81	43,81	24,40	52,98
Albariño	Media	19	61	1525	3112	23015093
	Desv. Est.	8,98	31,25	781,36	395,18	11636741,33
	Coef. Desv. Est.	46,77	51,24	51,24	12,70	50,56

TABLA 3. Valores promedio de los recuentos realizados sobre 10 cepas de cada una de las variedades (Treixadura, Godello, Loureira y Albariño).

vendimia se realizó cuando el requerimiento térmico alcanzó 1.467 GDA para Treixadura, Godello y Loureira y 1.446 GDA para Albariño (Figura 3). Estos valores son inferiores a los apuntados para el cultivar «Cabernet Sauvignon» con 1.558 GDA y superiores a los del cultivar «Chardonnay» que necesita 1.275 GDA (ORTEGA-FARIAS *et al.*, 2002). Estudios llevados a cabo por SATO *et al.* (2008) apuntan requerimientos inferiores a los de nuestro trabajo para el cultivar «Rubea» (entre 999 GDA y 1.003 GDA), y similares para el cultivar «Isabel» (entre 1.260 GDA y 1.541 GDA).

La producción media de polen por antera fue 4.472 granos para Treixadura, 3.862 para Godello, 3.399 en Loureira y 3.112 en Albariño. Estos valores son muy superiores a los apuntados para ocho variedades turcas por KELEN & DERMITAS (2003), ya que las que alcanzaron la producción más elevada fueron las variedades «Siyad gemre» y «Razaki», y no sobrepasaron los 1.500 granos de polen por antera. La variedad que entre las cepas muestreadas presentó una mayor variabilidad de producción de polen por antera fue Godello, con un coeficiente

de desviación estándar de 25,56% (Tabla 3) y la de menor Albariño (12,70%).

La producción media de polen por cepa más elevada se ha registrado en la variedad Treixadura (74.393.370 granos), con una variabilidad de 47,41%. Loureira es la variedad que presenta un menor promedio de granos de polen por cepa (20.619.734 granos) y una mayor variabilidad 52,98% (Tabla 3).

El conocimiento de las diferentes variables fenológicas de la vid puede contribuir a optimizar la producción de uva en una determinada región, en el presente estudio las variedades con ciclo vegetativo más largo son Treixadura, Godello y Loureira, el estadio de mayor duración ha sido el estadio 7 (formación del fruto), mientras que el estadio 6 (floración) es el de menor duración para todas las variedades estudiadas; sin embargo, se ha comprobado que las variedades Treixadura y Loureira necesitan mayores requerimientos térmicos para completar el estadio 6, mientras que para Godello y Albariño han sido menores. Finalmente, Treixadura es la variedad que presenta un mayor número de granos de polen por cepa, seguida de Godello, Albariño y finalmente Loureira, todos estos datos resultan de gran ayuda a la hora de implementar modelos matemáticos para conocer con antelación la producción final de uva.

## BIBLIOGRAFÍA

- BINDI, M.; FIBBI, L.; GOZZINI, B.; ORLANDINI, S. & MIGLIETTA, F. (1996): Modelling the impact of future climate scenarios on yield and yield variability of grapevine. *Climate Res.*, 7: 213-224.
- BINDI, M.; FIBBI, L. & MIGLIETTA, F. (2001): Free Air CO<sub>2</sub> Enrichment (FACE) of grapevine (*Vitis vinifera* L.): II. Growth and quality of grape and wine in response to elevated CO<sub>2</sub> concentrations. *Eur. J. Agron.*, 14: 145-155.
- BLANCO-WARD, D.; GARCÍA, J. M. & JONES, G. V. (2007): Spatial climate variability and viticulture in the Mino River Valley of Spain. *Vitis*, 46(2): 63-70.
- CRUDEN, R. W. (1977): Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31: 32-46.
- EBADI, A.; COOMBE, B. G. & MAY, P. (1995): Fruit-set on small Chardonnay and Shiraz vines grown under varying temperature regimes between budburst and flowering. *Australian J. Grape Wine Res.*, 1: 3-10.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.; RODRÍGUEZ-RAJO, F. J.; AIRA, M. J. & JATO, V. (2007): Fenología de la variedad Treixadura cultivada en la Denominación de Origen Ribeiro (Ourense-España) durante el año 2008. *Polen*, 17: 23-38.
- GIL, G. (1999): *El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Chile.
- HASELGROVE, L.; BOTTING, D.; VAN HEESWIJCK, R.; HOJ, 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* L. cv Shiraz grape berries. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 6: 141-149.
- HIDALGO, P. J.; GALÁN, C. & DOMÍNGUEZ, E. (1999): Pollen production of the genus *Cupressus*. *Grana*, 38: 1-5.
- HUGLIN, P. & SCHNEIDER, C. (1998): *Biologie et écologie de la vigne*. Lavoisier. Paris.

- JONES, G. V. & DAVIS, R. E. (2000): Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *Am. J. Enology Vitic.*, 51: 249-261.
- JONES, G. V.; WHITE, M. A.; COOPER, O. R. & STORCHMANN, K. H. (2005): Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73: 319-343.
- KELEN, M. & DERMITAS, I. (2003): Pollen viability, germination capability and pollen production level of some grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 25: 229-233.
- KISHINO, A. Y. & MARUR, I. P. H. (2007): Factores climáticos e o desenvolvimento da videira. In: A. Y. KISHINO, S. L. C. CARVALHO & S. R. ROBERTO (eds.), *Viticultura tropical*: 59-86. Ed. Londrina, IAPAR.
- LEBON, G.; DUCHÊNE, E.; BRUN, O. & CLÉMENT, C. (2005): Phenology of flowering and starch accumulation in grape (*Vitis vinifera* L.) Cuttings and Vines. *Annals of Botany*, 95: 943-948.
- LORENZ, D. H.; EICHORN, K. W.; BLEIHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U. & WEBER, E. (1994): Phanologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. Ssp. *Vinifera*). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. *Vitic. Enol. Sci.*, 49: 66-70.
- MARAIS, J. (2001): Effect of grape temperature and yeast strain on Sauvignon Blanc wine aroma composition and quality. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 22: 47-51.
- MARAIS, J.; CALITZ, F. & HAASBROEK, P. D. (2001): Relationship between microclimatic data, aroma component concentrations and wine quality parameters in the prediction of Sauvignon Blanc wine quality. *South Afr. J. Enol. Vitic.*, 22: 22-26.
- MARIANI, L.; FAILLA, O.; DAL MONTE, G. & FACCHINETTI, D. (2007): IPHEN: a model for real time production of grapevine phenological maps. In: *Proceedings of the Climate and Viticulture Congress*: 272-278. Zaragoza.
- MARM (2010): *Anuario de estadística*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, España.
- MCINTYRE, G. N.; LIDER, L. A. & FERRARI, N. L. (1982): The chronological classification of grapevine phenology. *Am. J. Enol. Vitic.*, 33(2): 80-85.
- MEIER, U. (2001): *Growth stages of mono and dicotyledonous plants*. BBCH Monograph. 2<sup>nd</sup> edit. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.
- MOUTINHO-PEREIRA, J.; GONÇALVES, B.; BACELAR, E.; CUNHA, J. B.; COUTINHO, J. & CORREIA, C. M. (2009): Effects of elevated CO<sub>2</sub> on grapevine (*Vitis vinifera* L.): physiological and yield attributes. *Vitis*, 48: 159-165.
- MULLINS, M. G.; BOUQUET, A. & WILLIAMS, L. E. (1992): *Biology of the Grapevine*. Cambridge Univ. Press. New York.
- NENDEL, C. (2010): Grapevine bud break prediction for cool winter climates. *International Journal of Biometeorology*, 54: 231-241.
- OIV (2011): *9<sup>th</sup> General Assembly of the OIV*. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. Organisation Intergouvernementale. Porto, Portugal.
- OLIVEIRA, M. (1998): Calculation of bud-break and flowering base temperatures for *Vitis vinifera* cv. Touriga Francesa in the Douro Region of Portugal. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 74-78.
- ORTEGA-FARÍAS, S.; LOZANO, P.; MORENO, Y. & LEÓN, L. (2002): Development of models for predicting phenology and evolution of maturity in cv. Cabernet Sauvignon and Chardonnay grapevines. *Agricultura Técnica*, 62(1): 27-37.
- PEDRO JUNIOR, M. J. & SENTELHAS, P. C. (2003): Clima e produção. In: C. V. POMMER (ed.), *Uva: tecnologia de produção*,

- post-colheita, mercado*: 63-107. Ed. Cinco Continentes. Porto Alegre.
- ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; BRENNER, E. A.; SANTOS, C. E. & GENTA, W. (2004): Fenología e soma térmica (graus-dia) para videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) cultivada no Norte do Paraná. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 25: 273-280.
- SATO, J. A.; SILVA, J. B.; ASSIS, M. A. & ROBERTO, R. S. (2011): Phenology, production and must compounds of «Cabernet Sauvignon» and «Tannat» grapevines in subtropical climate. *Rev. Bras. Frutic.*, 2: 491-499.
- SATO, J. A.; SILVA, J. B.; SANTOS, C. E.; SANTOS, R.; CARIELO, M.; GUIRAUD, M. C.; FONSECA, I. C. B. & ROBERTO, R. S. (2008): Phenology and thermal demand of «Isabel» and «Rubea» grapevines on different rootstocks in North of Paraná. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 29: 283-292.
- SCHULTZ, H. R. (2000): Climate change and viticulture: a European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 6: 2-12.
- SENTELHAS, P. C. (1998): Aspectos climáticos para viticultura tropical. Informe Agropecuario. *Belo Horizonte*, 194: 9-14.
- 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. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53: 171-182.
- TATE, A. B. (2001): Global warming's impact on wine. *J. Wine Res.*, 12: 95-109.
- WEBB, L. B. (2006): *The impact of greenhouse gas-induced climate change on the Australian wine industry*. Master's Thesis. University of Melbourne. Australia.
- WEBB, L. B.; WHETTON, P. H. & BARLOW, E. W. R. (2007): Modelled impact of future climate change on the phenology of winegrapes in Australia. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 13: 165-175.