

Estudio de la producción polínica en tres variedades de *Vitis vinifera* L. y su influencia en la cosecha de uva

Study of pollen production in three *Vitis vinifera* L. varieties and its influence on grape harvest

MARÍA FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, ALBERTO BARA, OLGA ESCUDERO Y F. JAVIER RODRÍGUEZ-RAJO

Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo, Campus Universitario As Lagoas, Facultad de Ciencias, 32004 Ourense, Universidad de Vigo, España
mfgonzalez@uvigo.es; avara@alumnos.uvigo.es; oescuredo@uvigo.es; javirajo@uvigo.es

(Recibido: 08/05/2013; Aceptado: 10/06/2013)

Resumen

En este estudio se ha analizado la producción polínica en tres variedades de vid (Treixadura, Godello y Loureira) y la concentración de granos de polen de *Vitis vinifera* L. en el aire en un viñedo perteneciente a la Denominación de Origen Ribeiro (Ourense) desde 2007 a 2010. Además se ha estimado la eficacia en la fecundación mediante el cálculo del índice de corrimiento, con el fin de conocer su relación con el rendimiento final de la cosecha. La producción media de granos de polen por antera, flor y cepa, ha resultado más elevada en la variedad Treixadura, seguida de Godello y Loureira. La concentración de granos de polen en aire ha sido escasa en todo el periodo de estudio. En cuanto al índice de corrimiento ha sido menor en el año 2010 en las tres variedades, lo que se corresponde con un aumento de la producción de uva en dicho año.

Palabras clave: vid, producción polínica, eficacia de fecundación, cosecha de uva

Abstract

In this study the pollen production in three grapevine varieties (Treixadura, Godello and Loureira) and airborne pollen concentration of *Vitis vinifera* L. in a vineyard to the Ribeiro Designated of Origin (Ourense), was analyzed from 2007 to 2009. Besides aborted flowers rate was estimated in order to know the final yield of the crop. The average production of pollen per anther, flower and plant, has been higher in the variety Treixadura, followed Godello and Loureira. Airborne pollen concentration has been low throughout the study period. Regarding the aborted flowers rate was lower in 2010 in the three varieties which correspond with an increase in grape production in that year.

Keywords: grape, pollen production, rate of fertility, grape harvest

INTRODUCCIÓN

La vid es una planta leñosa y perenne perteneciente a la familia *Vitaceae*, con numerosas especies distribuidas en todos los continentes, siendo *Vitis vinifera* L. la más utilizada para consumo humano y producción de vino a partir de sus frutos (SALAZAR & MELGAREJO, 2005). Su inflorescencia es paniculiforme y sus flores hermafroditas (unisexuales en *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), actinomorfas, pentámeras, con sépalos

soldados de tamaño reducido y pétalos verdosos coalescentes en la parte superior, que forman una especie de caperuza que se separa de la flor. El androceo está formado por cinco estambres opuestos a los pétalos, y su ovario es súpero, bicarpelar y se desarrolla para formar un fruto de tipo baya.

En nuestras latitudes, presenta un ciclo biológico que se extiende desde la primavera hasta el otoño, caracterizado por el desarrollo de distintas fases fenológicas, que abarcan desde la formación e hinchamiento de las yemas hasta la caída de las

hojas, período en el cual la vid entra en reposo invernal (FERRERO, 1983).

Entre los factores que influyen en la producción vitícola, según HIDALGO (2002) se pueden diferenciar los elementos permanentes, que son aquellos que se mantienen fijos desde la plantación (clima, suelo, variedad de vid seleccionada, etc) y los elementos culturales (poda, riego, laboreo, etc). La influencia del medio natural ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores (EYNARD & DALMASSO, 1990; BLANCO-WARD *et al.*, 2007), así como las diferentes enfermedades criptogámicas que pueden afectarle, siendo las más habituales la podredumbre gris, el oídio y el mildiu, todas ellas causadas por hongos fitopatógenos como *Botrytis cinerea* Pers. (de Bary) Whetzel, *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & de Toni y *Uncinula necator* (Schw) Burr, causantes de importantes pérdidas en las cosechas (FERNÁNDEZ-GONZALEZ *et al.*, 2009, 2012).

Los principales mecanismos que la vid puede desarrollar, con el fin de asegurar una fecundación eficaz del ovario y la formación de bayas, son la autofecundación, la anemogamia o la entomogamia (KELEN *et al.*, 1996). Debido a la especial morfología floral, la autopolinización se ve favorecida incluso antes de que tenga lugar la apertura completa de la flor. En menor medida, el viento, o algunos insectos pueden ser considerados como vehículos en la polinización, si bien la baja producción de néctar o ausencia de caracteres especiales en las flores limita su atracción. Por otra parte, las diferentes variedades de vid presentan un desigual comportamiento en lo referente a su fecundación, ya que algunas son autocompatibles o semifértiles y otras son autoincompatibles (KIMURA *et al.*, 1998; KELEN & DEMIRTAS, 2003). Cuando se trata de estas últimas, la presencia de un polinizador resultaría imprescindible para obtener una cantidad y calidad adecuada de frutos (KELEN *et al.*, 1996).

Una deficiente fecundación determina la formación de racimos caracterizados por un reducido número de bayas o con gran disparidad en el tamaño de las mismas, consecuencia de un fenómeno denominado corrimiento (CALLEJAS *et al.*, 2004). El corrimiento también puede ser debido a enfermedades víricas, fúngicas, toxicidades o carencias de algún elemento esencial en el suelo. Son especialmente importantes los efectos producidos

por el hongo *Uncinula necator* durante la floración, momento en el que produciría daños muy graves, causando el aborto de las flores y una disminución del cuajado de las uvas (CHÁVEZ & ARATA, 2004). HARDIE & CONSIDINE (1976) señalan que déficits severos de nutrientes entre las etapas de floración y envero (marcado por el cambio de coloración de las bayas), inducen al corrimiento. También la abscisión de las flores puede condicionar y disminuir drásticamente la producción final de uva (HUGLIN & SCHNEIDER, 1998), y en este proceso juegan un importante papel el suministro de hidratos de carbono (GU *et al.*, 1996). Aunque cada variedad de vid autorregula las bayas que cuajan a partir de un determinado número de flores, y por lo general, cuanto mayor sea el número de flores en la inflorescencia menor es el índice de cuajado (CALLEJAS *et al.*, 2004), cualquiera de estas situaciones puede potenciar el fenómeno de corrimiento en la cepa y por tanto mermar la cosecha (DÍAZ, 1999).

De todos estos aspectos, el presente trabajo se ha centrado en el estudio de la producción polínica en las tres variedades de vid (Treixadura, Godello y Loureira) más características de la Denominación de Origen Ribeiro. También se ha analizado la concentración de granos de polen de *Vitis* en la atmósfera, ya que es una variable que ha sido utilizada en la predicción de cosecha en cultivos como la vid, el olivo y la almendra (BESSELAT & COUR, 1990; CANDAU *et al.*, 1998; FORNACIARI & ROMANO, 1995; GALÁN *et al.*, 2001, 2004). Se ha valorado la eficacia en la fecundación mediante el cálculo del índice de corrimiento. Todo ello se ha realizado con el fin de conocer su relación con el rendimiento final de la cosecha.

MATERIAL y MÉTODOS

Características del área de estudio

El presente estudio se desarrolló durante cuatro años (2007 a 2010), en la comarca del Ribeiro, que ocupa la parte meridional de la Galicia interior en el curso medio del río Miño, pocos kilómetros antes de que éste comience a regar tierras portuguesas. El viñedo objeto de estudio (Fig. 1) está situado en el ayuntamiento de Cenlle (Ribadavia-Ourense)

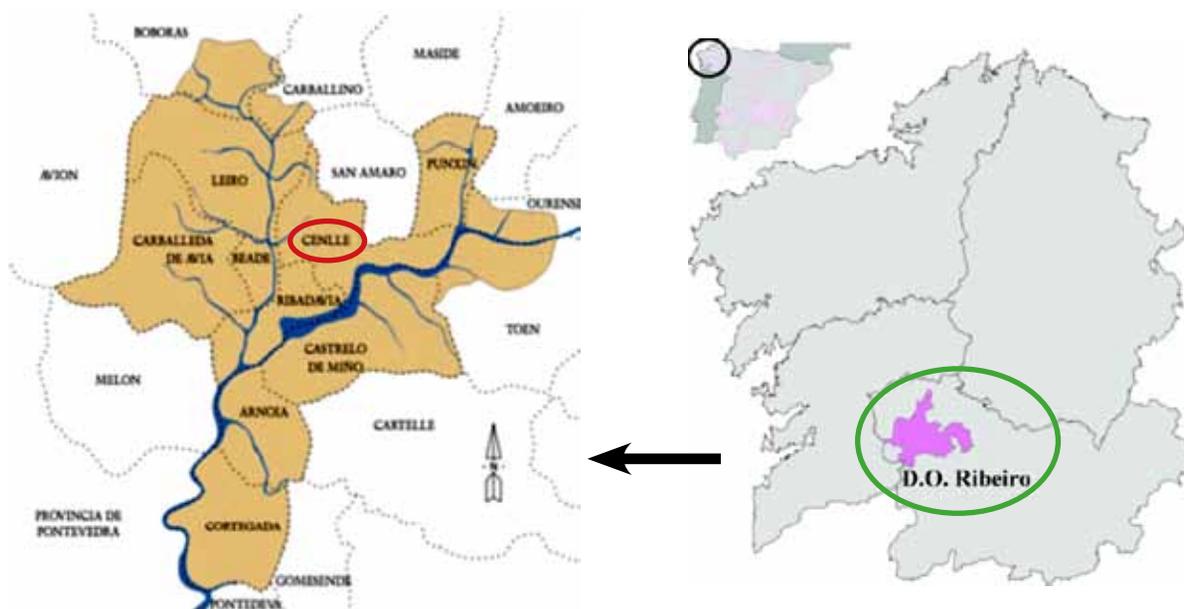


Figura 1. Localización del viñedo de estudio (Cenlle, Ourense). *Location of the study vineyard (Cenlle, Ourense)*

y se extiende desde 75 a 400 metros de altitud, en valles y laderas a veces de acusada pendiente, que es salvada por terrazas denominadas *socalcos* o *bocaribeiras* que siguen las curvas de nivel. En este territorio, incluido en la Denominación de Origen Ribeiro, se cultivan distintas variedades de uva siendo las principales, Treixadura, Godello y Loureira, todas ellas autóctonas y productoras de uva blanca.

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 ecoclima de transición oceánico-mediterráneo, lo que permite que las uvas maduren, conservando su aroma y acidez. De acuerdo al sistema MCC (Clasificación Climática Multicriterio) de Geoviticultura, la mayor parte de las zonas vitivinícolas del valle del Miño se definirían como templadas cálidas, subhúmedas, con noches muy frías (BLANCO-WARD *et al.*, 2007). En la Tabla 1 se incluyen las características de los principales parámetros meteorológicos durante el periodo de estudio, facilitados por la estación de Leiro (Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia) situada a 8,5 kilómetros al viñedo de estudio.

Producción polínica

Para estudiar la producción polínica se seleccionaron 10 cepas de cada variedad de vid (Treixadura, Godello y Loureira), aplicando los protocolos descritos por CRUDEN (1977) e HIDALGO *et al.* (1999). En cada una de las cepas se seleccionaron 3 racimos y de cada uno de ellos se cogieron 3 flores frescas próximas a la antesis y de éstas, con ayuda de una lupa, se extrajeron 3 anteras de cada flor. Cada antera se introdujo en un tubo de ensayo al que se añadió 0,5ml de agua destilada coloreada previamente con fucsina. Después de homogenizar la mezcla usando un agitador, se extrajeron 3 alícuotas de 10ml que se depositaron sobre otros tantos portaobjetos para hacer 3 preparaciones microscópicas convencionales. El recuento de los granos de polen de *Vitis*, se realizó sobre el total existente en cada una de las preparaciones y se recalculó el número total de granos de polen por antera teniendo en cuenta las diluciones. Para conocer la cantidad de granos de polen por flor, se ha multiplicado el valor medio de granos de polen de los tres recuentos realizados en cada antera, por el número de anteras de cada flor, es decir por 5. Para conocer el número de flores

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura máxima												
2007	12,5	16,0	17,5	22,2	22,2	24,7	27,3	28,5	29,2	23,9	16,9	11,3
2008	13,5	17,4	16,5	20,0	20,4	26,9	28,1	28,4	25,4	21,5	13,7	11,2
2009	11,0	19,0	21,7	18,3	24,3	26,8	27,1	30,6	29,3	23,5	16,0	10,3
2010	10,2	11,5	16,4	22,1	22,5	27,1	31,8	32,6	28,3	20,7	14,0	10,1
Temperatura mínima												
2007	3,5	4,0	3,6	5,9	9,0	10,6	11,4	11,2	8,9	5,6	-0,5	0,1
2008	3,2	3,0	3,2	6,3	9,6	10,5	11,5	11,7	10,5	6,1	3,3	1,7
2009	3,2	1,2	2,2	4,0	7,3	12,8	11,5	12,5	9,8	10,2	8,5	4,3
2010	4,3	3,5	3,6	6,4	8,2	11,7	12,9	12,7	9,9	7,6	4,6	2,7
Precipitación												
2007	45	224	58	49	98	59	27	18	31	7	77	39
2008	218	121	60	181	138	9	4	68	42	71	85	123
2009	196	105	17	55	51	82	42	5	2	200	234	184
2010	125	147	128	95	76	67	15	2	11	294	158	213
Número de días con precipitación												
2007	21	23	15	17	16	13	6	6	10	13	24	17
2008	27	23	17	19	23	3	6	9	19	23	21	25
2009	26	23	9	17	11	11	5	1	4	27	28	19
2010	20	17	20	16	14	6	5	3	8	24	26	22

Tabla 1. Datos meteorológicos mensuales de Cenlle (Temperatura máxima y mínima (°C) y precipitación (mm)) durante el período de estudio 2007-2010, el sombreado gris de marzo a septiembre corresponde con el ciclo vegetativo. *Monthly meteorological data of Cenlle (maximum and minimum temperature (°C) and rainfall (mm)) during the study period 2007 to 2010, the grey area from March to September corresponds to the growth cycle.*

de cada racimo, se tomó como unidad de recuento las ramificaciones terciarias de los racimos de cada una de las cepas seleccionadas y, se multiplicó por el número de racimos para conocer el número de ramificaciones terciarias totales de cada cepa. A continuación, se contó el número de flores en tres ramificaciones de cada racimo seleccionado y, se calculó su valor medio. Al multiplicar el número de ramificaciones terciarias totales por el valor medio de flores, se obtuvo el número total de flores por cepa y, al multiplicar dicho valor por la cantidad de granos de polen/flor, se calculó la cantidad de granos de polen/cepa. Una vez conocida la cantidad de granos de polen en cada una de las cepas, se calculó su valor promedio.

Estudio aerobiológico

Para conocer la concentración de granos de polen de *Vitis* en el aire, en el viñedo de estudio se instaló un captador volumétrico tipo Hirst, que ha permitido recoger las muestras aerobiológicas durante el período de polinización, concretamente entre el 1 de mayo y el 30 de junio de cada uno de los cuatro años de estudio. La identificación y recuento de granos de polen en cada una de las preparaciones se ha realizado a nivel de especie, ya que a microscopía óptica no es posible diferenciar los granos de polen de cada variedad.

Para el recuento de granos de polen, siguiendo la metodología propuesta por la Red Española de

Aerobiología, se realizaron cuatro barridos horizontales continuos en cada preparación (GALÁN *et al.*, 2007). Las concentraciones medias diarias se expresan como granos de polen por metro cúbico de aire muestreado, mientras que los resultados totales se presentan como datos adimensionales, puesto que se trata de una suma de concentraciones medias diarias.

Eficacia reproductiva

Para evaluar la eficacia de la fecundación se utilizaron las 10 cepas de cada variedad, seleccionadas para el estudio de la producción polínica. En cada cepa, se ha marcado un racimo y anotado el número de flores (en la fase de botón floral). Posteriormente, cuando las cepas se encontraban en la fase fenológica de bayas (tamaño guisante), se ha realizado un nuevo recuento para verificar las pérdidas por corrimiento, es decir para conocer el porcentaje de botones florales no fecundados. Para calcular el índice de corrimiento (IC), se ha utilizado la fórmula $IC = [(n^\circ \text{ flores} - n^\circ \text{ bayas}) / (n^\circ \text{ flores})] * 100$.

RESULTADOS

La producción polínica durante los cuatro años de estudio, teniendo en cuenta los valores promedio, ha sido más elevada en la variedad Treixadura (T), en segundo lugar en Godello (G) y menor en Loureira (L), tanto si se tiene en cuenta el resultado de granos de polen por antera como por flor o por cepa (Fig. 2). Los valores de granos de polen por antera oscilaron entre 3739 granos de polen (T), 3407 granos de polen (G) y 2909 granos de polen (L); por flor, entre 18694 granos de polen (T), 17092 granos de polen (G) y 14547 granos de polen (L) y la producción media de granos de polen por cepa, entre 53.603.019 granos de polen (T), 35.279.762 granos de polen (G) y 20.542.818 granos de polen (L).

Sin embargo, si analizamos la producción de granos de polen por cepa en los distintos años de estudio (Tabla 2), esta misma tendencia solo se mantuvo en el año 2010 ya que en 2009 la variedad Godello destacó sobre las demás y en 2007 y 2008 a pesar de la supremacía de Treixadura, la producción de granos de polen en Loureira fue mayor que

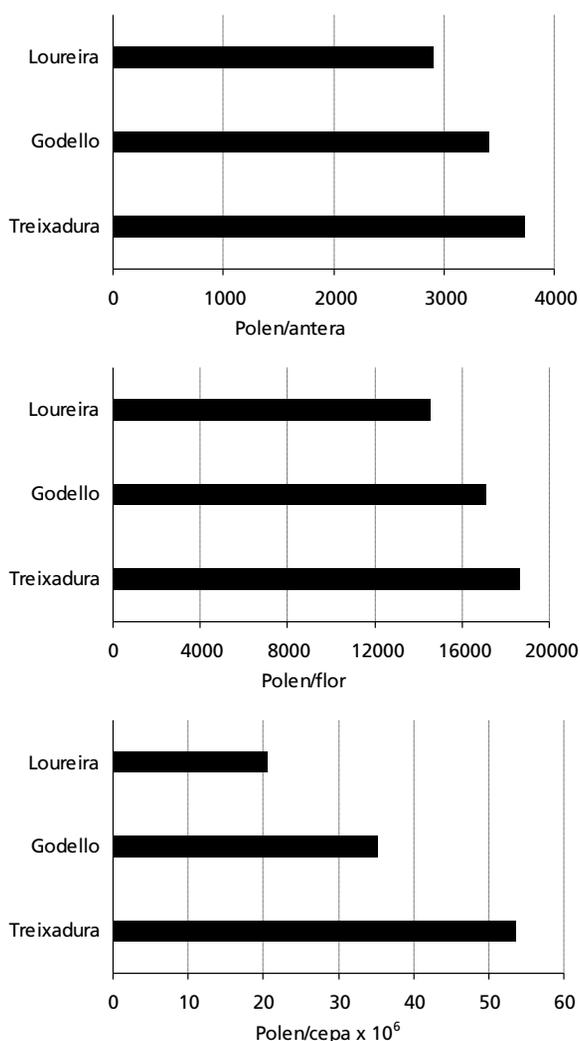


Figura 2. Valor medio en los cuatro años de estudio de polen por antera, polen por flor y polen por cepa para cada una de las variedades estudiadas. *Average value over the four study years of pollen per anther, pollen per flower and pollen per plant for each studied varieties.*

	Polen/cepa		
	Treixadura	Godello	Loureira
2007	43.090.563	21.960.363	24.817.288
2008	35.221.606	21.006.300	26.568.119
2009	61.706.538	63.149.019	10.166.131
2010	74.393.370	35.003.366	20.619.734

Tabla 2. Valores de polen por cepa de las variedades estudiadas desde 2007 a 2010. *Pollen values of each variety studied (2007 to 2010).*

la de Godello. En general, las diferencias en la producción polínica durante el periodo de estudio, han sido más notables en la variedad Treixadura

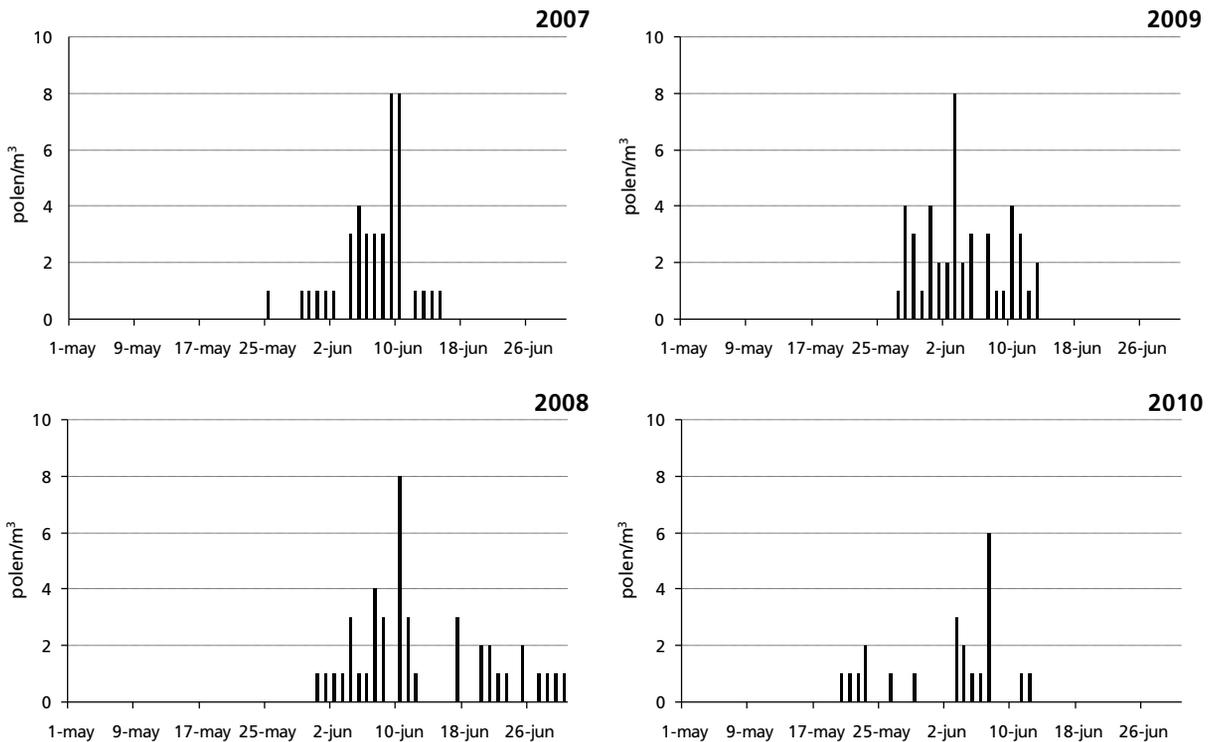


Figura 3. Concentraciones medias diarias de polen de *Vitis* en el aire durante los años de estudio (2007 a 2010). *Daily average Vitis pollen concentrations in the air during the study years (2007 to 2010).*

(entre 35.221.606 y 74.393.370) y Godello (entre 21.006.300 y 63.149.019) que en Loureira (entre 10.166.131 y 26.568.119).

Los días seleccionados para el muestreo, en cada uno de los años de estudio, cubren ampliamente todo el periodo en el que se puede detectar dicho tipo polínico en el aire del viñedo. El año en el que se ha contabilizado una mayor cantidad de granos de polen correspondió a 2009 (45 granos de polen), con poca diferencia al total obtenido en el año 2008 (43 granos de polen) y 2007 (42 granos de polen), mientras que en el año 2010 solo se contabilizaron 22 granos de polen. El valor máximo diario fue de 8 granos de polen/m³ y se registró los días 9 y 10 de junio de 2007, 10 de junio de 2008 y 3 de junio de 2009, mientras que en el año 2010 el máximo valor fue de 6 granos de polen/m³ contabilizados el día 7 de junio (Fig. 3). El número de días en los que se ha detectado presencia de granos de polen de *Vitis* en el aire, varió según el año de estudio oscilando entre 13 días (año 2010) y 22 días (año 2008).

Finalmente, como medida de valoración de la eficacia de la fecundación de las flores, se ha calculado el índice de corrimiento (IC) para cada una de las tres variedades. Como se observa en la Figura 4, el mayor porcentaje de corrimiento se produjo en el año 2008 (en Treixadura fue del 76 %, en Godello del 43 % y en Loureira del 56 %), y el menor en el año 2010 (Treixadura 37 %, Godello 13 % y Loureira 24 %). En los otros dos años no hubo grandes diferencias con respecto a este factor.

Teniendo en cuenta el rendimiento final de la cosecha, la variedad Treixadura ha destacado sobre las demás (Fig. 5), con un promedio de 7083 kg de uva durante todo el periodo de estudio, seguido de Loureira (1670 kg) y Godello (1428 kg). La producción de uva en los distintos años muestra marcadas diferencias en Treixadura (4201 kg en 2007 y 12743 kg en 2010) y Godello (296 kg en 2008 y 2129 kg en 2009) y menores en Loureira (1383 kg en 2007 y 2200 kg en 2010), lo cual puede relacionarse con los variables expuestas anteriormente.

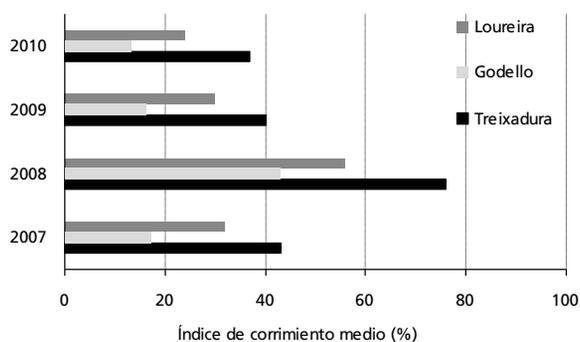


Figura 4. Índice de corrimiento para las variedades Treixadura, Godello y Loureira durante los años de estudio. *Rate of fertility for Treixadura, Godello and Loureira varieties during the study years.*

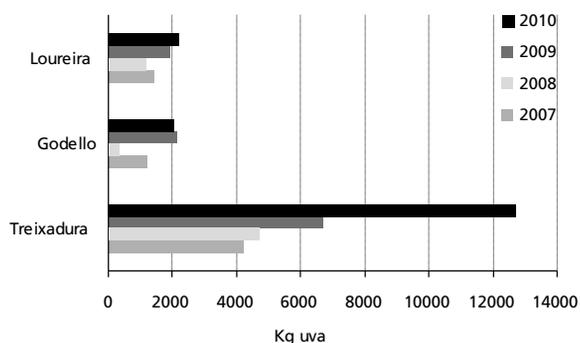


Figura 5. Kilogramos de uva de las variedades Treixadura, Godello y Loureira producidas durante los años de estudio. *Grape kilograms for Treixadura, Godello and Loureira varieties produced during the study years.*

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la producción media de granos de polen por antera durante los cuatro años de estudio ha sido más elevada en la variedad Treixadura, seguida de Godello y por último Loureira, y lo mismo ocurre con la cantidad de granos de polen por flor y por cepa, coincidiendo con estudios anteriores realizados en el mismo viñedo (ALBELDA, 2008). Tal como era de esperar aquellas variedades que produzcan más granos de polen en sus anteras también mostrarán mayor cantidad de granos de polen/flor, ya que el número de anteras/flor es constante, sin embargo dicha supremacía no tendría que haberse mantenido obligatoriamente en relación a la cantidad de granos de polen/cepa, ya que el número de racimos y su densidad floral es

diferente según la variedad. De hecho un estudio fenológico llevado a cabo de forma paralela a este trabajo (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2007), ha puesto de manifiesto que el número medio de racimos/cepa ha sido superior en la variedad Godello, sin embargo el número de ramificaciones terciarias por cepa (y por tanto el número de flores), ha sido mayor en Treixadura, variedad caracterizada por racimos de mayor tamaño que las otras dos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos. Tal como se constata en este estudio, la producción de granos de polen de cada variedad ha sido diferente en los distintos años, así la variedad Treixadura produjo una mayor cantidad de granos de polen en el año 2010, Godello en 2009 y Loureira en 2008. Por otra parte, la cantidad de granos de polen de *Vitis* en el aire ha sido baja (notablemente inferior en el año 2010), en buena medida justificada por la propia morfología floral y por su tipo de polinización.

Los estudios de producción de granos de polen en vid no son muy frecuentes. KELEN & DEMIRTAS (2003) señalan para las variedades turcas Siyad genere y Razaki una producción del orden de 1500 granos de polen/antera y entre 3000-9000 granos de polen/flor, en cualquier caso muy inferiores incluso a los valores obtenidos para Loureira, la variedad de menor producción polínica del Ribeiro. La capacidad productiva de granos de polen de una determinada especie, depende de su genética y fisiología, pero el clima también ejerce un efecto importante, tanto en la producción como en la dispersión de los granos, pues influye en la dehiscencia de las anteras (STANLEY & LINSKENS, 1974; FORNACIARI *et al.*, 1997; GALÁN *et al.*, 2001).

Las condiciones meteorológicas de una determinada zona, en especial la temperatura, la precipitación y el fotoperíodo, repercuten tanto en la fenología de la vid como en las enfermedades fúngicas que puedan afectarles (SANTOS *et al.*, 2011) y sus variaciones pueden explicar el desigual comportamiento de una misma variedad en distintas localidades y modificar su secuencia fenológica de un año a otro. En Cenlle, durante el periodo de estudio, las temperaturas máximas más elevadas se concentraron en los meses de julio y agosto de 2009 y 2010 (con promedios mensuales superiores a los 31 °C), los valores de temperatura mínima más bajos se registraron en el mes de marzo de 2009 y

las precipitaciones fueron más elevadas, tanto en cantidad como en número de días de lluvia, en el mes de mayo de 2008 que además registró el valor más bajo de temperatura máxima (20,4°C). Ambas condiciones se relacionan con el elevado índice de corrimiento que presentaron las tres variedades de vid analizadas en el año 2008 y en la menor producción de uva en dicho año.

Para evaluar cual de las tres variedades necesita realizar un mayor esfuerzo reproductivo para garantizar una óptima reproducción, se ha tenido en cuenta el índice de corrimiento de la totalidad de los años de estudio. Éste ha sido mayor en la variedad Treixadura seguida de Loureira y Godello, de lo que se deduce que la variedad Treixadura necesitaría formar mayor cantidad de granos de polen por antera y flores por cepa ya que la mitad de las flores que produzca no van a ser fecundadas. Por el contrario la variedad Godello, presenta la eficacia de fecundación más elevada, ya que hasta un 79 % de sus flores, se convierten en fruto.

Si se relacionan los resultados obtenidos sobre el índice de corrimiento y la producción de uva cosechada de cada una de las variedades de vid estudiadas, se observa que el menor índice de corrimiento medio para la variedad Treixadura registrado en el año 2010 (37 %), coincide con el mayor número de kilos de uva recolectados (12743), al igual que ocurre con la variedad Loureira que en dicho año tuvo su índice de corrimiento más bajo (24 %) y la mayor cosecha (2200 kg). En la variedad Godello no se ha encontrado esta misma relación, sino la contraria, es decir el año en el que se registra un mayor índice de corrimiento medio ha sido 2008, con el 43 % y coincide con la menor cosecha en todo el periodo de estudio para esta variedad (296 kg).

Con los datos aportados en este trabajo se pone de manifiesto la importancia de los estudios de producción y dispersión de granos de polen de vid y su relación con el rendimiento de las cosechas, aunque será necesario continuar el estudio en años sucesivos para poder utilizar estas variables como herramientas en la predicción de la producción final de uva. Algunos avances sobre este aspecto ya han sido publicados recientemente en relación al cultivo de la variedad Godello (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto de investigación PGIDIT07PX-IB2000076PR financiado por la Xunta de Galicia. Agradecer también a D. Argimiro Levosó y Dña. Susana Gulín, gerente y directora respectivamente, del Departamento de Viticultura de la Cooperativa Vitivinícola del Ribeiro, su colaboración en el estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBELDA, Y. (2008). *Aplicación de la fenología y aerobiología al cultivo de la vid (Vitis vinifera L.)*. Tesis de Doctorado. Universidad de Vigo.
- BESSELET, B. & COUR, P. (1990). La prévision de la production viticole à l'aide de la technique de dosage pollinique de l'atmosphère. *Bulletin de l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin*, 63:721-740.
- BLANCO-WARD, D., GARCÍA, J.M. & JONES, G.V. (2007). Spatial climate variability and viticulture in the Miño River Valley of Spain. *Vitis*, 46(2):63-70.
- CALLEJAS, R., GALLEGUILLOS, T.M. & BENAVIDES, C.Z. (2004). *Pérdidas de producción por fallos en la fecundación, competencia y anormal desarrollo de las bayas en vid vinífera*. Centro de Estudio de la vid, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 10pp.
- CANAU, P., GONZÁLEZ, F.J., MORALES, J. & TOMÁS, C. (1998). Forecasting olive (*Olea europaea*) crop production by monitoring airborne pollen. *Aerobiologia*, 14:241-256.
- CRUDEN, R.W. (1977). Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31: 32-46.
- CHÁVEZ, W. & ARATA, A. (2004). *Control de plagas y enfermedades en el cultivo de la vid*. Centro de Estudios y Promoción del desarrollo (Perú), 30 pp.
- DÍAZ, M.R. (1999). *Aplicación de la Aerobiología en la agricultura. Control de enfermedades fúngicas y producción de Vitis vinifera*. Tesis de Doctorado. Universidad de Vigo.
- EYNARD, I. & DALMASSO, G. (1990). *Viticultura moderna*. Hoepli. Milán. 282 pp.

- 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.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M., RODRÍGUEZ-RAJO, F.J., JATO, V. & AIRA, M.J. (2009). Incidence of fungals in a vineyard of the denomination of origin Ribeiro (Ourense- NW Spain). *Annales of Agricultural and Environmental Medicine*, 16: 263-271.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M., ESCUREDO, O.; RODRÍGUEZ-RAJO, F.J.; AIRA, M.J. & JATO, V. (2011). Prediction of grape production by grapevine cultivar Godello in North-West Spain. *Journal of Agricultural Science*, 149: 725-736.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M., RODRÍGUEZ-RAJO, F.J., JATO, V., AIRA, M.J., RIBEIRO, H., OLIVEIRA, M. & ABREU, I. (2012). Forecasting ARIMA models for atmospheric vineyear pathogens in Galicia and Northern Portugal: *Botrytis cinerea* spores. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 19(2): 169-176.
- FERRERO, R. (1983). *Viticultura moderna*. Uruguay. Hemisferio Sur. Montevideo. 990 pp.
- FORNACIARI, M. & ROMANO, B. (1995). Contributo alla previsione di raccolta per vite ed olivo in tre siti di campionamento. *Annali della Facolta di Agraria*, Perugia, 49: 137-155.
- FORNACIARI, M., PIPERONI, L., CIUCHI, P. & ROMANO, B. (1997). A statistical model for correlated airborne pollen grains (*Olea europaea* L.) with some meteorological parameters. *Mediterranean Agriculture*, 127: 134-137.
- GALÁN, C., CARIÑANOS, P., GARCÍA-MOZO, H., ALCÁZAR, P. & DOMÍNGUEZ, E. (2001). Model for forecasting *Olea europaea* L. airborne pollen in South-West Andalucía, Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45: 59-63.
- GALÁN, C., VÁZQUEZ, L., GARCÍA-MOZO, H. & DOMÍNGUEZ, E. (2004). Forecasting olive (*Olea europaea*) crop yield based on pollen emission. *Field Crops Research*, 86:43-51.
- GALÁN, C., CARIÑANOS, P., ALCÁZAR, P. & DOMÍNGUEZ, E. (2007). *Manual de Calidad y Gestión de la Red Española de Aerobiología*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba. 61 pp.
- GU, S., LOMBARD, P. & PRICE, S. (1996). Effect of shanding and nitrogen source on growth, tissue ammonium and nitrate status and inflorescence necrosis in Pinot noir grapevine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 47: 173-180.
- HARDIE, W. & CONSIDINE, J. (1976). Response of grapes to water deficit stress in particular stages of development. *American Journal of Enology and Viticulture*, 27: 55-61.
- HIDALGO, L. (2002). Tratado de Viticultura general. Mundi Prensa. Madrid. 983 pp.
- 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, París. 370 pp.
- KELEN, M., SUTYEMEZ, M., VEÍAN, O. & YALINKILIÇ, A. (1996). A study on fertilization biology of some grape varieties. *Acta Horticulturae*, 441: 325-329.
- KELEN, M. & DEMIRTAS, I. (2003). Pollen viability, germination capability and pollen production level of some grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 25: 229-233.
- KIMURA, P.H., OKAMOTO, G. & HIRANO, K. (1998). The mode of pollination and stigma receptivity in *Vitis coignetiae* Pulliat. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49: 1-5.
- SALAZAR, D. & MELGAREJO, P. (2005). *Viticultura. Técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos*. Mundi Prensa. Madrid, 325 pp.
- SANTOS, J.A., MALHEIRO, A.C., KARREMAN, M.K. & PINTO, J.G. (2011). Statistical modelling of grapevine yield in the Port wine region under present and future climate conditions. *International Journal of Biometeorology*, 55: 119-131.
- STANLEY, R.G. & LINSKENS, H.F. (1974). *Pollen Biology, Biochemistry, Management*. Springer, Berlin/Heidelberg/New York. 324 pp.