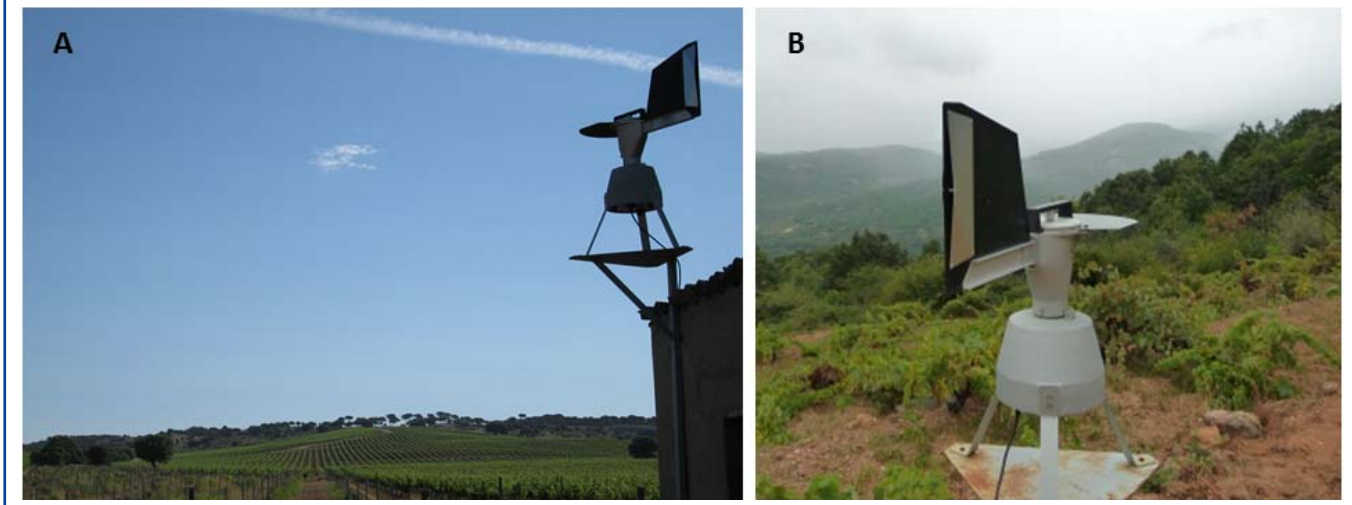




Figura 1. Fotografías del emplazamiento de los captadores en Bodegas y Viñedos Fernández Rivera, D.O. Tierra del Vino de Zamora (A) y Viñas del Cámbrico, Vino de Calidad Sierra de Salamanca (B).



# APLICACIONES DE LA AEROBIOLOGÍA EN EL CULTIVO DE LA VID

David Rodríguez de la Cruz<sup>1</sup>, Alberto Martín Baz<sup>2</sup>, Estefanía Sánchez Reyes<sup>1</sup> y José Sánchez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Grupo de Palinología y Conservación Vegetal (GPCV) – Departamento de Botánica y Centro Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (C.I.A.L.E), Universidad de Salamanca, Campus de Villamayor, C/ Río Duero N°12, C.P. 37185 Villamayor (Salamanca). [droc@usal.es](mailto:droc@usal.es)

<sup>2</sup>Viñas del Cámbrico, S. A. C/ Arcediano N°8, C. P. 37008 Salamanca. [alberto@cambrico.com](mailto:alberto@cambrico.com)

## INTRODUCCIÓN

La aerobiología es una ciencia muy reciente, definida como tal a mediados del siglo XX, que trata del estudio de la liberación, retención, dispersión, transporte, deposición e incidencia en la atmósfera de granos de polen, esporas y otros microorganismos aerovagantes, así como de partículas de origen no biológico. En su devenir histórico ha desempeñado un papel importante en disciplinas del ámbito biosanitario, debido a los procesos alérgicos desencadenados por partículas biológicas, aunque en el transcurso de los últimos años, la aerobiología se ha vinculado a un amplio abanico de campos de investigación, que van desde la medicina forense hasta la meteorología y su deriva ambiental, en lo que se conoce como calentamiento global o cambio climático. No obstante, en los diversos aspectos que engloba la agricultura, conviene destacar la utilidad de esta ciencia en la predicción de cosechas y en la posible

relación entre la producción de polen previa y la producción vegetal agrícola, principalmente para la vid y el olivo en el área mediterránea, así como en trabajos asociados a enfermedades vegetales, y en especial, en el control de plagas fúngicas.

## PREDICCIÓN DE COSECHA

El rendimiento de la vendimia es un aspecto en notable desarrollo a través de los últimos años por diversos factores, entre los que puede destacarse la meteorología y otra serie de elementos vinculados a la misma. En el caso de la aerobiología, conviene destacar dos puntos fundamentales, íntimamente relacionados, como son la fenología y la productividad agrícola, entendiéndose el primero de ellos como la ciencia que estudia la relación entre los factores meteorológicos y los ciclos de los seres vivos. De forma más concreta, en las plantas, analiza los eventos periódicos naturales involucrados en su vida y los cambios visibles que ello comporta, pudiéndose definir, como en el caso de la vid, una serie de fases, como la floración o el desarrollo del fruto, denominadas como fases o estados fenológicos. Para definir estos estados existen varias propuestas que varían desde la más antigua (Baggiolini, 1952), que definía 10 estados, hasta la adopción de escala BBCH propuesta para ▶▶▶



►►► todo tipo de cultivos por Lancashire y colaboradores (1991), en la vid (Bloesch y Viret, 2008), donde se especifican 100 fases. En España

existen pocos trabajos acerca de la fenología de diferentes variedades autóctonas (Fernández y col., 2008; Girona y col., 2009) o foráneas (Cabello, 1997). Dentro de todos los estudios y consideraciones realizadas a nivel internacional, conviene destacar a Jones y colaboradores (2005), ya que, de forma sintética y general, muestra una tendencia al adelanto en las fases fenológicas más tempranas de la vid como consecuencia de un aumento global de la temperatura media, y una consiguiente extensión de su cultivo en zonas no propicias para el mismo además de un incremento en la calidad de los mismos (Jones, 2007). Asimismo, en el sur y el noreste de la península Ibérica se observan efectos similares como consecuencia del cambio climático (Ramos y col., 2008; García-Mozo y col., 2010). Por otro lado, y refrendando la estrecha relación ya comentada, la recogida de fechas de vendimia en Borgoña (Francia) desde 1370 hasta 2003 permitió evaluar las temperaturas de primavera y verano en esa región (Chuine y col., 2004), siendo por tanto un parámetro válido para la reconstrucción de condiciones meteorológicas, e incluso climáticas, en el pasado. La realización de estudios fenológicos está unida a la selección de un buen número de cepas de cada variedad, así como a un seguimiento exhaustivo que en la fase de floración puede comportar varias visitas semanales al viñedo. Por lo tanto, este tipo de trabajos tienen una clara utilidad, pues conociendo los estados fenológicos en función de una escala estandarizada durante varios años, pueden comprobarse diferencias entre variedades de uva diferentes, y así configurar diversos tipos de usos y tratamientos para las mismas, incluyendo también una óptima temporalización para la vendimia.

La producción de polen es un aspecto vinculado a la aerobiología que se antoja como relevante a la hora de evaluar la posible producción de uva y, que, como se ha comentado, tiene una evidente relación con las condiciones meteorológicas y, de forma consiguiente, con la propia fenología de la vid. De hecho, los trabajos de fenología deben incluir este tipo de estudios, tomando de los primeros la mitad de las cepas analizadas y conociendo el número de granos de polen por antera (parte de final de los filamentos de la flor con un color

**Tabla 1. Estación Polínica Atmosférica (EPA) de granos de polen de vid en dos viñedos diferentes.**

	Inicio	Fin	Duración (días)	Valor máximo (granos/m <sup>3</sup> )	Valor máximo (día)	PRE (días)
<b>Fernández Rivera<sup>1</sup></b>	18 mayo	18 junio	32	87	28 mayo	11
<b>Cámbrico<sup>2</sup></b>	12 mayo	29 junio	49	6	27 mayo	16

PRE: Período entre la fecha de inicio y el valor máximo diario. <sup>1</sup> Año 2009. <sup>2</sup> Media de los años 2011 y 2012.

verduzco-amarillento), flor (es hermafrodita, como en muchas otras especies vegetales, presentando una parte masculina y una parte femenina), racimo y cepa, según diversas metodologías ya establecidas (Cruden 1977; Eti 1990). El grano de polen contiene la parte masculina fértil de la planta y ha de llegar hasta la parte femenina para asegurar una fecundación eficaz de la misma y la formación de uvas, utilizando tres mecanismos (Kelen y col., 1996): la autofecundación (la parte masculina de una flor fecunda a la parte femenina de la misma flor), la dispersión de los granos de polen a través del viento (conocida como anemogamia), y el transporte a través de insectos (entomogamia). De forma general, debido a la baja producción de néctar, y una morfología floral singular, los dos últimos mecanismos son los menos extendidos, si bien en algunos casos existen procesos de autoincompatibilidad que impiden la autofecundación, haciendo, por tanto, que la dispersión a través de insectos o del viento sea precisa para formar frutos. En cualquier caso, una fecundación deficiente puede llevar a racimos con escaso número de uvas o con tamaños muy diferentes, debido al conocido fenómeno del corrimiento (Callejas y col., 2004), que presenta, a su vez, causas dispares como enfermedades fúngicas, víricas, presencia de algún elemento tóxico o incluso carencias de algún elemento esencial en el suelo. Este acontecimiento fenológico y reproductivo se considera la realizar este tipo de estudios, viendo el número de flores no fecundadas y calculando el índice de corrimiento (IC) a través de una fórmula matemática sencilla:  $IC = [(n^\circ \text{flores} - n^\circ \text{uvas}) / (n^\circ \text{flores})] * 100$ . De forma más concreta, se ha comprobado que el número de granos de polen producidos así como la capacidad de fecundación en cada variedad es diferente (Kelen y Demirtas, 2003), al igual que se ha demostrado que un mayor índice de corrimiento se corresponde con una menor producción de uva y una cosecha menor en cantidades totales (Fernández-González y col., 2013).

La confluencia de todos estos aspectos comentados a lo largo de un buen número de años puede llevar al establecimiento de modelos de predicción efectivos para la producción de uva en una variedad específica (Fernández-González y col., 2011), aunque su efi- ►►►



►►► ciencia sería mayor si se tuviera también en cuenta la influencia negativa de diversas enfermedades fúngicas en dicha producción.

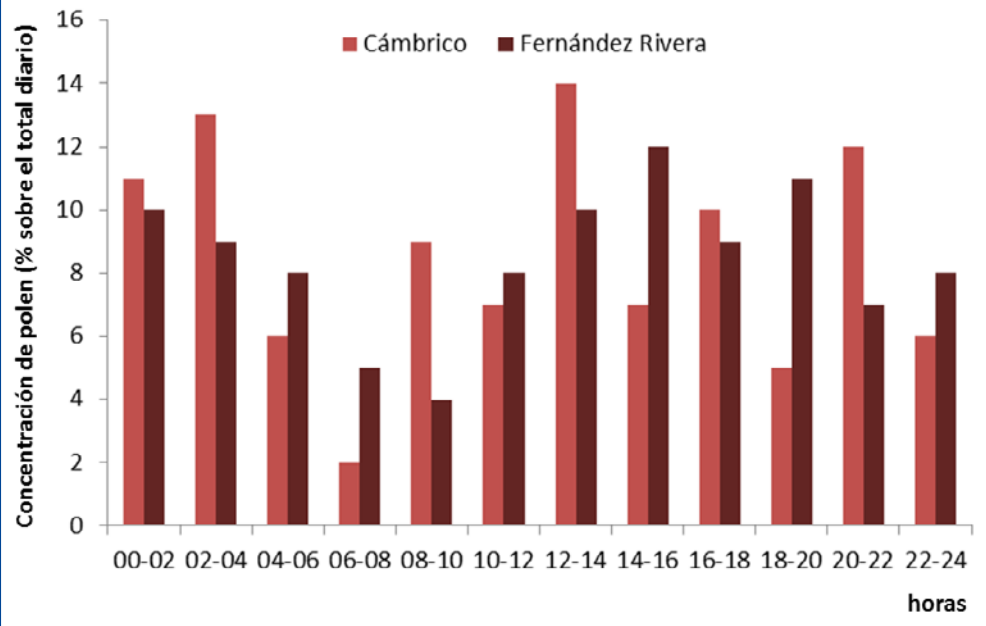
### INCIDENCIA DE ENFERMEDADES VEGETALES

Las diferentes patologías que afectan a diversas partes de la vid son en su mayoría producidas por especies incluidas dentro del amplio grupo de los hongos que, a grandes rasgos, dispersan sus estructuras reproductoras a través del viento, permitiendo así que las técnicas relacionadas con

la aerobiología sean unas de las más adecuadas para su estudio, como viene haciéndose desde mediados del siglo pasado (Stakman y Christensen, 1946). Dentro de todas estas enfermedades fúngicas podríamos destacar *Botrytis* causada por *Botrytis cinerea* Pers., el mildiu, cuyo agente causal es *Plasmopara viticola* (Berk. & M.A. Curtis) Berl. & De Toni, ambas parásitas de partes verdes de la vid, así como el oidio, producida por *Erysiphe necator* Schwein., y que parasita a órganos verdes. En los últimos años conviene reseñar un aumento en la incidencia de hongos que afectan a la parte interna del tronco (Agustí-Brisach y col., 2013), en las conocidas como enfermedades de la madera, como la enfermedad de Petri, el pie negro de la vid y el brazo negro muerto, causadas por un buen número de especies de hongos.

La toma de datos en aerobiología se realiza principalmente a través de un aparato eléctrico de bajo consumo, llamado captador de polen y esporas, con una pequeña bomba que le permite aspirar un volumen de aire conocido y que coincide con el volumen medio de inspiración humana (10 litros/minuto), y un mecanismo de relojería al que se acopla un tambor circular que gira con una velocidad de 2 mm/hora, y cuyas dimensiones permiten una autonomía de, como máximo, una semana entre la recogida de muestras (Figura 1). La recogida de muestras implica retirar una cinta transparente impregnada de una sustancia adhesiva que facilita la adhesión a la misma, así como la posterior división de la misma para la obtención de concentraciones horarias, diarias y semanales de granos de polen y esporas (en granos de polen o esporas por

Figura 2. Variación intradiurna de los granos de polen de vid en Bodegas y Viñedos Fernández (año 2009), y en Viñas del Cámbrico (años 2011-2012).



metro cúbico de aire) tras una preparación previa y el consiguiente visionado con un microscopio óptico. Esta metodología (Galán y col., 2007) se encuentra estandarizada por la Registro Aerobiológico de Castilla y León (RACyL), inserto dentro Red Española de Aerobiología (REA), integrada a su vez en varias redes europeas, de modo que los datos obtenidos son comparables con los de otras zonas del continente.

Las concentraciones de esporas en la atmósfera son un indicador biológico del ciclo fenológico de los patógenos, tal y como se ha visto en el caso de la enfermedad causada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers., donde se estableció una correlación positiva entre las estructuras de origen fúngico y las lesiones en planta aparecidas una semana después (Carisse y col., 2008). Así pues, la utilización de datos aerobiológicos se revela tan útil como el uso de datos de diversos parámetros meteorológicos, principalmente la humedad relativa y la temperatura de rocío, para la detección de infecciones en sus fases iniciales, de modo que cuando se supere un umbral de concentraciones de esporas, éstos puedan servir como alerta siempre y cuando las condiciones meteorológicas sean favorables para los organismos fúngicos (Bugiani y col., 1995). Generalmente la estrategia seguida para reducir el impacto de este tipo de organismos ha sido el uso de fungicidas químicos según una serie de calendarios preestablecidos o bien cuando las manifestaciones patológicas en la planta eran ya evidentes. Sin embargo, estos tratamientos generan una serie de residuos químicos que reducen la calidad de los vinos obtenidos por lo que resulta muy interesante poder establecer ►►►



►►► modelos predictivos de estos patógenos en los viñedos (Aira y col., 2009). En los últimos años se han elaborado este tipo de modelos combinando datos aerobiológicos (que muestran las concentraciones de estructuras fúngicas en la atmósfera), fenológicos y meteorológicos, mostrando en algunos casos un mayor grado de fiabilidad si las concentraciones de esporas eran incluidas como estimadores (Fernández-González y col., 2009). Asimismo se ha constatado gracias al conocimiento de niveles de esporas y estructuras reproductoras de hongos en la atmósfera que la sustitución en áreas secas mediterráneas de riego suave por lluvia fina por riego continuo o incluso lluvia más densa, favorece la presencia de estos elementos fúngicos en la atmósfera y un consiguiente mayor riesgo de desarrollo de enfermedades (Fitt y col., 1989).

## APUNTES AEROBIOLÓGICOS DE LA VID EN DOS VIÑEDOS DE CASTILLA Y LEÓN

El Grupo de Palinología y Conservación Vegetal (GPCV) inserto dentro del Centro Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE) de la Universidad de Salamanca ha realizado estudios previos sobre el contenido de polen de vid en dos bodegas de Castilla y León a lo largo de los últimos años. La primera de ellas, Bodega y Viñedos Fernández Rivera, perteneciente a la D.O. Tierra del Vino de Zamora, en el término municipal de Vadillo de la Guareña (Zamora), presenta una extensión de 100 hectáreas de la cv. Tempranillo. La segunda, Viñas del Cámbrico, inmersa en la figura "Vino de Calidad Sierra de Salamanca" e incluida dentro de la Reserva de la Biosfera "Sierras de Francia y Béjar", tiene una extensión de 15 hectáreas repartidas por diferentes parcelas aterrazadas en el término municipal de Villanueva del Conde (Salamanca), de las cv. Tempranillo, Palomino, Garnacha, Rufete y Rufete Blanco, estas dos últimas autóctonas del centro-oeste ibérico y de la Sierra de Francia, respectivamente. En ambos casos se emplazó un captador volumétrico siguiendo la metodología ya comentada (Fig.1), si bien el período de muestreo fue diferente, pues abarcó el año 2009 en el primer caso y los años 2011 y 2012 en el segundo, tal y como muestran trabajos previos (Rodríguez y col., 2010; Sánchez y col., 2010).

La suma de las concentraciones diarias de polen de vid fue variable, pasando de los 714 en Vadillo de la Guareña a los 99 y 17 de Viñas del Cámbrico, durante los años ya señalados. Esta gran diferencia pudo deberse, no sólo a los condicionantes meteorológicos de cada uno de los años analizados sino también a las diferencias en la extensión y configuración de ambas bodegas, con una

**Tabla 2. Coeficientes de correlación de Spearman entre las concentraciones de polen de vid y diferentes parámetros meteorológicos.**

	EPA	PRE	POST	Período
<b>Tmed</b>	-,137	<b>,618*</b>	-,293	<b>-,257*</b>
<b>Tmax</b>	-,136	,464	-,295	-,230
<b>Tmin</b>	-,310	,355	<b>-,694**</b>	<b>-,320**</b>
<b>Prec</b>	-,093	,256	-,233	,249*
<b>HR</b>	-,347	-,296	-,353	,055
<b>Insolación</b>	,130	-,150	,270	-,233

Tmed: temperatura media diaria (°C). Tmax: temperatura máxima diaria (°C). Tmin: temperatura mínima diaria (°C). Prec: precipitación total diaria (mm). HR: media diaria de la humedad relativa (%). Insolación: insolación total diaria (horas). EPA: Estación polínica atmosférica. PRE: periodo prepico. POST: periodo postpico. Niveles de significación: \*, 95%; \*\*, 99%. En **negrita** resultados estadísticamente significativos

extensión más amplia y casi lineal en el primer caso, en contraposición a unos terrenos más divididos situados en terrenos en terraza sobre las laderas de valles del sur de la provincia de Salamanca. Para valorar la incidencia temporal de los granos de polen de vid en el aire se tiene en cuenta el término "Estación Polínica Atmosférica" (EPA), que hace referencia al tiempo principal en el que éstos están presentes en la atmósfera (Jato y col., 2006), y que denota el tiempo de floración del viñedo. En todo caso, debe señalarse que las diferentes variedades de vid son indiferenciables desde el punto de vista polínico, con un único tipo polínico *Vitis vinifera* (Fernández, 1987), por lo que estos datos atmosféricos y fenológicos se extienden a todas las variedades presentes en un determinado viñedo y a una determinada área de influencia.

La Tabla 1 muestra que la presencia de granos de polen en el viñedo perteneciente a Viñas del Cámbrico se prolongó durante más tiempo que en el emplazado en Vadillo de la Guareña, probablemente debido a las diferentes variedades presentes junto a las peculiaridades discontinuas en su disposición física, algo que pudo también influir en presentar unos valores máximos mucho más bajos que el primer viñedo estudiado junto a una menor extensión del mismo. Las diferencias climáticas de ambas zonas, según datos generales proporcionados por el Sistema de Información Agrario (SIGA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para los términos municipales ya referidos, con una temperatura media y precipitaciones totales anuales mayores en Villanueva del Conde (14,4°C y 1103 mm) que en Vadillo de la Guareña (12°C y 361 mm), también podrían tener influencia en un ►►►



►►► inicio de floración más temprana.

Todos estos condicionantes también pudieron influir en la dinámica horaria adoptada por los granos de polen en la atmósfera (Fig.2), pues tomando como objeto la EPA en ambos casos, puede observarse una distribución más irregular en el caso de Villanueva del Conde que para las cepas presentes en Fernández Rivera, con mayor presencia en las horas centrales del día. Así pues, la mayor distancia entre los diferentes terrenos en bancal destinados al cultivo de la vid en la Sierra de Francia al captador podría causar una llegada más variable de granos de polen al captador a lo largo de las diferentes horas del día.

Por último, en Bodegas y Viñedos Fernández se realizó una correlación entre los datos aerobiológicos obtenidos y los datos procedentes de una estación meteorológica emplazada en dichos viñedos, que mostró una influencia positiva de las precipitaciones y una influencia negativa de las temperaturas medias y las temperaturas mínimas (Tabla 2), si bien, como en el caso de los apartados anteriores, serían necesarios un mayor número de años de estudio de cara al establecimiento de conclusiones más fiables.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean reconocer el apoyo de Viñas del Cámbrico, S.L. y de Bodega y Viñedos Fernández Rivera, S.L., así como al Grupo del Grupo de Recursos Hídricos del CIALE-Universidad de Salamanca, por la cesión de los datos meteorológicos en Vadillo de la Guareña (Zamora). Asimismo dan las gracias a María Rosa Rogado García, Silvia Sánchez Durán y Lara María Julián Campano por la lectura de muestras procedentes de ambos viñedos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agustí-Brisach C, Gramaje D, Armengol J, García-Jiménez J. 2013. Hongos de la madera en planta joven de vid: situación actual y estrategias para su control. *Tierras de Castilla y León* 202: 108-113.
- Aira MJ, Fernández-González M, Rodríguez-Rajo FJ, Jato V. 2009. Modelo de predicción para *Botrytis cinerea* en un viñedo de Galicia (España). *Boletín Micológico* 24: 27-35.
- Baggiolini M. 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture et d'Arboriculture* 8 (1): 4-6.
- Bloesch B, Viret O. 2008. Stades phénologiques repères de la vigne. *Revue Photographies: Giorgio Skory suisse Vitic. Arboric. Hort.* 40 (6): I-IV.
- Bugiani R, Govoni P, Bottazi R, Giannico P, Montini B, Pozza M. 1995. Monitoring airborne concentrations of sporangia of *Phytophthora infestans* in relation to tomato late blight in Emilia Romagna, Italy. *Aerobiologia* 11: 41-46.
- Cabello F, Muñoz G, Ortiz JM. (1997). Fenología de las variedades de vid cultivadas en la comunidad de Madrid y de algunas variedades extrajeras de calidad. *Vit. Enol. Prof.* 48: 8-16.
- Callejas R, Galleguillos TM, Benavides CZ. 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. 10 pp.
- Carisse O, Savary S, Willocquet L. 2008. Spatiotemporal relationships between disease development and airborne inoculums in unmanaged and managed *Botrytis* leaf blight epidemics. *Phytopathology* 98(1): 38-44.
- Cruden RW. 1977. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31: 32-46.
- Chuine I, Yiou P, Viovy N, Seguin B, Daux V, Le Roy Ladurie E. 2004. Historical phenology: grape ripening as a past climate indicator. *Nature* 432: 289-290.
- Eti S. 1990. A practical method in used determination pollen production level. *J. Agric. Fac. Of Cukorova Univ.* 5: 49-58.
- Lancashire PD, Bleiholder H, Van Den Boom T, Langelüddeke P, Stauss R, Weber E, Witzemberger A. 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 119: 561-601.
- Fernández I. Vitaceae. 1987. pp. 220-221. En: Valdés B, Díez MJ, Fernández I (eds.). *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Instituto de Desarrollo Regional nº 43, Universidad de Sevilla, Excoma. Diputación de Cádiz.
- Fernández González M, Rodríguez Rajo FJ, Aira Rodríguez MJ, Jato Rodríguez MV. 2008. Fenología de la variedad Treixadura cultivada en la Denominación de Origen Ribeiro (Ourense-España) durante el año 2008. *Polen* 17: 23-28.
- Fernández-González M, Bara A, Escudero O, Rodríguez-Rajo FJ. 2013. Estudio de la producción polínica en tres variedades de *Vitis vinífera* L. y su influencia en la cosecha de uva. *NACC* 20: 11-19.
- Fernández-González M, Escudero O, Rodríguez-Rajo FJ, Aira MJ, Jato V. 2011. Prediction of grape production by grapevine cultivar Godello in North-West Spain. *J. Agric. Sci.* 149: 725-736.
- Fernández-González M, Rodríguez-Rajo FJ, Jato V, Aira MJ. 2009. Incidence of fungal spores in a vineyard of the denomination of origin Ribeiro (Ourense - NW Spain). *Ann. Agric. Environ. Med.* 16: 263-271.
- Fitt BDL, McCartney HA, Walklate PJ. 1989. The role of rain in dispersal of pathogen inoculums. *Annu Rev Phytopathol* 27: 241-270.
- Galán C, Cariñanos P, Alcázar P, Domínguez E. 2007. *Spanish Aerobiology Network (REA): Management and Quality Manual*. Publication Service. University of Córdoba.
- García-Mozo H, Mestre A, Galán C. 2010. Phenological trends in southern Spain: A response to climate change. *Agr. Forest Meteorol.* 150: 575-580.
- Girona J, Marsal J, Mata M, Del Campo J, Basile B. 2009. Phenological sensitivity of berry growth and composition of Tempranillo grapevines (*Vitis vinífera* L.) to water stress. *Aust. J. Grape Wine Res.* 15: 268-277.
- Jato V, Rodríguez-Rajo FJ, Alcázar P, De Nuntiis P, Galán C, Mandrioli P. 2006. May the definition of pollen season influence aerobiological results?. *Aerobiologia* 22: 13-25.
- Jones GV. 2007. Climate change: observations, projections, and general implications for viticulture and wine production. *Practical Winery & Vineyard*: 44-64.
- Jones GV, Duchene E, Tomasi D, Yuste J, Braslavksa O, Schultz H, Martínez C, Boso S, Langellier F, Perruchot C, Guimberteau G. 2005. Changes in European Winegrape Phenology and Relationships with Climate. *GESCO 2005*.
- Kelen M, Sutyemez M, Veían O, Yalinkiliç A. 1996. A study on fertilization biology of some grape varieties. *Acta Hort.* 441: 325-329.
- Kelen M, Demirtas I. 2003. Pollen viability, germination capability and pollen production level of some grape varieties (*Vitis vinífera* L.). *Acta Physiol. Plant.* 25(3): 229-233.
- Ramos MC, Jones GV, Martínez-Casasnovas JA. 2008. Structure and trends in climate parameters affecting winegrape production in northeast Spain. *Clim. Res.* 38: 1-15.
- Rodríguez de la Cruz D, Sánchez Reyes E, Julián Campano LM, Martín Baz A, Sánchez J. 2010. Primeros registros aerobiológicos en la Reserva de la Biosfera "Sierras de Francia y Béjar" (Centro-Oeste de la Península Ibérica). *Stud. bot.* 29: 157-166.
- Sánchez Durán S, García Rogado MR, Sánchez Reyes E, Rodríguez de la Cruz D, Sánchez Sánchez J. 2010. Estudio aeropalínológico de *Vitis vinífera* L. en la zona de Toro (España) y su relación con los parámetros meteorológicos. *Palinología Fundamental y Aplicada. XVII International Symposium APLE*: 19.
- Stakman EC, Christensen CM. 1946. Aerobiology in relation to plant disease. *Bot. Rev.* 12: 205-253.