

## **Predicciones climáticas estacionales para la gestión del cultivo de la vid**

A. Soret<sup>1</sup>, M. Turco<sup>1</sup>, M. Terrado<sup>1</sup> y F. Doblas-Reyes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Barcelona Supercomputing Center (BSC), Barcelona, Spain

<sup>2</sup>Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)

### **Resumen**

**Disponer de predicciones del clima para el periodo vegetativo de la vid puede proporcionar información útil a los viticultores para la gestión del cultivo, y es que cuanto antes se pueda planificar la toma de decisiones, antes se podrán limitar los efectos de eventos meteorológicos inesperados. Las predicciones climáticas estacionales pueden proporcionar un pronóstico que coincida con el periodo vegetativo para los próximos meses o estaciones. No obstante, debido a la naturaleza probabilista de las predicciones climáticas estacionales, su utilización en la toma de decisiones presenta algunos retos. En este trabajo se han confrontado dos metodologías distintas: por un lado el uso de un sistema dinámico que permite simular la evolución del clima en un periodo futuro, las predicciones climáticas estacionales, y por el otro, asumir que lo que ha pasado en los años previos será representativo del siguiente año, estimación basada en climatologías. El objetivo de este trabajo es potenciar la aplicabilidad de las predicciones climáticas estacionales adaptadas a las necesidades del sector vitivinícola y mostrar que suponen una mejora respecto a la metodología actual basada en el uso de climatologías. Los resultados muestran cómo las predicciones climáticas estacionales basadas en el sistema de predicción del Centro Europeo (ECMWF System 4) pueden ser utilizadas en los procesos de toma de decisiones para el sector vitivinícola en Europa, siendo especialmente útiles en el Sur del continente para aquellos indicadores derivados de la temperatura. Una importante conclusión del trabajo es que, a fin de asegurar la aplicabilidad de las predicciones climáticas estacionales al sector, es importante la relación directa con los usuarios para identificar sus necesidades de información climática. En este proceso se identifica la motivación de la decisión a adoptar, el contexto espacial y temporal, o el mínimo nivel de calidad que debería tener una predicción para que represente un valor añadido para el usuario. Disponer de esta información permitirá generar predicciones que sean útiles para el sector vitivinícola.**

**Palabras clave:** servicios climáticos, agricultura, viticultura, gestión del cultivo.

### **INTRODUCCIÓN**

El sector agrícola es muy sensible a variaciones climáticas, especialmente de temperatura y precipitación. Por ejemplo, se ha observado que fenómenos climáticos como El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) tienen un importante impacto en la producción agrícola a nivel mundial (Iizumi et al., 2014). Como muchos otros cultivos, la vid es extremadamente sensible a las condiciones ambientales, y experimenta variaciones estacionales de producción mucho mayores que otros cultivos, como por ejemplo, los cereales (Chloupek et al., 2004).

Existen numerosos trabajos dirigidos a entender las necesidades de adaptación de los viticultores al cambio climático (por ejemplo: Barbeau et al., 2014). Neethling et al. (2016) realizaron entrevistas a 30 viticultores franceses con el objetivo de evaluar la vulnerabilidad del sector del vino al cambio climático y las posibles actuaciones de adaptación. Los resultados del estudio revelaron que la mayor prioridad se atribuyó a medidas de adaptación a escala mensual y estacional. La predicción de la variabilidad futura de las condiciones atmosféricas durante la temporada de cultivo de la vid puede proporcionar información útil a los usuarios para la gestión del cultivo (Fig. 1). Por ejemplo, ante la expectativa de tener un año excepcionalmente cálido, al viticultor le puede interesar mantener un cierto nivel de follaje para proteger la planta. Por otro lado, si el año se prevé excepcionalmente húmedo, y si económicamente le compensa, el viticultor puede llevar a cabo deshojados a fin de reducir la incidencia de enfermedades y ataques de hongos, o incluso planificar la adquisición de fungicidas con antelación. Cuanto antes el agricultor pueda planificar estas decisiones, antes se podrán gestionar y limitar los efectos de eventos inesperados.

Las predicciones climáticas representan la evolución futura del sistema climático (Fig. 1), cubriendo el rango temporal entre el pronóstico meteorológico a corto plazo (1-15 días) y las proyecciones climáticas (20-100 años). En concreto, el presente trabajo se centra en las predicciones climáticas estacionales, que proporcionan el pronóstico de las variables de interés para los próximos meses y estaciones. Comparten con las predicciones meteorológicas la dificultad de inicializar las simulaciones partiendo de un estado realista del sistema simulado, y también se ven afectadas por las incertidumbres en el conocimiento de los procesos relevantes del sistema tierra como sucede con las proyecciones climáticas. Las predicciones climáticas no permiten pronosticar en qué localización o qué día específico se va a alcanzar una temperatura máxima superior a un umbral determinado o una precipitación significativa. Su objetivo es predecir, de manera probabilista, las anomalías climáticas (diferencia observada en un lugar respecto a su normal climática) para los próximos meses y estaciones. Siguiendo con el ejemplo de la temperatura y la precipitación, las predicciones climáticas proporcionan información probabilística sobre si el próximo verano va a ser, por ejemplo, más, igual o menos cálido o más, igual o menos húmedo que los anteriores. Las fuentes de predictibilidad de las predicciones climáticas son los procesos que tienen lugar a escala global (por ejemplo, el ENSO) que evolucionan de manera más lenta que la atmósfera.

El objetivo del presente trabajo es mostrar la potencial aplicación de las predicciones climáticas estacionales de temperatura y precipitación basadas en el sistema de predicción del Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (ECMWF System 4; Molteni et al., 2011, en adelante: ECMWF S4) a la gestión del cultivo de la vid e identificar casos en que la utilización de predicciones climáticas estacionales supone una mejora respecto al uso de las climatologías.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

El presente trabajo resume la evaluación del sistema de predicción estacional ECMWF S4. Cada mes, el sistema ECMWF S4 proporciona el pronóstico a 7 meses. A fin de hacerlo coincidir con el inicio del ciclo vegetativo de la vid en la Península Ibérica, el presente trabajo se centra en el pronóstico inicializado en Abril. Se han utilizado las

predicciones climáticas estacionales de los últimos 30 años (1981-2010, predicciones para un periodo del pasado bajo las mismas condiciones que una predicción operativa) junto con las predicciones climáticas estacionales en modo pronóstico (simulación del periodo de estudio) para los años 2011-2014. Los resultados del pronóstico se han comparado con el reanálisis atmosférico ERA-Interim (Dee et al., 2011). Se ha trabajado con las variables temperatura y precipitación expresadas mediante los indicadores: temperatura promedio estacional (TMEAN) y precipitación promedio estacional (PREC). También se ha definido un indicador agro-climáticos para ilustrar el estrés térmico que sufre la vid: EDD (*Extreme-growing-Degree Days* en inglés), definido como el sumatorio de las temperaturas de los días con temperatura promedio  $\geq 30$  °C durante el periodo de crecimiento del cultivo. Para evaluar la calidad de las predicciones climáticas estacionales obtenidas se ha utilizado un estimador de uso común en meteorología conocido como *Fair Ranked Probability Skill Score* (RPSS; Ferro, 2014).

### RESULTADOS

La Fig. 2 (panel superior) muestra el RPSS para la simulación inicializada en Abril con el horizonte predictivo de los meses de Mayo a Agosto (predicciones con un mes de adelante). Los resultados para el indicador de temperatura (TMEAN) muestran como el sistema predice correctamente las observaciones en grandes zonas geográficas, especialmente en las zonas tropicales. También es importante resaltar que en latitudes medias, como por ejemplo Norteamérica y algunas regiones de Europa, el sistema también predice correctamente las observaciones. La precipitación (PREC) muestra cómo su mayor capacidad predictiva se localiza en las zonas tropicales. Dicha capacidad es probablemente debida a los eventos de ENSO, que es la mayor fuente de predictibilidad a escalas estacionales en grandes regiones, en particular en los trópicos (Doblas-Reyes et al., 2013).

La Fig. 2 (panel inferior) muestra la predictibilidad para el indicador EDD para el continente Europeo. Los resultados muestran que las simulaciones predicen correctamente las observaciones en algunas regiones en el Sur de Europa.

### DISCUSIÓN

Las predicciones climáticas utilizando el sistema ECMWF S4 pueden ser utilizadas en los procesos de toma de decisiones para el sector vitivinícola en ciertas regiones. De esta manera las predicciones climáticas estacionales podrían sustituir la práctica común de asumir que lo que ha pasado el año o los años previos es representativo de lo que puede ocurrir la futura temporada. En Europa, esto es especialmente cierto en el Sur del continente para aquellos indicadores derivados de la temperatura.

No obstante, a pesar de que las predicciones climáticas estacionales ofrecen un gran potencial de aplicación en el sector, hace falta una mayor interacción con los usuarios a fin de conocer qué tipo de información climática es útil para la toma de decisiones y en qué formato se puede utilizar para poder ofrecer información robusta y apoyo necesario en base a sus necesidades. Para este proceso es importante conocer aspectos como la motivación de la actuación, las escalas temporales y espaciales que son aceptables para una decisión específica, o el nivel mínimo de calidad de una predicción climática que el usuario está dispuesto a aceptar y cómo dicha calidad debe ser evaluada. En este contexto, proyectos

como SECTEUR (financiado por el programa europeo Copernicus) e HIATUS (financiado por el MINECO), que tienen por objetivo entender las necesidades del sector vitivinícola y definir propuestas para la aplicación de las predicciones climáticas en dicho sector podrían jugar un papel clave.

### Referencias

- Barbeau, C., Barbeau, G. and Joannon, A. 2014. Analyzing the sensitivity of viticultural practices to weather variability in a climate change perspective: an application to workable-day modelling. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 48:141-152.
- Chloupek, O., Hrstkova, P. and Schweigert, P. 2004. Yield and its stability, crop diversity, adaptability and response to climate change, weather and fertilisation over 75 years in the Czech Republic in comparison to some European countries. *Field Crop. Res.* 85:167-190.
- Dee, D.P. et al. 2011. The era-interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Q.J.R. Meteorol. Soc.* 137:553-597.
- Doblas-Reyes, F.J., Garcia-Serrano, J., Lienert, F., Biescas, A.P. and Rodrigues L.R.L. 2013. Seasonal climate predictability and forecastings: status and prospects. *WIRES Climate Change* 4:245-268.
- Ferro, C. 2014. Fair scores for ensemble forecasts. *Q.J.R. Meteorol. Soc.* 140:1917-1923.
- Iizumi, T., Luo, J.J., Challinor, A.J., Sakurai, G., Yokozawa, M., Sakuma, H., Brown, M.E. and Yamagata, T. 2014. Impacts of El Niño Southern Oscillation on the global yields of major crops. *Nat. Commun.* 5:3712.
- Molteni, F., Stockdale, T., Balmaseda, M., Balsamo, G., Buizza, R., Ferranti, L., Magnusson, L., Mogensén, K., Palmer, T. and Vitart, F. 2011. The new ECMWF seasonal forecast system (System 4), European Centre for Medium-Range Weather Forecasts.
- Neethling, E., Petitjean, T., Quénot, H. and Barbeau, G. 2016. Assessing local climate vulnerability and winegrowers' adaptive processes in the context of climate change. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change* 1-27. doi: 10.1007/s11027-015-9698-0.

Figuras

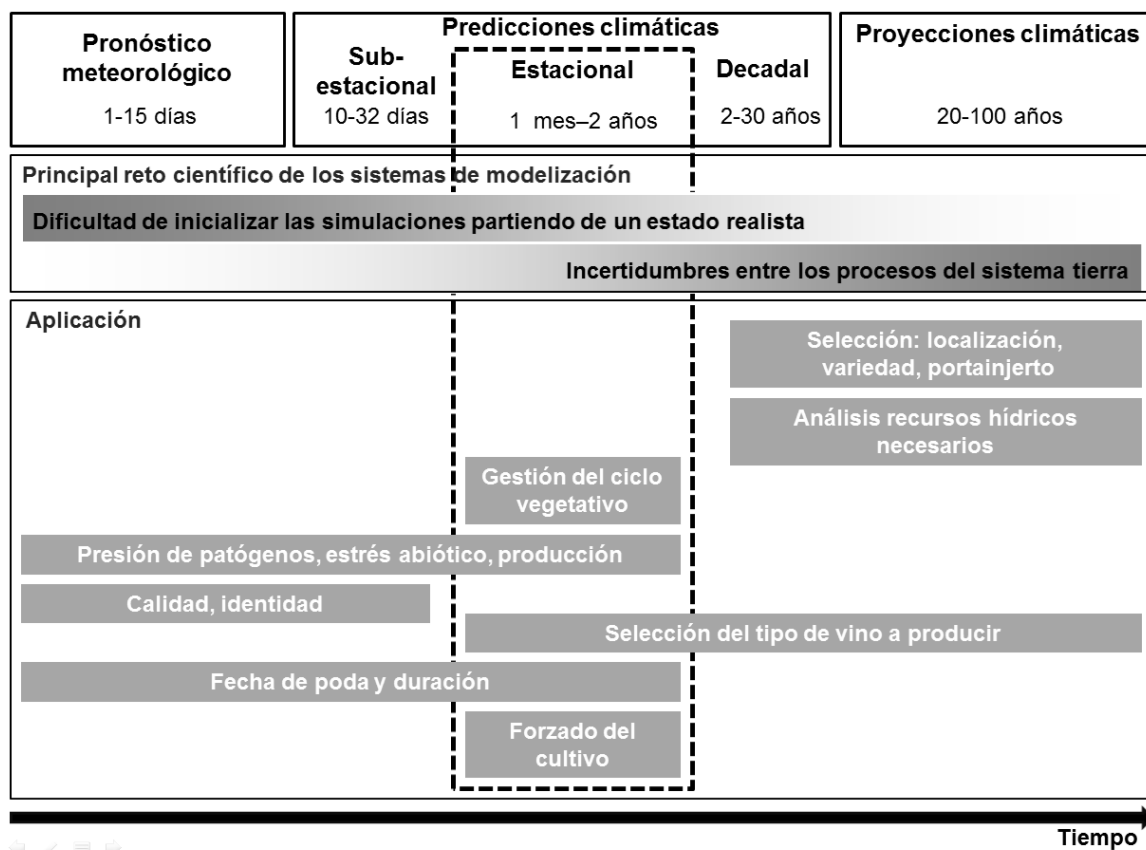


Fig. 1. Diagrama representativo de los horizontes temporales de los sistemas de predicción con algunas de las aplicabilidades de las predicciones climáticas al sector vitivinícola. El marco discontinuo resalta la escala de trabajo de las predicciones climáticas estacionales. Es importante tener en cuenta que las escalas temporales de las distintas fuentes de información climatológica se superponen en el tiempo.

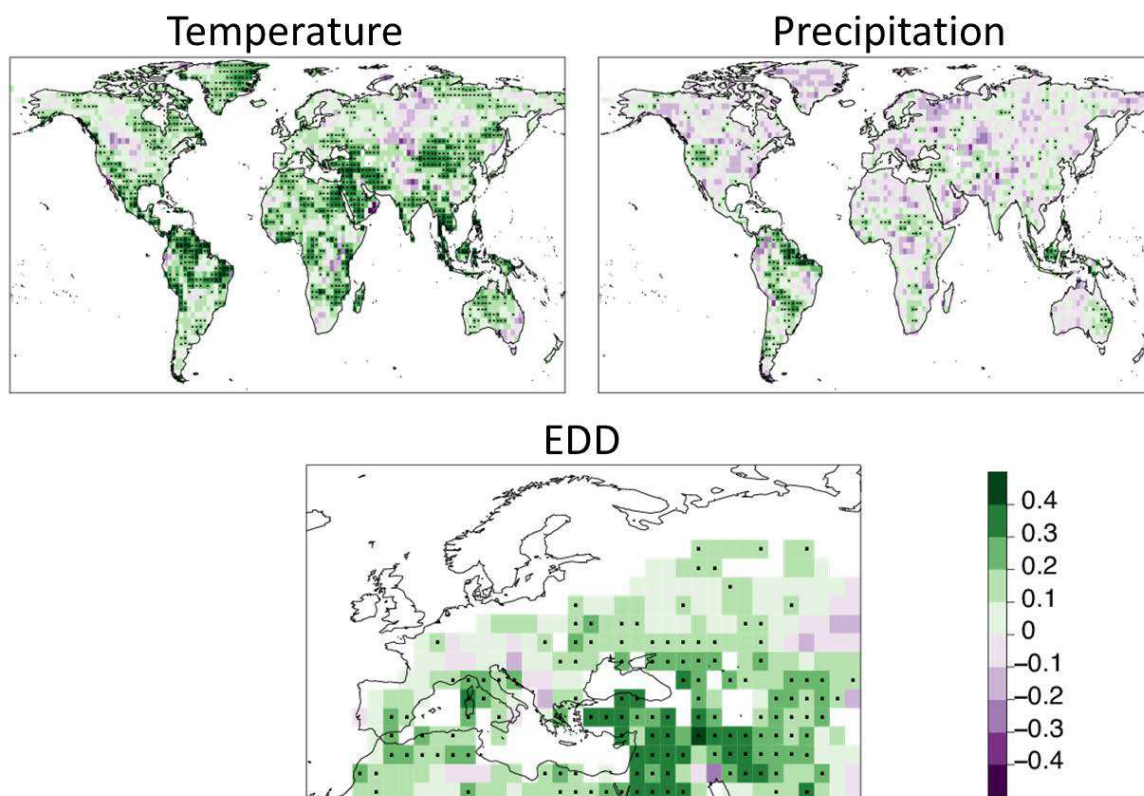


Fig. 2. RPSS para la distribución probabilística en terciles de los indicadores TMEAN, PREC y EDD. Pronósticos del ECMWF S4 inicializados en Abril (promedio Mayo-Junio-Julio-Agosto). Las localizaciones con RPSS mayor que cero aparecen en tonos verdes y aquellas con una confianza del 95 % aparecen marcadas con puntos.