

## MEDICIÓN DE RIESGOS CLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE LA UVA MOSCATEL EN LA AXARQUÍA (MÁLAGA, ESPAÑA). COMBINACIÓN DE TÉCNICAS AGROCLIMÁTICAS Y SIG PARA EL ESTUDIO DE UN CASO APLICADO DURANTE EL AÑO 2014-2015 EN UNA PARCELA EXPERIMENTAL EN ALMÁCHAR

Jesús Rodrigo-Comino<sup>1,2</sup>, José M. Senciales-González<sup>2</sup>, Manuel Sánchez-Villalba<sup>2</sup>, Manuel Seeger<sup>1</sup>, José D. Ruiz-Sinoga<sup>2</sup>, Johannes B. Ries<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geografía Física, Universidad de Trier, C.P. Behringstraße, D-54286, Trier, Alemania.  
[s6jrodr@uni-trier.de](mailto:s6jrodr@uni-trier.de)

<sup>2</sup> Departamento de Geografía, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos s/n, 29071, Málaga, España.

### RESUMEN

El presente trabajo pretende mostrar una metodología capaz de distinguir áreas con posibles riesgos climáticos durante el verano. Para ello se ha seleccionado una parcela cultivada con uva moscatel en la región de la Axarquía (Málaga, España). El área de estudio se caracteriza por elevadas pendientes, una altitud de entre 160 y 620 m.s.n.m. y está enmarcado dentro de un clima marcadamente mediterráneo seco.

En primer lugar, se presenta un breve análisis de las temperaturas y el viento. Dichos datos fueron obtenidos gracias a una estación meteorológica automática situada a 240 m.s.n.m. con datos de carácter horario.

Para calcular los riesgos térmicos, se ha decidido utilizar el índice de Wind chill ideado por el Servicio Meteorológico de Canadá, que se sirve de un modelo matemático que establece correlaciones técnicas estándares de velocidad del viento y precio de transferencia de calor. Esta información fue cartografiada con objeto de ser analizada combinando los niveles de exposición al viento y los cálculos de variación de los gradientes térmicos verticales influidos por el aire en movimiento. Los resultados mostraron que la influencia del viento generó un incremento considerable de la temperatura, que se hizo mayor conforme descendió en altitud. Durante el verano de 2015 en el área de estudio se llegaron a alcanzar promedios que oscilaron alrededor de los 30°C y máximas absolutas superiores a los 45°C. Gracias a la cartografía se pudo observar a qué niveles de temperatura en combinación con el viento estuvieron expuestas las laderas del área de estudio y dónde se vieron más afectadas según la dirección que soplase en el momento.

**Palabras clave:** temperatura; viento; viñedos; Axarquía; SIG.

### ABSTRACT

The present study pretends to show a methodology, which is able to distinguish possible areas with climatic risks in summer. For this purpose, a cultivated area of *Moscatel of Alexandria* grape variety was selected in the region of Axarquía (Málaga, Spain). The study area is characterized by steep slopes, a height between 160 m and 620 m, and a contrasted Mediterranean dry climatic type.

Firstly, a short analysis about temperatures and wind was presented. These data were obtained from an automatic meteorological station, which was situated at 240 m with hourly data.

To calculate the climatic risks, the Wind Chill index developed by the Canadian Meteorological Service was applied. This mathematical model correlates standard techniques of wind velocity and heat transference potential. According to this, this information was analyzed by combining of wind exposition and termic vertical gradient, which are influenced by the air movements.

The results showed that the influence of the wind was able to increase the temperature according with a decrease of the height. During the summer of 2015, a total average about 30°C and maximum values higher than 45°C were obtained. Following the performed cartography, the concrete exposed areas to these climatic risks (high temperatures in combination with wind), depend on the wind direction, could be territorialized.

**Keywords: temperature; wind; vineyards; Axarquía; GIS:**

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de uva es una de las actividades económicas más antiguas e importantes en todo el mundo. Tradicionalmente, se ha identificado solo con la región mediterránea; sin embargo, su crecimiento a lo largo de todos los continentes bajo componentes ambientales muy diferentes y, en ocasiones extremos, es todo un hecho en la actualidad (Ashenfelter y Storchmann, 2010; Vaudour *et al.*, 2015). Numerosos autores (Bruggisser *et al.*, 2010; Jones y Davis, 2000; Valdemar Smith y Jan Bentzen, 2011) han comprobado que la productividad y calidad final del vino está influida por contrastados factores: climatología, fenología de la planta, aspectos bióticos y abióticos del suelo, sustrato litológico, técnicas de laboreo... No obstante, es un cultivo donde confluyen actualmente numerosas condiciones que lo convierten en un área de gran vulnerabilidad frente a la degradación (Galati *et al.*, 2015; Novara *et al.*, 2011).

Concretamente en el medio mediterráneo, con una elevada concentración de las precipitaciones potencialmente proclives a generar eventos erosivos (Kosmas *et al.*, 1997; Prosdocimi *et al.*, 2016), altas temperaturas y sequías (Ruiz Sinoga *et al.*, 2012; Senciales González y Ruiz Sinoga, 2013) y un tipo de manejo no conservacionista del suelo cultivado, es quizá dónde más fama cobra este cultivo, pero más problemas ocasiona cada año por la degradación de su sistema eco-geomorfológico. Entre estos problemas, en la última década el aumento de las temperaturas y reducción del volumen pluviométrico se ha confirmado como una de las problemáticas más ansiadas por resolver (Ashenfelter y Storchmann, 2010; Ramos y Martínez-Casasnovas, 2009). La competencia por las mejores tierras para las grandes firmas se ha convertido en una realidad, si entendemos como “mejores”, además de las aptitudes productivas del terreno, la propia cercanía a los mayores centros de producción y consumo (Petit *et al.*, 2012), y, ahora, la expansión hacia los territorios más elevados y no expuestos completamente al sur.

El conocimiento de las series de precipitaciones o temperaturas puede proveer al investigador, viñador o propietario de campos cultivados con vides de una información útil para comprender el comportamiento y repercusiones del clima para que ayude a una toma de decisiones acertada sobre producción agraria o la gestión de los recursos hidrológicos (Jones *et al.*, 2005). Sin embargo, en la mayoría de estudios omiten la importancia del viento como uno de los reguladores principales de la temperatura. Dicha variable es capaz de aumentar o disminuir los valores termométricos en varios grados, lo que puede mermar la productividad de una cosecha o hacer arriesgada la implantación de un nuevo cultivo. Para calcular este ajuste, se ha decidido utilizar el índice de *Wind chill* ideado por el Servicio Meteorológico de Canadá, que se sirve de un modelo matemático que establece correlaciones técnicas estándares de velocidad del viento y precio de transferencia de calor. Tradicionalmente, ha sido utilizado para calcular la sensación térmica sobre las personas cuando se ven afectadas por el viento; no obstante, su aplicación para estimar estándares de temperaturas tanto en espacios urbanizados como cultivados afectados en su exposición al viento, no difiere mucho en su implicación final: cuanto más viento y menor o mayor sea la temperatura, tanto para personas como para cultivos, la sensación térmica disminuirá o aumentará proporcionalmente, acentuando procesos de evaporación (con fuerte calor) o heladas.

Por lo tanto, tras combinar estas distintas variables climáticas con la forma del territorio y sus posibles variaciones sobre los gradientes térmicos (Rodrigo Comino, 2013), en el presente trabajo se muestra una sencilla herramienta para prever cuáles serán las áreas más afectadas por el efecto del viento y las subidas de temperaturas, y sus niveles de afección.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

La comarca de la Axarquía es un espacio administrativo situado al este de la provincia de Málaga en España y engloba 31 municipios y 67 pedanías en 885 km<sup>2</sup>, de los cuales 5 y 18, respectivamente, corresponden a la zona litoral. Los dos municipios con más extensión de vid son Moclinejo (336 has) y El Borge (467 has) sobre un total de 3177 has. Como ya calcularon Navarro Rodríguez y Larrubia Vargas (2008), la cifra de hectáreas no ha variado mucho desde principios del siglo XX hasta la actualidad, oscilando entre el 41,68% de 1920 al 44,87% del total cultivado de la actualidad. Según Blanco Sepúlveda y Larrubia Vargas (2008), la renta del agricultor por hectárea era de 494,33€ y la del valor de su producción de 901,51€ con resultados de 400 litros de vino/has y 600 kg de pasas/has. Si integramos nuestros resultados entre estos valores, podemos apreciar cómo una mala cosecha es realmente un problema para los propietarios de pequeñas explotaciones.

Se ha optado para este estudio por utilizar la cuenca del río Almáchar (Fig. 1), tributario del Vélez cuya red ha sido ampliamente estudiada recientemente por Rodrigo Comino y Senciales González (2015). Dicha subcuenca ha sido delimitada con un área experimental de 6,64 km<sup>2</sup>, entre los 150 y 700 m.s.n.m. y ha sido seleccionada por la existencia de cartografía, datos y bibliografía completa al respecto. Posee un sentido SW-NE y se enmarca en un área sobre fuertes pendientes (21-47%), con un uso fundamentalmente agrícola (predominantemente vitivinícola: 34% de la superficie), y de forma semi-extensiva de olivar y/o almendro, con matorral xerófilo tras ser abandonado (47%). Recientemente, algunas laderas que habían sido roturadas por su baja rentabilidad han vuelto a ser activas con el emplazamiento de cultivos subtropicales como el aguacate (*Persea americana*) o el mango (*Mangifera indica*). Ligadas a ellas, durante el último siglo se ha generado una red de caminos (sin y con asfalto) indispensable para interconectar tanto el núcleo principal de población (Almáchar), como los numerosos lagares, con sus paseros, albercas y acequias (6% del área de estudio). A través de extrapolaciones con estaciones climáticas periféricas (Colmenar, Olías, Rincón de la Victoria, Moclinejo, Comares, Benamargosa, Benamocarra y Vélez Málaga), se ha obtenido un promedio anual de precipitaciones de 520 mm con una concentración del 78% del total entre octubre y enero, y solo un 4% entre Julio y Agosto. Las temperaturas medias anuales son de 17,2°C, como máximo entre julio y agosto (24,5°C y 24,9°C), y mínimos entre diciembre a febrero (11,3°C y 11,5°C). Para junio se calculó un gradiente térmico de descenso de 0,59°C cada 100 m de altitud. En julio dicha cifra descendió hasta 0,47°C y en agosto volvió a aumentar la diferencia con una bajada de 0,53°C.

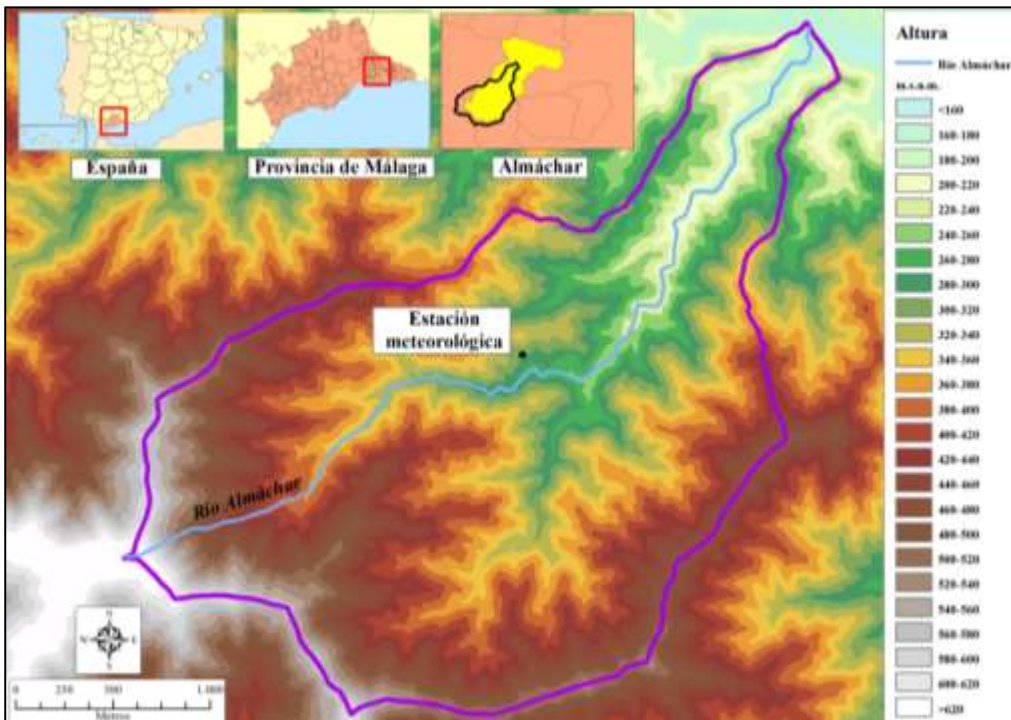


Figura 1. Localización del área de estudio y topografía de la cuenca del Río Almáchar.

### 3. MÉTODOS

La metodología utilizada fue testada para una parcela experimental cultivada con mangos por Rodrigo Comino *et al.*, (2014) en el Valle del Guadalhorce (Málaga, España). Sin embargo, para esta ocasión, se pretende abarcar mucho más territorio y analizar dicha problemática a nivel de cuenca.

Las variables climáticas que se utilizan son las temperaturas y el viento. Y, por otro lado, como parámetros geomorfológicos la exposición, la topografía (hypsometría) y la dirección del flujo hídrico.

Los valores están extraídos del verano del 2015 en la cuenca del río Almáchar, con los datos obtenidos de una estación meteorológica automática a 240 m.s.n.m. y expuesta al sur. Se combina la información termométrica con los datos de vientos. Para dicho cometido, se ha aplicado el índice de *Wind chill*, definido como aquel cálculo que permite determinar los posibles daños ocurridos por el descenso de las temperaturas junto con el efecto del viento, según la velocidad de este. Como variables, este índice utiliza la velocidad de las masas de aire en movimiento a partir de 5 pies (1,52 metros, que se aproxima a la medida estándar establecida para la altura al hombro de un ser humano medio), incorpora la teoría de transferencia de calor y de pérdida de este entre cuerpos a partir de 3 mph (1 km/h = 0,6214 mph), omitiendo el impacto del sol<sup>1</sup>. Las fórmulas oficiales que se han aplicado en este trabajo son las siguientes:

$$(1) \text{ Wind Chill } (^{\circ}\text{F} = T \text{ y mph} = V) = 35,74 + 0,6215T - 35,75(V^{0,16}) + 0,4275 T(V^{0,16})$$

$$(2) \text{ Wind Chill } (^{\circ}\text{C} = T \text{ y km/h} = V) = 13,12 + 0,6215T - 11,37 (V^{0,16}) + 0,3965T(V^{0,16})$$

Por último, a través de las herramientas de análisis espacial del SIG se espacializará la información sobre los niveles de altitud y exposición al viento y se remarcarán los espacios donde su influencia será mayor. La base de datos utilizada será el MDT de la hoja 1.053 a escala 1:10.000. El primer paso será entender el condicionamiento geomorfológico que la cuenca estudiada inflige a las condiciones meteorológicas en el

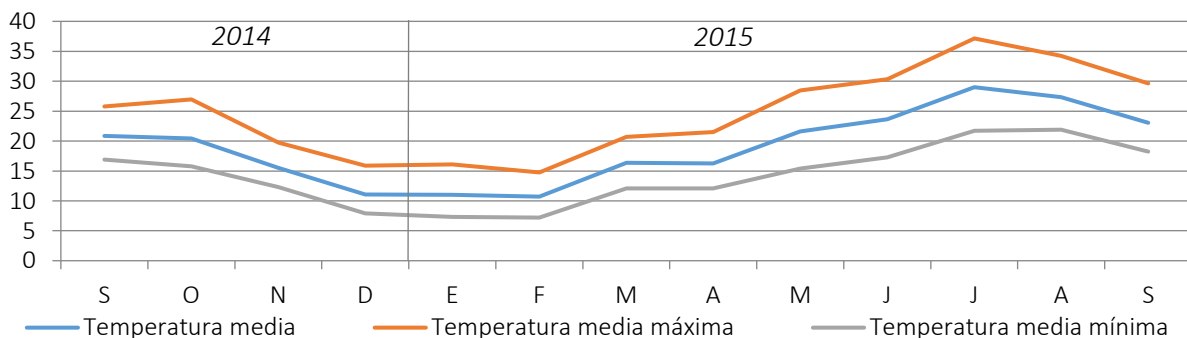
<sup>1</sup> Fuente: [www.nws.noaa.gov](http://www.nws.noaa.gov)

verano de 2015. Con este objetivo, se procede a la realización mediante SIG del mapa de exposiciones y el cálculo de la dirección del flujo de viento. Se ha utilizado el mismo procedimiento que si se pretendiera estimar la dirección de un posible cauce fluvial en cada ladera y hacia dónde se dirigiría condicionado por la fuerza de la gravedad, con la salvedad de que se implementa como base, además del MDT, el mapa de exposiciones en formato *raster*. En primer lugar, se deben eliminar las imperfecciones del MDT (huecos y posibles sumideros) con la herramienta de tratamiento espacial "Fill" de ArcMap. A continuación, se debe establecer la dirección del flujo teórico que, con las condiciones geomorfológicas del área de estudio, debería tener el viento «corriente abajo» a través del comando "Flow direction". Por último, se debe determinar la acumulación del flujo de las celdas de la capa *raster* que "fluyen" hacia cada una de las adyacentes, descendiendo sobre la pendiente de la ladera: para esta acción se utiliza la herramienta "Flow Accumulation".

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Resumen termométrico y de vientos del área de estudio

En primer lugar se presenta una figura (2) que muestra la evolución a lo largo del período comprendido entre septiembre de 2014 a septiembre del 2015. Se puede observar cómo las mayores temperaturas medias se obtienen en los meses de verano, destacando julio con un promedio de 29°C y agosto con 27,3°C. Por el contrario, las más bajas se dan entre diciembre y febrero oscilando entre los 11,1°C y los 10,7°C. Con respecto a las medias máximas, se puede notar cómo el promedio puede llegar a ascender hasta los 37,2°C de julio. Por último, las medias mínimas más bajas se registraron en febrero con 7,2°C.



**Figura 2.** Evolución de las temperaturas medias, medias de las máximas y medias mínimas en el área de estudio

Con respecto a los vientos (Fig. 3), se puede apreciar cómo la mayor predominancia se observa con dirección SE en junio (35,8%), julio (44,4%) y agosto (36,2%). En menor medida, las masas de aire con componente sur no llegan a alcanzar el 15% del total y las del este el 13%. Con respecto a la velocidad (Tabla 1), se puede apreciar un mayor promedio en agosto alcanzando los 7,44 km/h y rachas de hasta 27 km/h.

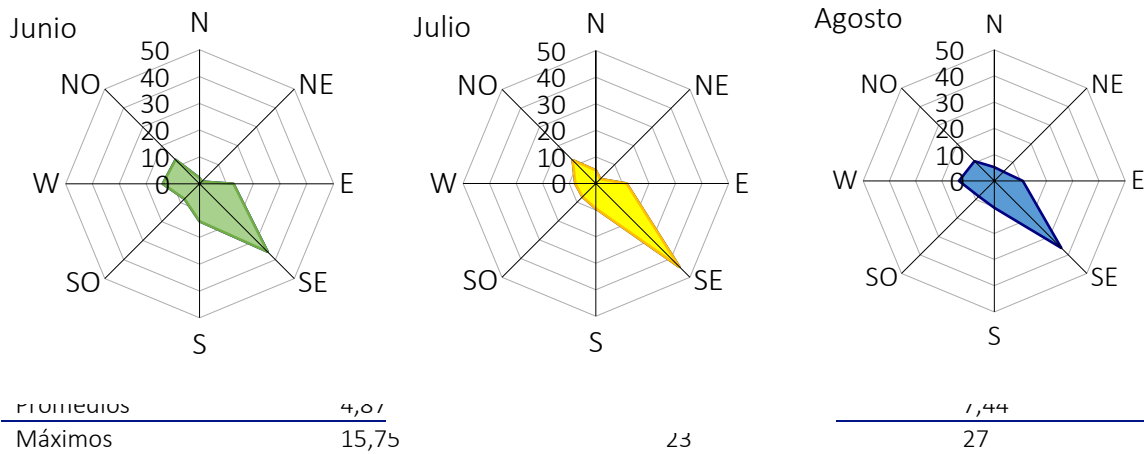


Figura 3 y Tabla 1. Promedios de dirección (%) y velocidad del viento (km/h) en el área de estudio.

#### 4.2 Combinación de vientos y temperaturas: Wind Chill

A continuación se ha aplicado el índice de Wind Chill con objeto de obtener la temperatura final con los valores promedio, máximos y mínimos absolutos del área de estudio en cada mes, a la altura de la estación meteorológica, en la parte más baja y alta de la cuenca. En primer lugar, se puede apreciar que la temperatura media tras calcular el índice aumenta en casi 2°C cuando hay viento. Los promedios con viento en julio y agosto oscilan alrededor de los 30°C. Si nos centramos en los datos absolutos combinando ambas variables, durante el verano de 2015 se superaron en numerosas ocasiones los 40°C, llegando a la alarmante cifra de hasta 48,3°C en el fondo del valle en julio.

Variables	Junio	Wind Chill	Julio	Wind Chill	Agosto	Wind Chill
T° $\bar{x}$	23,66	25,26	29	31,31	27,34	29,38
T° $\bar{x}$ →160 m.s.n.m.	24,13	25,8	29,37	31,74	27,76	29,87
T° $\bar{x}$ →620 m.s.n.m.	21,42	22,72	27,22	29,28	25,34	27,05
T°max $\bar{x}$	30,35	32,84	37,15	40,63	34,21	37,41
T°max $\bar{x}$ →160 m.s.n.m.	30,82	33,37	37,52	41,06	34,63	37,90
T°max $\bar{x}$ →620 m.s.n.m.	28,11	30,3	35,37	38,60	32,21	35,07
T°maxabs	38,83	42,43	43,5	47,89	39,7	43,82
T°maxabs→160 m.s.n.m.	39,3	42,97	43,87	48,31	40,12	44,31
T°maxabs→620 m.s.n.m.	36,58	39,89	41,72	45,86	37,7	41,49
T°min $\bar{x}$	17,29	18,05	21,74	23,02	21,9	23,03
T°min $\bar{x}$ →160 m.s.n.m.	17,76	18,59	22,12	23,44	22,32	23,52
T°min $\bar{x}$ →620 m.s.n.m.	15,05	15,51	19,97	20,99	19,9	20,69
T°minabs	14,53	14,92	19,5	20,45	18,7	19,29
T°minabs→160 m.s.n.m.	15	15,45	19,87	20,88	19,12	19,78
T°minabs→620 m.s.n.m.	12,28	12,38	17,72	18,42	16,7	16,95

**Tabla 2.** Combinación de temperaturas y vientos.  $T^{\circ}\bar{x}$ : temperatura media;  $T^{\circ}\max \bar{x}$ : temperatura media máxima;  $T^{\circ}\maxabs$ : Temperatura máxima absoluta;  $T^{\circ}\min \bar{x}$ : Temperatura media mínima;  $T^{\circ}\minabs$ : Temperatura mínima absoluta. \*En azul resultados superiores a 40°C.

En un segundo lugar, aplicando los gradientes calculados para cada mes se han combinado los mapas de temperaturas y las modificaciones generadas por el índice de Wind Chill con el mapa de curvas de nivel de 20 en 20 metros. De esta forma, la información obtenida en la tabla anterior queda espacializada en las figuras 4, 5 y 6, donde se pueden observar las variaciones intermensuales a lo largo del área de estudio con y sin el efecto del viento.

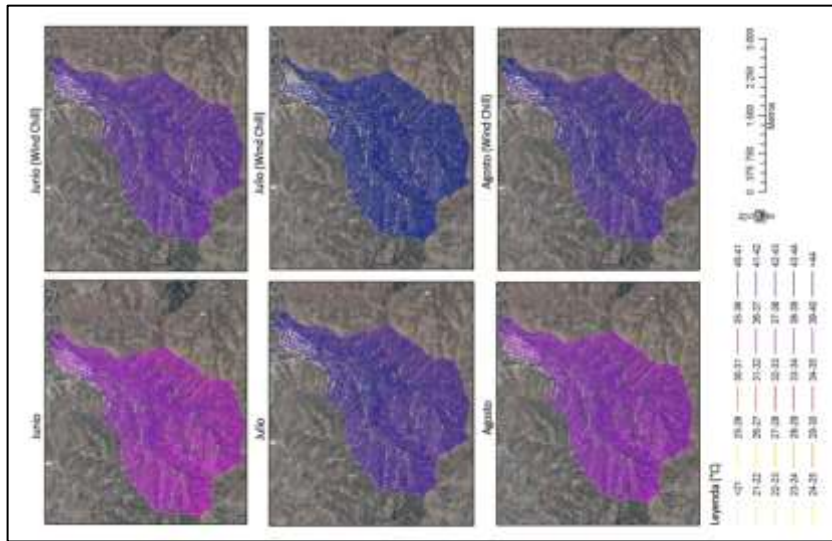


Figura 4. Mapa de temperaturas máximas absolutas con y sin el efecto del viento.

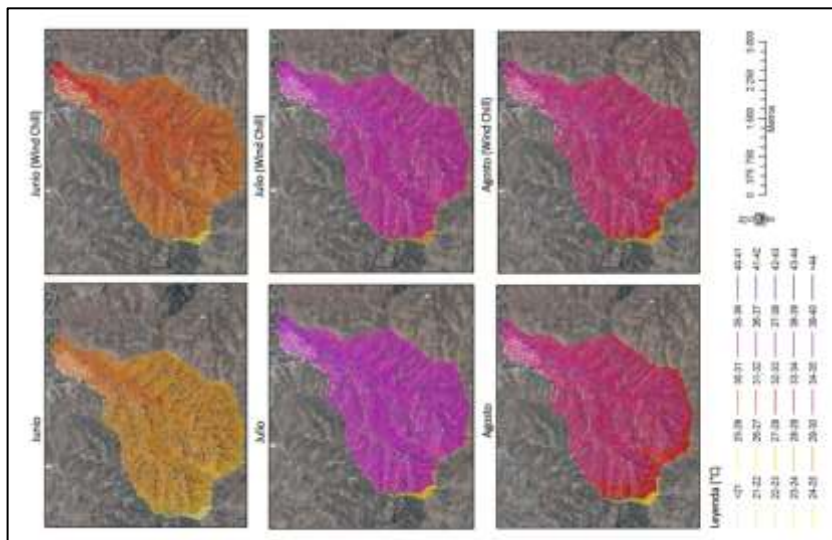


Figura 5. Mapa de temperaturas medias máximas con y sin el efecto del viento.

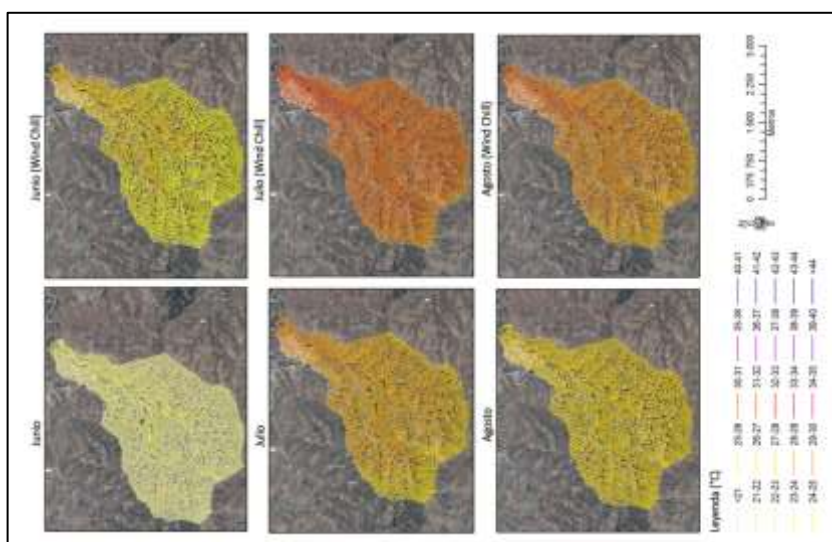


Figura 6. Mapa de temperaturas medias con y sin el efecto del viento.



Por último, se presenta en la Figura 7 las direcciones que potencialmente afectarían a cada ladera los flujos de vientos y elevadas temperaturas que tuvieron lugar a lo largo del verano en el área de estudio. De esta forma, se pueden apreciar qué áreas serían afectadas en caso de soplar una dirección predominante del viento y en qué grado aumentaría o descendería la temperatura.

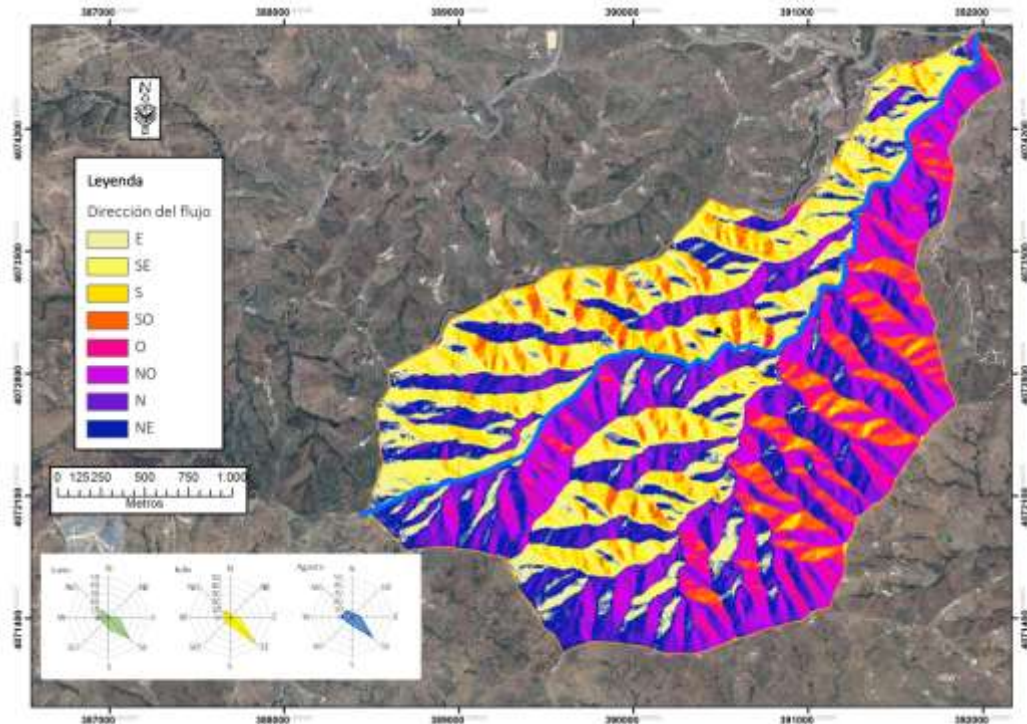


Figura 7. Cálculo de la dirección del flujo y áreas expuestas al SE:

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para esta comunicación se ha presentado una sencilla metodología combinando los SIG con variables climáticas útil para discriminar qué áreas estarían expuestas a posibles riesgos térmicos debido a la conjunción de elevadas temperaturas, dirección y velocidad del viento, y topografía. El territorio seleccionado fue una cuenca mediterránea de pequeñas dimensiones de la provincia de Málaga con una importante producción de uva Moscatel en laderas con elevadas pendientes, la cual es altamente vulnerable a cualquier tipo de alteración de sus requisitos climáticos mínimos.

Durante el verano de 2015, se registraron elevadas temperaturas (sobre todo en julio) y fuertes rachas de viento, que tras ser combinados con el índice de Wind Chill se observó que aumentaban considerablemente los valores térmicos iniciales. Considerando que el viento predominante fue el de componente SE, cabría esperar que las laderas expuestas en esa dirección padecieran potencialmente ese incremento térmico que podría dañar la cosecha, más que las situadas en los lugares contrarios.

Si bien este trabajo pudo mostrar en general las áreas más expuestas a los posibles efectos de la combinación de la temperatura y el viento, en el futuro sería interesante generar algún tipo de índice aplicado con más variables y con una mayor escala de detalle. Sin duda, el siguiente paso sería tratar de conectar los aspectos biológicos y fenológicos de las parras directamente con los efectos de solana-umbría de cada ladera, la cobertura arbórea (olivos, almendros...), la inclinación de la pendiente y los componentes superficiales del suelo (tipo de material parental, pedregosidad...). Todo esto, permitiría obtener a los agricultores y gestores del territorio implementado en un SIG, qué áreas serían más potenciales a sufrir pérdidas de productividad o degradación ambiental por los efectos de un posible calentamiento global en el futuro.

## 6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nos gustaría agradecer al sindicato pequeños de agricultores (UPA) y al viñador Don José Gámez por facilitar el acceso al área de estudio. En segundo lugar, agradecemos a Caixa-Bank y DAAD (Servicio Alemán de Intercambio Académico) por la beca concedida a Jesús Rodrigo Comino.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ashenfelter, O., Storchmann, K. (2010): "Measuring the Economic Effect of Global Warming on Viticulture Using Auction, Retail, and Wholesale Prices". *Rev. Ind. Organ.* 37, pp. 51–64. doi:10.1007/s11151-010-9256-6
- Blanco Sepúlveda, R., Larrubia Vargas, R. (2008): "Usos agrarios y sostenibilidad medioambiental. Evaluación de la capacidad agrológica y socioeconómica de la Axarquía (Málaga)". *Cuad. Geográficos Univ. Granada*, 42, pp. 83–108.
- Bruggisser, O.T., Schmidt-Entling, M.H., Bacher, S. (2010): "Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels". *Biol. Conserv.* 143, pp. 1521–1528. doi:10.1016/j.biocon.2010.03.034
- Galati, A., Gristina, L., Crescimanno, M., Barone, E., Novara, A. (2015): "Towards More Efficient Incentives for Agri-environment Measures in Degraded and Eroded Vineyards". *Land Degrad. Dev.* 26, pp. 557–564. doi:10.1002/ldr.2389
- Jones, G.V., Davis, R.E. (2000): "Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France". *Am. J. Enol. Vitic.* 51, pp. 249–261.
- Jones, G.V., White, M.A., Cooper, O.R., Storchmann, K. (2005): "Climate Change and Global Wine Quality". *Clim. Change* 73, pp. 319–343. doi:10.1007/s10584-005-4704-2
- Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., Martinez-Fernandez, J., Mizara, A., Moustakas, N., Nicolau, J.M., Oliveros, C., Pinna, G., Puddu, R., Puigdefabregas, J., Roxo, M., Simao, A., Stamou, G., Tomasi, N., Usai, D., Vacca, A. (1997): "The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions". *Catena* 29, pp. 45–59. doi:10.1016/S0341-8162(96)00062-8
- Navarro Rodríguez, S.R., Larrubia Vargas, R. (2008): "La organización del espacio agrario en la comarca malagueña de la Axarquía". *Baética Estud. Arte Geogr. E Hist.* 30, pp. 91–113.
- Novara, A., Gristina, L., Saladino, S.S., Santoro, A., Cerdà, A. (2011): "Soil erosion assessment on tillage and alternative soil managements in a Sicilian vineyard". *Soil Tillage Res.* 117, pp. 140–147. doi:10.1016/j.still.2011.09.007
- Petit, C., Konold, W., Höchtl, F. (2012): "Historic terraced vineyards: impressive witnesses of vernacular architecture". *Landsc. Hist.* 33, pp. 5–28. doi:10.1080/01433768.2012.671029
- Prosdocimi, M., Cerdà, A., Tarolli, P. (2016). "Soil water erosion on Mediterranean vineyards: A review". *Catena* 141, 1–21. doi:10.1016/j.catena.2016.02.010
- Ramos, M.C., Martínez-Casasnovas, J.A. (2009): "Impacts of annual precipitation extremes on soil and nutrient losses in vineyards of NE Spain". *Hydrol. Process.* 23, pp. 224–235. doi:10.1002/hyp.7130
- Rodrigo Comino, J. (2013): "Cuantificación de los gradientes térmicos a nivel superficial a lo largo del Rheinland-Pfalz (Renania-Palatinado, Alemania)". *Baética Estud. Arte Geogr. e Hist.* 35, pp. 75–98.
- Rodrigo Comino, J., Senciales González, J.M. (2015): "Ratio LE para el ajuste de perfiles longitudinales en cursos fluviales de montaña. Aplicación a la cuenca del río Almáchar (Málaga, España)". *Cuaternalario Geomorfol.* 29, pp. 31–56.
- Rodrigo Comino, J., Senciales González, J.M., González Moreno, J.M. (2014): "La necesidad de considerar los riesgos climáticos en la introducción de cultivos tropicales en latitudes medias. El mango en el valle del Guadalhorce (Málaga)". *Investig. Geográficas* 62, pp. 127–141. doi:10.14198/INGEO2014.62.09
- Ruiz-Sinoga, J.D., Garcia-Marin, R., Gabarron-Galeote, M.A., Martinez-Murillo, J.F. (2012): "Analysis of dry periods along a pluviometric gradient in Mediterranean southern Spain". *Int. J. Climatol.* 32, pp. 1558–1571. doi:10.1002/joc.2376

Senciales González, J.M., Ruiz Sinoga, J.D.(2013):"Análisis espacio-temporal de las lluvias torrenciales en la ciudad de Málaga". *Bol. Asoc. Geógrafos Esp.* 61, pp. 7–24.

Valdemar Smith, Jan Bentzen(2011):"Which factors influence the quality of wine produced in new cool climate regions?"*Int. J. Wine Bus. Res.* 23, pp. 355–373. doi:10.1108/17511061111186514

Vaudour, E., Costantini, E., Jones, G.V., Mocali, S.(2015):"An overview of the recent approaches to terroir functional modelling, footprinting and zoning". *SOIL* 1, pp. 287–312. doi:10.5194/soil-1-287-2015