

EL MAR COMO FUENTE DE BIOESTIMULANTES PARA LA VIÑA: SEAWINES, UN PROYECTO PIONERO EN ESTE ÁMBITO

Emma Cantos-Villar

*Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).
Junta de Andalucía, Cádiz.*

Iratxe Zarraonaindia

*Depto. de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal. Universidad del País Vasco
Ikerbasque, Fundación Vasca para la Ciencia, Bilbao.*

RESUMEN

La Comisión Europea está aplicando restricciones al uso de fungicidas sintéticos, fomentando el desarrollo de estrategias más sostenibles y eficientes para el control de enfermedades.

El proyecto SEAWINES está evaluando la eficacia de la aplicación foliar de extractos de *Ulva ohnoi* y *Rugulopteryx okamurae* para controlar enfermedades fúngicas, además de comprobar su efecto sobre la calidad de la uva y el vino.

Los resultados demuestran la capacidad bioestimulante de extractos acuosos de *Ulva* y *Rugulopteryx* (en invernadero y en campo), así como la capacidad antimildiu de *Rugulopteryx* (en invernadero). Así, los resultados obtenidos hasta el momento son prometedores, contribuyendo a la sostenibilidad en el viñedo, a la par que revalorizando una gran biomasa de algas marinas, en línea con la economía azul.

1. ESTADO DEL ARTE

Con una población creciente, con mayores demandas de alimentos, y unas superficies de cultivo y recursos hídricos cada vez más limitados, es prioritario optimizar las producciones agrícolas para producir más con menos, minimizando las pérdidas de nutrientes y reduciendo sustancias activas de síntesis empleadas.

La vitivinicultura es un sector de gran importancia económica y social en España. La actividad vitivinícola, incluyendo la viticultura, la elaboración del vino y su comercialización, genera un valor añadido bruto superior a los 23.700 millones de euros anuales en España, equivalentes al 2,2% del valor añadido bruto nacional. España es líder mundial en superficie de viñedo con 941.087 hectáreas, y el tercer mayor productor de vino (por detrás de Francia e Italia), contando con cerca de un centenar de denominaciones de origen protegidas.

Sin embargo, el sector se enfrenta a grandes retos actualmente. Uno de ellos es el cambio climático, que sigue afectando a la producción vitivinícola, con un aumento de las temperaturas y una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos como heladas, granizo e incendios forestales que afectan a las fechas de vendimia, la producción de las cosechas, a la dinámica de enfermedades fúngicas y a la calidad de la uva, y por tanto finalmente repercutiendo en el vino. En consecuencia, se

está dificultando el poder dar respuesta a la creciente demanda de minimizar tratamientos químicos y a la tendencia de generar vinos más suaves y ligeros.

A pesar de que existe una cada vez mayor adopción de prácticas y técnicas de cultivo sostenibles como la agricultura ecológica, la biodinámica y la viticultura regenerativa- la vitivinicultura convencional, basada entre otros aspectos en el uso recurrente de pesticidas de origen sintético, sigue siendo la práctica más habitual. Es de destacar que el sector del vino utiliza el 20% de los fitosanitarios existentes, cuando solo ocupa un 2% del terreno. Estos tratamientos no solo afectan negativamente al medio ambiente y suelo, sino que también afectan significativamente a la calidad y cantidad de las cosechas. Por ello, la aplicación de compuestos respetuosos con el medio ambiente capaces de reducir los fungicidas en viña es cada vez más importantes y demandadas para una viticultura sostenible.

Ante esta situación, la Comisión Europea está aplicando restricciones al número de tratamientos y a la cantidad máxima anual permitida de ciertos compuestos. Entre estas limitaciones encontramos por ejemplo el caso del cobre. El cobre es un metal pesado que se acumula en el suelo, pudiendo ser tóxico para los microorganismos y reduciendo la fertilidad biológica del suelo. Sin embargo, ha sido el compuesto más utilizado para el control de enfermedades fúngicas en la vid, estando autorizado su uso en la viticultura ecológica. Si bien su uso sigue estando permitido, la Unión Europea ha reducido a 4 kg/hectárea/año la dosis de cobre (28 kg en 7 años), y en España ha limitado la renovación de muchos formulados de cobre.

Estas restricciones plantean un problema importante en la agricultura ecológica, debido a la falta de alternativas efectivas. Cabe destacar la buena adaptación que está teniendo el sector vinícola español a las nuevas tendencias de consumo ya que la superficie de viñedo ecológico ha seguido creciendo, pasando de 121.000 hectáreas en 2019 a las 131.000 en 2020 (el 14% de la superficie total de viñedo del país y el 8% de la superficie de producción de vino ecológico mundial), y por tanto es de especial interés el desarrollar estrategias ecológicas alternativas que reduzcan la acumulación de compuestos químicos, siendo eficientes para controlar las enfermedades sin afectar negativamente a la calidad de la uva y el vino.

Así, dentro de la búsqueda de alternativas más sostenibles, los bioestimulantes están cobrando gran importancia. Los bioestimulantes vegetales se definen a nivel europeo como "*productos que estimulan los procesos de nutrición de las plantas independientemente del contenido en nutrientes del producto, con el objetivo de mejorar los rasgos de calidad del cultivo entre otras características de la planta*" (European Commission, 2016). Los extractos de algas marinas representan uno de los bioestimulantes vegetales más usados, los cuales representaron 758 millones de dólares en 2021 y aproximadamente el 29,8-33,5% del mercado global de bioestimulantes vegetales (Fundación North Sea Farm, 2018). Con la aplicación del nuevo Reglamento de Productos Fertilizantes en julio de 2022, que permite su uso en el Mercado Único de la Unión Europea (UE, 2019), se espera que la utilización de bioestimulantes basados en algas marinas aumente en los próximos años. A día de hoy, sin embargo, las macroalgas son un recurso infrutilizado en Europa.

Los compuestos extraídos de las algas, como los polisacáridos, tienen numerosas e innovadoras aplicaciones en agricultura. En concreto, los polisacáridos y sus derivados se han descrito como bioestimulantes de las defensas naturales de las plantas (Romanazzi et al., 2016). Los polisacáridos de las algas marinas tienen homologías estructurales con los poli- y/o oligosacáridos derivados de las paredes de hongos fitopatógenos o de paredes vegetales. Estimulan así las defensas naturales de las plantas, lo que se considera una de las estrategias alternativas más prometedoras para la protección de cultivos (Bouissil et al., 2019; Jindo et al., 2022). Concretamente en viticultura, el alga más usada ha sido *Ascophyllum nodosum*. Los extractos de *A. nodosum*, ricos en fucoïdan, mejoran el crecimiento vegetativo de las vides, tienen un efecto positivo en la maduración, ayudan a mitigar el estrés abiótico, mejoran la calidad de la uva y mejoran las defensas de la vid, así como la salud del suelo (Gutierrez-Gamboa et al., 2019).

Diversos estudios demuestran que los extractos de algas marinas contienen compuestos capaces de disminuir la abundancia de fitopatógenos como el oídio, causado por *Erisiphe necator*, o el mildiú, causado por *Plasmopara viticola*, dos de las principales enfermedades que afectan a la viticultura en todo el mundo.

2. EL PROYECTO SEAWINES

En el proyecto SEAWINES, financiado por la Agencia Estatal de Investigación (Ministerio de Ciencia e Innovación), estamos trabajando con un enfoque multidisciplinar en la búsqueda de soluciones ecológicas para el tratamiento del cultivo de la vid a través extractos de macroalgas que puedan hacer frente a estas dos enfermedades fúngicas tan devastadoras para el sector. En este sentido, evaluamos la capacidad de las macroalgas *Rugulopteryx okamurae* y *Ulva ohnoi*, como bioestimulantes y sustitutos de fitosanitarios de síntesis química, además de testar cual es su repercusión en la composición y calidad del vino.

La primera, la macroalga parda *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta tribu Dictyoteae), es un alga exótica registrada desde 2002 en la zona noroccidental, donde se introdujo accidentalmente en la costa francesa. En 2015, *Rugulopteryx okamurae* se detectó frente a las costas de Ceuta (norte de África), y un año después cubría la mayor parte de los fondos rocosos de la zona. Los datos preliminares sobre el impacto de *Rugulopteryx* en el Estrecho de Gibraltar indican un proceso de invasión agresivo. El impacto ecológico y paisajístico (acumulación de arribazones en la costa) provocado por esta alga no tiene precedentes en aguas europeas (García-Gómez et al., 2020). Como otras algas pardas, *Rugulopteryx* contiene polisacáridos activos, lo que hace posible su aprovechamiento y valorización para su uso como bioestimulante y fertilizante en agricultura, entre otras posibles aplicaciones.



Foto 1- *Rugulopteryx okamurae* acumulada en playas y redes de barcos de pesca.

La segunda, la macroalga verde *Ulva ohnoi*, (Ulvales, Chlorophyta), también conocida como lechuga de mar, está presente de forma natural en la mayoría de los ecosistemas costeros del planeta. Las *Ulva spp.* constituyen una atractiva biomasa marina ya que son especies de crecimiento rápido que capturan CO₂ con avidez. En las costas y estuarios andaluces, las especies del género *Ulva* se encuentran fácilmente durante todo el año y representan una biomasa cuantitativamente importante debido a la capacidad de las algas para absorber nutrientes. Este hecho las convierte en un candidato ideal para ser utilizadas como biofertilizantes o compost para la producción agrícola ecológica. Uno de los principales bioproductos de interés de *Ulva* es el polisacárido sulfatado conocido como ulvan (Hernandez-Herrera et al., 2016), con.

En el proyecto SEAWINES abordamos tres objetivos. *El primero*, la elaboración y caracterización bioquímica de los extractos elaborados de forma sostenible a partir de estas algas (Foto 2). *El segundo* el estudio de la capacidad bioestimulante y antifúngica (contra mildiu y oidio) de los extractos en viña en condiciones controladas de invernadero (Foto 2). *El tercero* la selección de los extractos más efectivos en invernadero para su utilización en el viñedo (Foto 2). Todo esto desde un

enfoque holístico que nos permita entender que está ocurriendo en la planta, es decir la respuesta de la vid a este estímulo y sus consecuencias. Además de testar la capacidad fúngica, los estudios en SEAWINES van más allá y se están analizando aspectos relacionados con la fisiología, la productividad del cultivo, los microorganismos nativos presentes en el suelo y vid, la composición y la calidad de la uva, y el posible efecto sobre la calidad del vino.



Foto 2. Muestreo de *Rugulopteryx okamurae*, ensayo en invernadero y tratamientos en campo.

Los resultados obtenidos hasta la fecha en ensayos de invernadero, con vides crecidas en maceta en condiciones controladas de temperatura/humedad/luz, apuntan a que extractos acuosos de *Rugulopteryx okamurae* activan las defensas de la vid a distintos niveles, induciendo genes y la síntesis de metabolitos secundarios en la vid, claves como mecanismo de defensa (Zarraonaindia et al., 2023). Además, resultados recientes demuestran que estos extractos tienen capacidad antifúngica, reduciendo la incidencia y severidad del mildiu (Figura 1). Tras un día de inoculación del hongo no se observan diferencias, pero una semana después se observa reducción de la infección solo en las plantas tratadas con cobre, tratamiento habitual contra el mildiu. Sin embargo, 15 días después de la inoculación el extracto de *Rugulopteryx* había reducido la incidencia de la infección, tanto como el cobre, y la severidad respecto al control (agua), aunque en menor medida que el cobre.

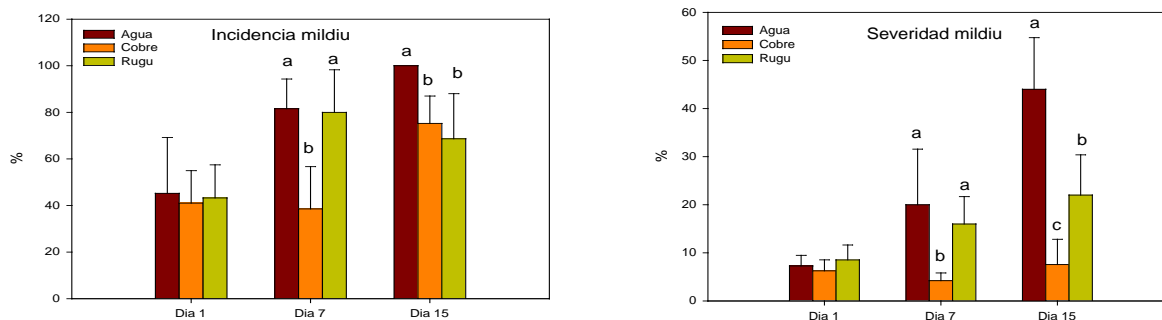


Figura 1. Incidencia y severidad en plantas de Tempranillo cultivadas en invernadero tras su inoculación con *Plasmopara viticola* (mildiu).

La pasada vendimia del 2023, se han probado por primera vez los extractos de algas (*Rugulopteryx* y *Ulva*) en campo, realizando tratamientos foliares en viñedos experimentales de Jerez y la Rioja con aquellos extractos que resultaron tener mayor eficacia en los ensayos de invernadero. En el siguiente video se puede ver el ensayo realizado: <https://www.youtube.com/watch?v=AylaWsrKt9k>.

Si bien no se pudo testar el efecto antifúngico de los extractos debido a las condiciones de sequía evitaron que hubiese síntomas de enfermedades fúngicas, los resultados preliminares indican que el extracto acuoso de *Ulva* promueve el crecimiento de la vid, mientras que los extractos de ambas algas modificaron la composición de polifenoles del mosto y vino. Por un lado, las antocianinas fueron significativamente más altas en las uvas de vides tratadas con *Ulva*. Además, los vinos elaborados a partir de vides tratadas tanto con *Ulva* como con *Rugulopteryx*, contenían mayor cantidad de taninos,

tanto los totales como los de la pepita. Por tanto, estos vinos resultaron tener mayor complejidad y estructura en boca respecto a los vinos elaborados con uvas procedentes del tratamiento convencional. Repetiremos este ensayo al menos un año más (en vendimia 2024) para poder corroborar los resultados y afianzar las conclusiones.

En resumen, el proyecto SEAWINES no solo da respuesta a la necesidad de contar con soluciones más sostenibles y ecológicas en la vitivinicultura, sino que también, proporciona un uso alternativo a la biomasa de algas, contribuyendo a la economía azul, reduciendo en este caso la acumulación del alga invasora *Rugulopteryx okamurae* en nuestras costas.

AGRADECIMIENTOS

La consecución de los objetivos planteados y la realización del proyecto está siendo posible gracias a la participación/colaboración de distintos centros de investigación y universidades, concretamente el IFAPA Centro La Merced y El Toruño (Andalucía), el Instituto de ciencias de la Viña y el Vino (La Rioja), Neiker-Tecnalia (Álava) y la Universidad del País Vasco.

Quisiéramos agradecer la financiación obtenida a la AEI (MCIN/AEI/10.13039/501100011033, PID2020-112644RR-C21 y -C22).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bouissil S., Pierre G., Alaoui-Talibi Z.E., Michaud P., El Modafar C., Delattre C. (2019) Applications of Algal Polysaccharides and Derivatives in Therapeutic and Agricultural Fields. *Curr Pharm Des.* 25(11): 1187-1199. Doi: [10.2174/1381612825666190425162729](https://doi.org/10.2174/1381612825666190425162729)
- García-Gómez, J.C., Sempere-Valverde, J., González, A.R., Martínez-Chacón, M., Olaya-Ponzzone, L., Sánchez-Moyano, E., Ostalé-Valriberas, E., Megina, C., 2020. From exotic to invasive in record time: The extreme impact of *Rugulopteryx okamurae* (Dictyotales, Ochrophyta) in the strait of Gibraltar. *Sci. Total Environ.* 704, 135408. Doi: [10.1016/j.scitotenv.2019.135408](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135408)
- Gutiérrez-Gamboa G, Romanazzi G, Garde-Cerdán T, Pérez-Álvarez EP. (2019) A review of the use of biostimulants in the vineyard for improved grape and wine quality: effects on prevention of grapevine diseases. *J Sci Food Agric.* 99(3):1001-1009. Doi: [10.1002/jsfa.9353](https://doi.org/10.1002/jsfa.9353)
- Hernández-Herrera, R., Santacruz-Ruvalcaba, F., Zañudo-Hernández, J., Hernández-Carmona, G., (2016). Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. *Journal of Applied Phycology.* Doi: [10.1007/s10811-015-0781-4](https://doi.org/10.1007/s10811-015-0781-4)
- Jindo, K., Goron, T. L., Pizarro-Tobías, P., Sánchez-Monedero, M.Á., Audette, Y., Deolu-Ajayi, A. O., et al. (2022). Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Front. Plant Sci.* 13. Doi: [10.3389/fpls.2022.932311](https://doi.org/10.3389/fpls.2022.932311)
- Romanazzi, G., Mancini, V., Feliziani E., Servili, A., Endeshaw, S. (2016) Impact of Alternative Fungicides on Grape Downy Mildew Control and Vine Growth and Development. Doi: [10.1094/PDIS-05-15-0564-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-05-15-0564-RE)
- Zarraonaindia, I., et al., (2023). Holistic understanding of the response of grapevines to foliar application of seaweed extracts. *Front. Plant Sci.*, 14, 1119854 (2023) *Front. Plant Sci.* Doi: [10.3389/fpls.2023.1119854](https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1119854)