IVES Technical Reviews
viña & vino

https://doi.org/10.20870/IVES-TR.2025.9359

¿Compostaje de hojas de vid para reducir el inóculo primario de *Plasmopara viticola* en el viñedo?

Eva Courchinoux✉[1], Pierre-Adrien Roux[2], Marie Rodriguez[1], Isabelle Demeaux[1], Séverine Dupin[2], Laurent Deliere[1], Marc Raynal[3], Charlotte Poeydebat[4*]

[1] INRAE, Bordeaux Sciences Agro, SAVE, ISVV, 33140, Villenave-d'Ornon, France
[2] Chambre d'agriculture de la gironde - Pôle Viticulture-ŒEnologie — Vinopôle Bordeaux-Aquitaine - 33295 Blanquefort Cedex France
[3] IFV, UMT Seven, 33140 Villenave-d'Ornon, France
[4] Bordeaux Sciences Agro, INRAE, SAVE, ISVV, 33140 Villenave-d'Ornon, France

El mildiu causado por el oomiceto *Plasmopara viticola* es una de las enfermedades más dañinas que afectan a los viñedos. Los problemas actuales en torno al uso de productos fitosanitarios están impulsando la evaluación de estrategias de protección que incluyan medidas para prevenir los riesgos epidémicos. El proyecto PROFIL pretende prolongar el periodo de control contra este oomiceto hasta el período invernal.

Reducción del inóculo primario de *Plasmopara viticola* por medidas profilácticas

En otoño, la reproducción sexual de *P. viticola* da lugar a la formación de oosporas en las hojas. Una vez en el suelo, estas formas invernantes pueden sobrevivir varios años y constituir el inóculo primario de futuras epidemias. La reducción del inóculo primario mediante la exportación del follaje fuera del viñedo después de la cosecha (*e.g.*, arrancándolo o recogiéndolo del suelo) es una forma de limitar la acumulación de inóculo a lo largo del tiempo y reducir la presión epidémica. Una de las acciones del proyecto consiste en evaluar el efecto del compostaje sobre la viabilidad de las oosporas, de manera de poder devolver al viñedo la materia orgánica saneada.

Efecto de las altas temperaturas sobre la viabilidad de las oosporas de *P. viticola*

Durante el proceso de compostaje, la materia orgánica se descompone por diversos procesos fisicoquímicos y por la acción de microorganismos, lo que provoca un aumento de la temperatura. Durante esta fase denominada «termófila», la temperatura del compost puede superar los 70°C. De todas las reacciones que pueden observarse en el compost, el efecto de la temperatura es el más fácil de controlar[1] [2].

Para evaluar el efecto de las altas temperaturas sobre la capacidad germinativa de las oosporas, en otoño del 2021 se recolectaron hojas de vid (variedad merlot) que contenían oosporas y se dividieron (en forma de discos de hojas) en 15 muestras (3 modalidades y 5 réplicas). Durante un mes, 5 de las muestras se colocaron en un horno húmedo a 50°C y otras 5 en las mismas condiciones, pero a 70°C. Las 5 últimas, como controles, se mantuvieron en condiciones naturales sobre el suelo durante el mismo periodo. Una prueba biológica permitió analizar la capacidad germinativa de las oosporas al salir del horno (marzo), a un mes (abril) y dos meses después (mayo): i) las hojas se pusieron en condiciones de temperatura y humedad óptimas para la germinación de las oosporas (*i.e.*, 20°C en oscuridad e inmersas en agua); ii) se capturan las zoosporas liberadas utilizando discos de hojas de vid susceptibles (discos trampa) y iii) se evalúa la viabilidad de las oosporas caracterizando el grado de infección de los discos de hojas incubados en condiciones óptimas de esporulación (*i.e.*, 20°C alternando 12 h de día/12 h de noche, 100 % de humedad)[3] [4].

En promedio, el 28,6 ± 4,2 % (desviación estándar) de los discos trampa de control (n = 350) estaban infectados. No se observó ninguna infección en las muestras pasadas al horno (Figura 1, n = 700). Por lo tanto, estos resultados parecen indicar que las oosporas de *P. viticola* pierden su capacidad germinativa cuando son expuestas durante 1 mes a temperaturas como las que se alcanzan durante la fase termófila del compost.

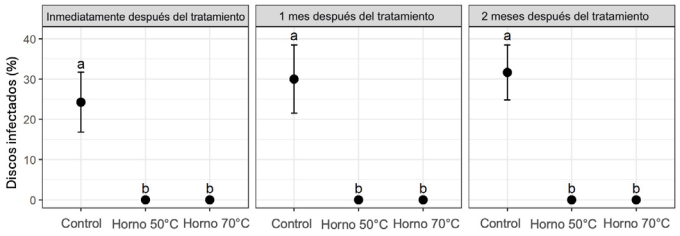


FIGURA 1. Porcentaje de discos trampa infectados utilizados como indicador de la capacidad germinativa de las oosporas contenidas en muestras de hojas de vid, invernadas en condiciones naturales (control) o colocadas durante 1 mes en un horno a 50°C o 70°C. Letras diferentes indican diferencias significativas.

Efecto de la temperatura sobre la viabilidad de las oosporas en condiciones reales de compostaje

Tras este primer resultado en condiciones controladas, se evaluó el efecto sobre la capacidad germinativa de las oosporas en condiciones reales utilizando un compost de 50 m^3 compuesto principalmente de sarmientos de vid y de hierba cortada, volteado y regado mensualmente. En otoño del 2022 se recolectaron hojas de vid que contenían oosporas, se trituraron y homogeneizaron, se distribuyeron uniformemente en 30 bolsas de tela para cerner (malla de 11 µm, suficientemente fina como para contener el material de ensayo) y se colocaron en la pila de compost. Estas bolsas se enterraron en marzo de 2023 a diferentes profundidades para tener en cuenta la estratificación vertical de la temperatura. Doce muestras se mantuvieron allí durante 3 meses, de marzo a mayo, y otras doce durante 4 meses, hasta junio (4 repeticiones por modalidad: duración x profundidad). Se tomaron lecturas térmicas en distintos puntos de los 3 niveles de compost cada 1 o 2 semanas (Figura 2). Como control, se colocaron en condiciones naturales en el suelo, cerca de la pila de compost, seis bolsas de virutas de hojas del mismo lote (4 repeticiones por duración). El compost alcanzó una media de 60°C al inicio y se mantuvo por encima de 50°C durante dos meses. A continuación, las temperaturas descendieron, fluctuando entre 37°C y 54°C según la zona, hasta que se tomaron las primeras muestras a mediados de mayo. En el centro del compost, la temperatura nunca bajó de 50°C. Las temperaturas alcanzadas se ajustan a las esperadas en un compost para su higienización natural[2].

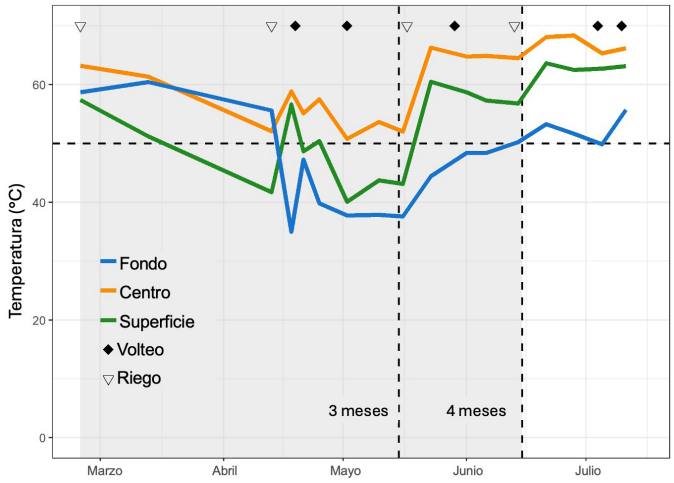


FIGURA 2. Evolución de la temperatura promedio de diferentes capas de compost: a nivel del suelo - fondo (azul), en el centro (naranja) y en la superficie (verde) de la pila, desde su instalación en febrero de 2023 hasta julio de 2023. El periodo sombreado corresponde al periodo durante el cual las muestras estuvieron presentes en la pila de compost. Los eventos de volteo y riego de la pila de compost se indican mediante los rombos negros y los triángulos blancos, respectivamente. Las líneas punteadas verticales indican las fechas de retirada de los lotes. La línea punteada horizontal corresponde a 50°C, la temperatura mínima probada bajo condiciones controladas (horno).

La capacidad germinativa de las oosporas presentes en las muestras compostadas y de control se evaluó mediante el ensayo biológico descrito anteriormente.

No se observó ninguna infección en los discos trampa en contacto con las oosporas colocadas en el compost (n = 960), independientemente de la duración y la profundidad de enterrado (Figura 3). Por el contrario, en las bolsas de inóculo de control, se infectaron el 11,5 ± 3,98 % (desviación estándar) y el 2,84 ± 1,48 % (desviación estándar) de los discos trampa en mayo (n = 160) y junio (n = 160), respectivamente (se sabe que la tasa de germinación de las oosporas disminuye tras un pico en abril). Sin embargo, la esporulación en los controles fue menor que en el año anterior debido a un inóculo inicial diferente, siendo la presión del mildiu menor en 2022 que en 2021.

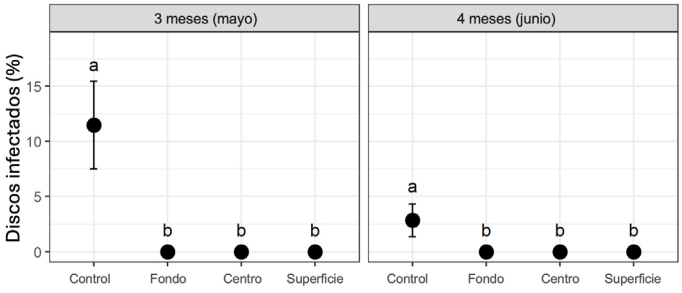


FIGURA 3. Porcentaje de discos trampa infectados como indicador de la viabilidad de las oosporas contenidas en muestras de hojas de vid invernadas en condiciones naturales (control; n = 4) o puestas durante 3 o 4 meses en compost a tres profundidades: en el fondo de la pila (n = 4), en el centro de la pila (n = 4) o en la superficie de la pila de compost (n = 4).

Las oosporas de *P. viticola* contenidas en las hojas de vid parecen perder su capacidad germinativa tras pasar 3 o 4 meses en compost mantenido a temperaturas de entre 40 y 70°C.

Un método profiláctico prometedor que debe reforzarse e integrarse en una estrategia preventiva global

Nuestros ensayos mostraron una inhibición de la germinación de las oosporas de *Plasmopara viticola* tras un periodo a altas temperaturas, tanto en condiciones controladas como en condiciones reales de compostaje. Por lo tanto, el compostaje de hojas de vid extraídas de las parcelas en otoño parece ser eficaz para limitar el poder infeccioso del inóculo primario del mildiu en las vides, y la materia orgánica saneada puede devolverse al viñedo. Aunque el estudio se centra en el parámetro «temperatura», la composición, las propiedades intrínsecas y la gestión del compost son puntos indispensables para asegurar el éxito de este método de lucha contra las formas de conservación invernal del mildiu de la vid[1 5 6 7].

El sistema de compostaje de las hojas de vid, basado en la reducción del inóculo primario de *P. viticola*, podría formar parte de un enfoque global de gestión preventiva de las epidemias de mildiu.

Se está desarrollando un método de deshojado mecánico para eliminar la biomasa foliar contaminada de las zonas significativas en otoño, y se está trabajando en los efectos sobre la fisiología de la vid y la calidad de la cosecha. Ya se perfeccionó un método para medir el inóculo de mildiu en el suelo[4] con el fin de evaluar el saneamiento progresivo de los suelos de los viñedos.

Si esta práctica de extracción-compostaje permite efectivamente reducir la presión epidémica, podría limitar el uso de fungicidas de síntesis y dar más valor a las estrategias de protección basadas en productos de biocontrol, que siguen siendo más difíciles de controlar que los fungicidas tradicionales, al tiempo que favorecería el compostaje de los sarmientos (en lugar de quemarlos), contribuyendo a la fertilización orgánica de los viñedos. ■

Agradecimientos: *El proyecto PROFIL es financiado por la OFB en el marco de la convocatoria de propuestas de I+D+i del plan Ecophyto 2+: «Enfoques globales para limitar el uso de productos fitofarmacéuticos: acoplar lo preventivo y lo curativo en el rubro, desde los agricultores hasta los consumidores». Los autores expresan su agradecimiento a los miembros de la Cámara de Agricultura de Gironda, del IFV, de la Unidad Experimental Vid-Vino de Burdeos (INRAE) y del Agrocampus Bordeaux Gironde (liceo vitícola de Libourne-Montagne) que participaron en los experimentos.*

1 Bollen, G. J., Volker, D., & Wijnen, A. P. (1989). Inactivation of soil-borne plant pathogens during small-scale composting of crop residues. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 95, 19-30. https://doi.org/10.1007/BF01974281

2 Hoitink, H. A., & Fahy, P. C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual review of Phytopathology*, 24(1), 93-114. https://doi.org/10.1146/annurev.py.24.090186.000521

3 Hill, G.K. (1998). Studies on the germination of *Plasmopara viticola* oospores with a floating disc test. Integrated Control in Viticulture. Vol. 21 (2) IOBC OILB.

4 Poeydebat C., Courchinoux E., Demeaux I., Rodriguez M., Chataigner A., Lelièvre, Goutouly J.-P., Rossi J.-P., Raynal M., Delière M., Delmotte F, 2024. Quantitative assessment and spatial distribution of *Plasmopara viticola* oospores in vineyard soil. *bioRxiv*, https://doi.org/10.1101/2024.07.29.605284

5 Ylimäki, A., Toiviainen, A., Kallio, H., & Tikanmäki, E. (1983). Survival of some plant pathogens during industrial-scale composting of wastes from a food processing plant. *Annales Agriculturae Fenniae*, 1983, Vol. 22, No. 2, 77-85 ref. 11

6 Larbi, M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques (Doctoral dissertation, Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, CH-Frick; l'Université de Neuchâtel). https://orgprints.org/id/file/54614

7 Mehta, C. M., Palni, U., Franke-Whittle, I. H., & Sharma, A. K. (2014). Compost: its role, mechanism and impact on reducing soil-borne plant diseases. *Waste management*, 34(3), 607-622. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.11.012

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.