



# Estudio espacializado del decaimiento de la vid en cuarteles Cabernet Sauvignon y Chardonnay\*

## *Spatialized Study of Grapevine Trunk Disease in Cabernet and Chardonnay Vineyards*

Karen Farías Muñoz, Carolina Pañitrur De la Fuente, Gastón Gutiérrez-Gamboa, Miguel Araya-Alman, Nicolás Verdugo-Vásquez, César Acevedo-Opazo, Mauricio Lolas y Héctor Valdés-Gómez<sup>1</sup>

### Resumen

Las enfermedades fúngicas de la madera de la vid (EMVs) están entre los problemas fitosanitarios más dañinos en la industria vitivinícola; entre los principales síntomas observados en campo destaca una reducción drástica de la productividad, calidad y longevidad de los viñedos. Determinamos la distribución espacial y la incidencia y severidad del decaimiento por *Botryosphaeria* en cinco cuarteles Cabernet Sauvignon y tres de Chardonnay podadas pitón y cargador, respectivamente. Las mediciones se efectuaron planta por planta y cada punto de muestreo fue georreferenciado usando un DGPS. Por otro lado, se determinó el potencial de xilema de las vides en tres mediciones durante la temporada. El decaimiento de la vid presentó una importante variabilidad a nivel intrapredial en Cabernet Sauvignon y la severidad se expresa de forma radial; la incidencia de la enfermedad en Chardonnay tendió a encontrarse hacia un lado de los cuarteles. A su vez, la incidencia y la severidad de la enfermedad fue mayor en los cuarteles Cabernet Sauvignon que en los de Chardonnay (43% y 13% de plantas afectadas, respectivamente). De acuerdo con el potencial de xilema, las vides Cabernet Sauvignon estuvieron sometidas a mayor nivel de estrés hídrico que las vides Chardonnay a lo largo del estudio. Es posible sugerir que existe una respuesta varietal a la enfermedad y que la poda y el estrés hídrico pueden aumentar la susceptibilidad de las vides a las enfermedades de la madera asociadas a especies de la familia *Botryosphaeriaceae*.

**Palabras clave:** enfermedades de la madera, dispersión espacial radial, poda en cargadores, poda en pitones, viticultura.

---

<sup>1</sup> Karen Farías Muñoz: Universidad de Talca, Talca, ORCID 0000-0001-6984-7590, Chile, [kafariasm@gmail.com](mailto:kafariasm@gmail.com); Carolina Pañitrur De la Fuente: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, La Serena, Chile, ORCID 0000-0002-9510-7331, [carolina.panitrur@inia.cl](mailto:carolina.panitrur@inia.cl); Gastón Gutiérrez-Gamboa: Universidad Mayor, Santiago, Chile, ORCID 0000-0003-3207-850X, [gaston.gutierrez@umayor.cl](mailto:gaston.gutierrez@umayor.cl); Miguel Araya-Alman: Universidad Católica del Maule, Curicó, Chile, ORCID 0000-0002-4548-6927, [marayaa@ucm.cl](mailto:marayaa@ucm.cl); Nicolás Verdugo Vásquez: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, La Serena, Chile, ORCID 0000-0002-0016-5644, [nicolas.verdugo@inia.cl](mailto:nicolas.verdugo@inia.cl); César Acevedo Opazo: Universidad de Talca, Talca, Chile, ORCID 0000-0002-4118-5449, [cacevedo@utalca.cl](mailto:cacevedo@utalca.cl); Mauricio Lolas: Universidad de Talca, Talca, Chile, ORCID 0000-0002-5438-173X, [mlolas@utalca.cl](mailto:mlolas@utalca.cl); Héctor Valdés Gómez: Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, ORCID 0000-0002-5236-4426, [hevaldes@uc.cl](mailto:hevaldes@uc.cl)

### Abstract

Grapevine trunk diseases (GTDs) are one of the most damaging phytosanitary problems in the wine industry. The main symptoms observed in the vineyard are a drastic reduction in productivity, quality, and longevity of the vines. Spatial distribution, and incidence and severity of GTDs was determined in five Cabernet Sauvignon and three Chardonnay vineyards pruned in spurs and canes, respectively. Measurements were made plant by plant and each sampling point was georeferenced using a DGPS. On the other hand, the stem water potential was determined on vines in three measurements during the season. GTDs presented an important variability at the intra-farm level mostly in Cabernet Sauvignon, and disease severity was expressed radially. The incidence of the disease in Chardonnay tended to be towards one side of the vineyards. The incidence and severity of the disease was higher in the Cabernet Sauvignon (42% of plants affected) than in Chardonnay (13% of plants affected). Cabernet Sauvignon vines were subjected to a higher level of water stress than the Chardonnay vines throughout the growing season based onto stem water potential values. We can suggest that there is varietal response to GTDs and pruning and water stress can increase the susceptibility of vines to GTDs.

**Keywords:** grapevine trunk diseases, radial spatial dispersion, cane pruning, spur pruning, viticulture.

RECIBIDO: 12/07/2021 · ACEPTADO: 24/03/2022 · PUBLICADO: 01/01/2023

## Introducción

En la actualidad, las enfermedades de la madera (EMVs) son uno de los problemas fitosanitarios más destructivos en la viticultura, ya que no existen estrategias efectivas de control (Cholet *et al.*, 2021). Las EMVs son un grupo de enfermedades de la vid causadas por varios patógenos fúngicos que viven y colonizan la madera de los órganos perennes, causando necrosis de la madera e infecciones a nivel vascular (Mondello *et al.*, 2018). Las vides afectadas muestran un declive general y progresivo a lo largo del tiempo, debido principalmente a la pérdida de su productividad, provocada por la muerte de las estructuras permanentes y no permanentes de la vid (Gramaje *et al.*, 2017; Mondello *et al.*, 2018). Sin embargo, los daños empiezan a ocurrir una vez que se aprecian los primeros síntomas foliares, ya que las vides disminuyen drásticamente su flujo de savia y su transpiración, viéndose perjudicada la capacidad hidráulica de la planta (Ouadi *et al.*, 2019).

La poda es una de las actividades más importantes que se efectúan en la producción de uva (Keller, 2020). Dicha práctica permite reducir la parte aérea de la vid para mejorar el rendimiento y la calidad de la uva mediante el control del número de yemas latentes que quedan por cepa (Faúndez-López *et al.*, 2021). Sin embargo, las heridas de poda son el punto de infección primario de las EMVs en la planta (Gramaje *et al.*, 2017). En este sentido, el momento y la intensidad de la poda determinan la susceptibilidad de las vides a las infecciones causadas por EMVs (Luque *et al.*, 2014). Recientemente se ha demostrado que existe un alto porcentaje de infección por EMV en vides podadas en invierno en comparación a las podadas en otoño (Martínez-Diz *et al.*, 2020); por tanto, a partir de todo lo mencionado anteriormente, es posible inferir que las vides podadas en pitones podrían tener una mayor susceptibilidad a las EMVs comparado a las vides podadas en cargadores.

Durante los últimos años se ha acrecentado el uso del estrés hídrico como estrategia para mejorar la calidad de la uva dentro de la industria vitivinícola nacional y para optimizar el riego, ante los recurrentes periodos de sequía en la zona central de Chile. Sin embargo, a partir de información empírica, se ha podido observar un aumento importante en la incidencia de EMVs, especialmente dentro de los cuarteles manejados con un alto nivel de estrés hídrico. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, este trabajo tuvo por objetivo estudiar la variabilidad espacial del decaimiento de la vid en cuarteles Cabernet Sauvignon podados en pitones, y en cuarteles Chardonnay podados en cargadores, mediante georreferenciación de plantas y cartografías de su incidencia y severidad.

## **Materiales y métodos**

### ***Sitio experimental y material vegetal***

El estudio se realizó en la Estación Experimental Panguilemo perteneciente a la Universidad de Talca y localizada en el Valle del Maule, Chile (35°22.2' S, 71°35.39' E, WGS84, a 121 m.s.n.m.) durante la temporada 2011-2012. Para el desarrollo del ensayo se evaluó la presencia del decaimiento de la vid en cinco cuarteles de Cabernet Sauvignon (superficies entre 0,5 a 2,0 ha) y en tres cuarteles Chardonnay (superficies entre 0,4 a 1,6 ha). Los cuarteles Cabernet Sauvignon fueron plantados en 1998 con plantas sin injertar, usando una distancia de plantación de 1,50 y 3,00 m sobre y entre hileras, respectivamente. Los cuarteles Chardonnay fueron plantados en 1994 con plantas sin injertar, usando un marco de plantación de 1,25 y 3,00 m sobre y entre hileras, de forma respectiva. Los cuarteles Cabernet Sauvignon y Chardonnay fueron plantados con una orientación este a oeste y las vides fueron conducidas en espaldera vertical simple con una altura de 2 m de altura.

### ***Características edafoclimáticas del ensayo***

El clima predominante del sitio de estudio es de tipo Mediterráneo semiárido con una temperatura media anual de 14,9 °C, temperatura máxima media de 30,8 °C en enero y una temperatura mínima media de 3,8 °C en julio. El periodo libre de heladas de la zona es de siete meses. La precipitación anual de la zona es de 679 mm aproximadamente (Gutiérrez-Gamboa *et al.*, 2019), concentrándose principalmente en los meses de invierno (Verdugo-Vásquez *et al.* 2018). El sitio de estudio presenta dos tipos de suelo, la serie Talca (orden alfisol) y la serie de suelo San Rafael (orden Mollisol). La serie Talca se caracteriza por ser un suelo sedimentario de textura franca a franco-arcillosa y moderadamente profundo (50-90 cm), con ligeras limitaciones por drenaje dificultoso (Ortega-Fariás *et al.*, 2002). La serie San Rafael es un suelo sedimentario de textura franco-arcillosa, moderadamente profundo (50-90 cm) y posee drenaje pobre y lenta permeabilidad (Ortega-Fariás *et al.*, 2002). Otras características agronómicas de los sitios de estudio pueden observarse en los artículos publicados por Verdugo-Vásquez *et al.* (2016) y por Acevedo-Opazo *et al.* (2013). Las vides fueron regadas de acuerdo con las consideraciones expuestas por Acevedo-Opazo *et al.* (2013). Los viñedos se manejaron utilizando las prácticas agrícolas estándar para viñedos comerciales en el centro de Chile, en relación con el manejo de dosel, de fertilización, de control de plagas y de enfermedades, de poda y de irrigación. Estas prácticas fueron similares en todos los cuarteles en estudio.

### **Mediciones del estado hídrico de la planta**

El potencial hídrico de xilema ( $\Psi_s$ ) se midió utilizando una cámara de presión de tipo Scholander (PMS Instrument Co., modelo 600, Corvallis, Oregon, EE.UU.), de acuerdo con el protocolo establecido por Acevedo-Opazo *et al.* (2013) y por Gutiérrez-Gamboa *et al.* (2019). De esta forma, ocho hojas completamente expandidas y expuestas al sol obtenidas de nueve hileras en cada cuartel se envolvieron en una película de plástico transparente y en papel de aluminio durante al menos dos horas, para lograr un equilibrio entre el potencial de xilema de la hoja y la planta. Las mediciones se realizaron en plantas Cabernet Sauvignon y Chardonnay entre las 12:00 y las 14:00 horas a los 28, 71 y 86 días después de floración.

### **Georreferenciación de los cuarteles**

Se usó un Sistema de Posicionamiento Global con Señal Diferencial (DGPS, Pathfinder Pro XRS, Trimble) para determinar la ubicación geográfica de los sitios de muestreo y el contorno de cada cuartel de estudio. El DGPS permitió obtener la ubicación geográfica de cada vid en tres dimensiones, latitud (x), longitud (y) y altitud (z) con errores de medición sub-métricos. La información obtenida fue utilizada para realizar análisis espacializados de los datos tomados en campo, mediante la generación de cartografías temáticas de la variable de interés muestreada. Dentro de cada cuartel se definió una grilla en donde cada planta consistió en un sitio de medición.

### **Estudio de la distribución espacial del decaimiento de la vid**

Realizamos mediciones de la incidencia (número de plantas infectadas en relación a las plantas totales de cada cuartel) y de la severidad (porcentaje de la planta afectada) de la enfermedad en vides Cabernet Sauvignon y Chardonnay a través de observación visual de cada planta, las cuales se asociaron a cada punto georreferenciado al interior de todos los cuarteles en estudio. Distintos índices se usaron para caracterizar el decaimiento de la vid en cada uno de los cuarteles en estudio. Se calculó la incidencia media de la enfermedad por vid y la severidad media de las plantas de acuerdo con la escala evaluativa mostrada en la Tabla 1. Con el apoyo de un DGPS, se marcaron todas las plantas de cada uno de los cuarteles Cabernet Sauvignon y Chardonnay, relacionando cada medición con la escala de severidad de la enfermedad expuesta en Tabla 1.

**Tabla 1.** Escala de severidad de acuerdo con el porcentaje de decaimiento de la vid en plantas Cabernet Sauvignon y Chardonnay

*Table 1. Severity scale according to the percentage of GTDs in Cabernet Sauvignon and Chardonnay vines*

<b>Escala de severidad</b>	<b>Decaimiento de la vid (%)</b>
1	0
2	1 a 25
3	26 a 50
4	51 a 75
5	76 a 100

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

## Elaboración de cartografías

Las cartografías de todos los cuarteles se realizaron usando el programa 3DField (versión 2.9.0.0., Copyright 1998-2007, Vladimir Galouchko, Rusia). Se utilizó una interpolación de kriging en bloque con un variograma global para interpolar los datos, lo que se llevó a cabo usando el programa 3DField. Las cartografías fueron realizadas mediante distancia inversa ponderada en conjunto con un análisis jerárquico experto. Los rangos de los valores usados fueron definidos de manera isoelectiva. Para efectos del presente estudio, solo se mostrarán las cartografías de dos cuarteles de Chardonnay.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico de los parámetros evaluados se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA unidireccional), usando el software Statgraphics Centurion XVI.I (Virginia, EE.UU.). Las diferencias entre las muestras fueron comparadas mediante la prueba de Duncan con un nivel de probabilidad del 95%.

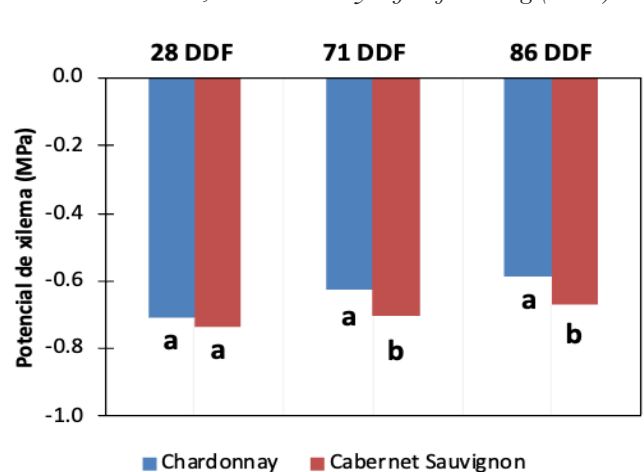
## Resultados y discusión

### Estado hídrico de las vides Cabernet Sauvignon y Chardonnay

La Figura 1 muestra el potencial de xilema de las vides Cabernet Sauvignon y Chardonnay. No hubo diferencias estadísticas a los 28 días después de floración en el potencial de xilema entre las vides Cabernet Sauvignon y Chardonnay. Sin embargo, se puede observar que a los 71 y 86 días después de floración, las vides Cabernet Sauvignon tenían un mayor estrés hídrico que las plantas Chardonnay.

**Figura 1.** Potencial de xilema (MPa) de las vides Chardonnay y Cabernet Sauvignon medidos a 28, 71 y 86 días después de floración (DDF)

*Figure 1. Stem water potential (MPa) in Chardonnay and Cabernet Sauvignon vines measured at 28, 71 and 86 days after flowering (DAF)*



Días después de floración (DDF). Distintas letras ubicadas en las barras de cada fecha de medición representan diferencias estadísticas (prueba LSD, valor  $p = 0.05$ ). Cada barra corresponde al promedio obtenido en los cuarteles de cada variedad. Fuente: elaboración propia. Days after flowering (DDF in Spanish). Different letters located in the bar graphs of each measurement date represent statistical differences (LSD test, value  $p = 0.05$ ). Each bar corresponds to the average obtained in the quarters of each variety. Source: own elaboration.

### ***Incidencia del decaimiento de la vid en Cabernet Sauvignon y Chardonnay***

La Tabla 2 muestra la incidencia de decaimiento de la vid para los cuarteles Cabernet Sauvignon y Chardonnay bajo estudio. La incidencia de la enfermedad en los cuarteles Cabernet Sauvignon varió entre un 30,3 y un 55,1%, mientras que en los cuarteles Chardonnay, la incidencia de la enfermedad varió entre un 11,7 y un 14,1%. De esta forma, el número total de plantas enfermas fluctuó entre 674 y 1.225 de un total de 2.222 plantas en la variedad Cabernet Sauvignon, mientras que el número de plantas enfermas varió entre 312 y 375 de un total de 2.667 plantas en la variedad Chardonnay. Por lo tanto, todos los cuarteles pertenecientes a la variedad Cabernet Sauvignon tuvieron una mayor incidencia de decaimiento de la vid en comparación a los cuarteles de la variedad Chardonnay.

**Tabla 2.** Información relativa a la incidencia de decaimiento de la vid en los cuarteles Cabernet Sauvignon y Chardonnay en estudio

*Table 2. Information about incidence of GTDs in the Cabernet Sauvignon and Chardonnay vineyards under study*

Cuartel	Variedad	Total plantas por ha	Plantas enfermas por ha	Plantas enfermas (%)	Plantas sanas por ha	Plantas sanas (%)
1	Cabernet Sauvignon	2.222	1.032	46,5	1.190	53,6
2	Cabernet Sauvignon	2.222	1.225	55,1	998	44,9
3	Cabernet Sauvignon	2.222	993	44,7	1.229	55,3
4	Cabernet Sauvignon	2.222	836	37,6	1.387	62,4
5	Cabernet Sauvignon	2.222	674	30,3	1.549	69,7
1	Chardonnay	2.667	375	14,1	2.292	85,9
2	Chardonnay	2.667	312	11,7	2.355	88,3
3	Chardonnay	2.667	368	13,8	2.299	86,2

Fuente: elaboración propia. Source: own elaboration.

Por su parte, la Tabla 3 muestra la incidencia promedio del decaimiento de la vid en las variedades Cabernet Sauvignon y Chardonnay. En este caso, se puede observar una marcada incidencia de la enfermedad en Cabernet Sauvignon (43% de incidencia de la enfermedad) por sobre Chardonnay (13% de incidencia de la enfermedad).

**Tabla 3.** Incidencia promedio de decaimiento de la vid en Cabernet Sauvignon y Chardonnay

*Table 3. Average incidence of GTDs in Cabernet Sauvignon and Chardonnay varieties*

Variedad	Plantas enfermas (%)
Cabernet Sauvignon	42,8±9,4b
Chardonnay	13,2±1,3a

Distintas letras ubicadas en la misma columna representan diferencias estadísticas de las medias (prueba LSD, valor  $p = 0.05$ ). Fuente: elaboración propia. Different letters located in the same column represent statistical differences of the means (LSD test, value  $p = 0.05$ ). Source: own elaboration.

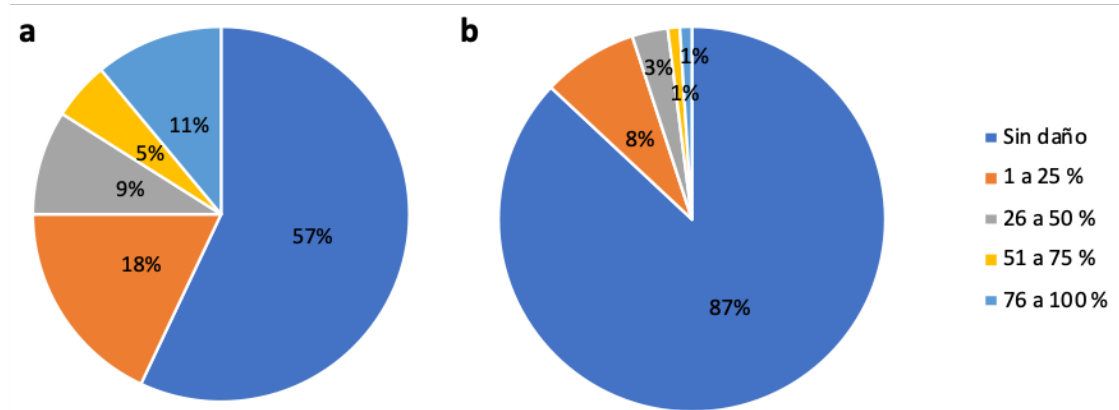
### **Severidad del decaimiento de la vid en Cabernet Sauvignon y Chardonnay**

A continuación, la Figura 2 muestra la severidad del decaimiento de la vid en las vides Cabernet Sauvignon (Figura 2a) y Chardonnay (Figura 2b) bajo estudio. De acuerdo con los resultados mostrados, un 57% de las plantas Cabernet Sauvignon no presentaron daños por esta enfermedad. De las plantas restantes, un 18% presentaron daños de hasta un 25% de la enfermedad, un 9% de las plantas mostraron daños entre un 25 y un 50% de la enfermedad, un 5% de las plantas presentaron daños de entre un 50 a un 75% de la enfermedad, mientras que un 11% mostraron el mayor nivel de severidad, es decir, entre un 75 a 100% de la enfermedad. En las vides Chardonnay, un 87% de las plantas no presentaron daños de decaimiento de la vid. De las plantas restantes, un 8% de las plantas presentaron un daño de hasta un 25% de la enfermedad, un 3% de las plantas mostraron daños entre un 25 y un 50% de la enfermedad, mientras que un 2% de las plantas presentaron daños superiores a un 50% de la enfermedad.

Fontaine *et al.* (2015) mencionan que existe una diversa susceptibilidad varietal frente a las EMVs. En este sentido, en un estudio preliminar se demostró que Cabernet Sauvignon, Chasselas, Chenin, Cinsaur, Mauzac, Muscadelle, Négrette, Sauvignon y Ugni Blanc fueron variedades muy sensibles a las EMVs, mientras que Alicante Bouschet, Chardonnay, Gewürztraminer y Jurançon son susceptibles (Bertsch *et al.*, 2012). Por otro lado, variedades como Cabernet Franc, Carignan, Colombard, Duras, Gamay, Malbec, Mourvèdre, Pinot Meunier y Portugais Bleu son maderablemente susceptibles a las EMVs, mientras que Aligoté, Merlot, Sémillon, Sylvaner, Grolleau y Petit Verdot son tolerantes (Bertsch *et al.*, 2012). En un estudio similar, se determinó que las variedades Monastrell, Graciano, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Syrah, Moscatel de Alejandría, Sauvignon Blanc, y Airén presentaron una alta susceptibilidad a las EMVs, mientras que otras como Petit Verdot, Pinot Noir, Chardonnay, y Riesling se consideraron como tolerantes (Chacón-Vozmediano *et al.*, 2021).

Por otro lado, las vides Cabernet Sauvignon estaban podadas en pitón, mientras que las vides Chardonnay en cargador. Se ha demostrado que el área de superficie expuesta de heridas de poda, en vides podadas en cargador, fue de entre un 21% a un 33% menor comparado a las vides podadas en pitón (Henderson *et al.*, 2021). Esto dio lugar a que la incidencia de síntomas foliares y severidad de la enfermedad fuera un 50 y un 38% menor en las vides podadas en cargador comparadas a las de pitón (Henderson *et al.*, 2021).

**Figura 2.** Severidad (%) del decaimiento de la vid en vides (a) Cabernet Sauvignon y (b) Chardonnay  
*Figure 2. Severity (%) of GTDs (a) Cabernet Sauvignon and (b) Chardonnay vines*



La escala de severidad varía entre 1 a 5 en donde 1: sin daño; 2: de 1 a 25% de daño; 3: de 26 a 50% de daño; 4: de 51 a 75% de daño y 5: de 76 a 100% de daño. Fuente: elaboración propia. The severity scale varies from 1 to 5 where 1: no damage; 2: 1 to 25% damage; 3: 26 to 50% damage; 4: 51 to 75% damage and 5: 76 to 100% damage. Source: own elaboration.

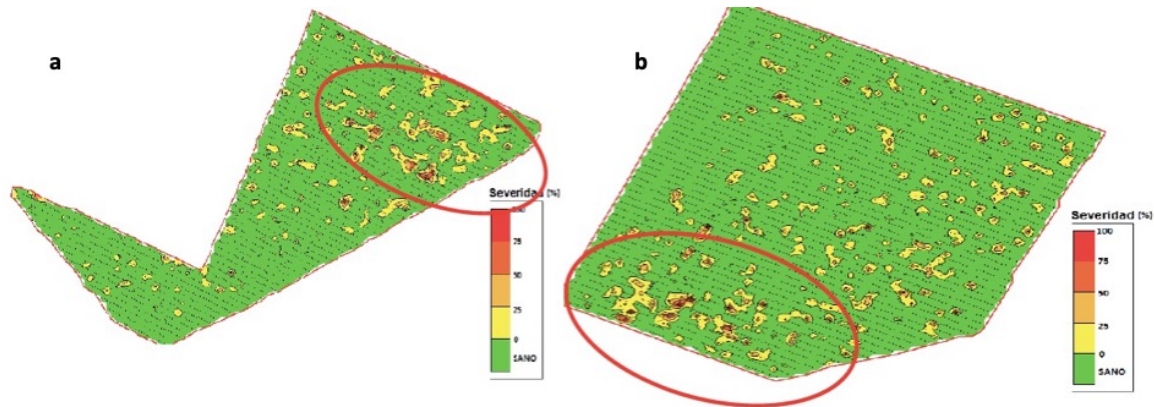
### **Caracterización de la variabilidad espacial de la enfermedad en cuarteles Chardonnay**

La Figura 3 muestra dos cartografías del decaimiento de la vid en dos cuarteles de la variedad Chardonnay. Las cartografías de los demás cuarteles, incluyendo los de Cabernet Sauvignon, no se muestran, pero presentan una variabilidad aleatoria, tal como es mostrado en Figura 3. En ambos cuarteles mostrados, el color predominante es el verde por lo que, en esta variedad, predominan las plantas sanas. Las zonas de mayor severidad de la enfermedad se pueden apreciar dentro de las zonas amarillas. En los cuarteles Cabernet Sauvignon, la distribución espacial de la enfermedad es aleatoria y se encuentra presente a lo largo del cuartel sin identificarse un patrón de distribución. Por otro lado, en la variedad Chardonnay, la distribución espacial de la enfermedad tiende a estar hacia un lado de la grilla, justo en donde existe mayor nivel de estrés hídrico (Figura 3). Sin embargo, se aprecian zonas con un mayor grado de incidencia, donde la enfermedad cubre una mayor superficie y, en ese caso, la enfermedad tiene una diseminación en forma radial. En relación con la dinámica espacial del inóculo, se ha demostrado que la dispersión de las esporas puede ocurrir mediante salpicaduras de agua, artrópodos y, a más larga distancia, mediante el viento (Mostert *et al.*, 2006; Moyo *et al.*, 2014; Gramaje *et al.*, 2020). Por otro lado, en condiciones controladas de campo, se ha demostrado el alto potencial de las tijeras de poda para diseminar los hongos de la madera (Agustí-Brisach *et al.*, 2015).

La aparición de zonas con un mayor número de plantas afectadas con la enfermedad puede estar asociada a la variabilidad espacial del cuartel en relación con las características de su suelo. En este sentido, Verdugo-Vásquez *et al.* (2016) mostró que la variabilidad espacial de la fenología y de la acumulación de sólidos solubles para el cuartel mostrado en la Figura 3b sigue un patrón similar al de la enfermedad mostrada. En este sentido, la zona que presentó mayor severidad de la enfermedad muestra una mayor fenología y acumulación de sólidos solubles. De este modo, es posible que las condiciones restrictivas de suelo pueden dar lugar a una mayor incidencia de la enfermedad, así como un avance de los estados fenológicos y una mayor acumulación de sólidos solubles.



**Figura 3.** Cartografías de severidad del decaimiento de la vid en dos cuarteles Chardonnay  
*Figure 3. Mapping of GTDs severity in two Chardonnay vineyards*



Los colores representan distintos niveles de severidad de la enfermedad. Verde: sin daño. Amarillo: de 0 a 25% de daño. Mostaza: de 25 a 50% de daño. Naranja: de 50 a 75% de daño. Rojo: de 75 a 100% de daño. Fuente: elaboración propia. The colors represent different levels of disease severity. Green: no damage. Yellow: 0 to 25% damage. Mustard: 25 to 50% damage. Orange: 50 to 75% damage. Red: 75 to 100% damage. Source: own elaboration.

Diversas investigaciones se han llevado a cabo para observar si el estado hídrico de las plantas puede afectar la susceptibilidad de estas en ser afectadas por las EMVs, aunque los resultados no son del todo concluyentes. Sosnowski *et al.* (2011) han observado que las vides cultivadas en macetas inoculadas con *Eutypa lata* sometidas a distintas temperatura y contenidos de humedad del suelo manifestaron síntomas foliares más severos. Estos autores mostraron, además, que estos factores por sí solos nunca produjeron síntomas severos de enfermedad. Por lo anterior, los autores sugieren que existe una mayor susceptibilidad a presentar síntomas severos de la enfermedad cuando existe un efecto acumulativo de estrés hídrico y térmico. Por otro lado, Sosnowski *et al.* (2020) demostraron que el déficit hídrico no aumentó la susceptibilidad de las heridas de poda de la vid a la infección por *E. lata* y *Diplodia seriata*, ni la colonización del tejido subyacente. De hecho, los autores sostienen que hay evidencia de una menor susceptibilidad a la colonización por *E. lata* en vides sometidas a un déficit hídrico severo.

## Conclusiones

El decaimiento de la vid mostró una distribución aleatoria no estructurada, especialmente en los cuarteles Cabernet Sauvignon. Por otro lado, la distribución espacial de la enfermedad en Chardonnay tiende a aparecer hacia un lado de la grilla en donde existe un mayor nivel de estrés hídrico en las plantas de acuerdo al trabajo empírico. Respecto a los datos entregados por las cartografías, a medida que la severidad de la enfermedad es mayor se puede observar una distribución espacial de forma radial. De acuerdo a esto, es posible que la dispersión de las esporas ocurra mediante salpicaduras de agua y artrópodos más que el uso de tijeras contaminadas. Por otra parte, los cuarteles Cabernet Sauvignon (43%) presentaron una mayor incidencia y severidad a enfermedades de la madera de la vid (EMVs) en comparación con los cuarteles Chardonnay (13%), lo que pudo estar determinado por el sistema de poda y por el estado hídrico de las plantas.

\*El presente artículo forma parte de la tesis de grado *Estudio espacializado del daño por enrollamiento clorótico en vides cv Cabernet Sauvignon y Chardonnay* de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Talca, Talca, Chile.

## Bibliografía

- Acevedo-Opazo, C.; Valdés-Gómez, H.; Taylor, J. A., Avalo, A., Verdugo-Vásquez, N., Araya, M., Jara-Rojas, F. y Tisseyre, B. (2013). "Assessment of an Empirical Spatial Prediction Model of Vine Water Status for Irrigation Management in a Grapevine Field". *Agricultural Water Management* 124: 58-68.  
DOI <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.03.018>
- Agustí-Brisach, C.; León, M.; García-Jiménez, J. y Armengol J. (2015). "Detection of Grapevine Fungal Trunk Pathogens on Pruning Shears and Evaluation of their Potential for Spread of Infection". *Plant Disease* 99: 976-981.  
DOI <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-14-1283-RE>
- Bertsch, C.; Ramírez-Suero, M.; Magnin-Robert, M.; Larignon, P.; Chong, J.; Abou-Mansour, E.; Spagnolo, A.; Clément, C. y Fontaine, F. (2012). "Grapevine Trunk Diseases: Complex and Still Poorly Understood". *Plant Pathology* 62(2): 243-265. DOI <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2012.02674.x>
- Chacón-Vozmediano, J.L.; Gramaje, D.; León, M.; Armengol, J.; Moral, J.; Izquierdo-Cañas, P.M. y Martínez-Gascuña, J. (2021). "Cultivar Susceptibility to Natural Infections Caused by Fungal Grapevine Trunk Pathogens in La Mancha Designation of Origin (Spain)". *Plants* 10: 1171. DOI <https://doi.org/10.3390/plants10061171>
- Cholet, C.; Bruez, É.; Lecomte, P.; Barsacq, A.; Martignon, T.; Giudici, M.; Simonit, M.; Rey, P.; Dubourdieu, D. y Gény, L. (2021). "Plant Resilience and Physiological Modifications Induced by Curettage of Esca-Diseased Grapevines". *OENO One* 55(1): 153-169. DOI <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2021.55.1.4478>
- Faúndez-López, P.; Delorenzo-Arancibia, J.; Gutiérrez-Gamboa, G. y Moreno-Simunovic, Y. (2021). "Pruning Cuts Affect Wood Necrosis but not the Percentage of Budburst or Shoot Development on Spur Pruned Vines for Different Grapevine Varieties". *Vitis* 60: 137-141. DOI <https://doi.org/10.5073/vitis.2021.60.137-141>
- Fontaine, F.; Pinto, C.; Vallet, J.; Clément, C.; Gomes, A.C. y Spagnolo, A. (2015). "The Effects of Grapevine Trunk Diseases (GTDs) on Vine Physiology". *European Journal of Plant Pathology* 144(4): 707-721. DOI <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0770-0>
- Gramaje, D.; Armengol, J.; Barajas, E.; Berbegal, M.; Chacón-Vozmediano, J.L.; Cibrian, J.; Díaz-Losada, E.; López-Manzanares, B.; Muñoz, R.; Martínez-Diz, M.P.; Rubio, J. y Següés, A. (2020). *Guía de enfermedades fúngicas de la madera de la vid*. Madrid, Grupo de Trabajo de Experimentación en Viticultura y Enología, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Gramaje, D.; Úrbez-Torres, J.R. y Sosnowski, M.R. (2017). “Managing Grapevine Trunk Diseases with Respect to Etiology and Epidemiology: Current Strategies and Future Prospects”. *Plant Disease* 102(1): 12-39. DOI <https://doi.org/10.1094/pdis-04-17-0512-fe>
- Gutiérrez-Gamboa, G., Pérez-Donoso, A. G., Pou-Mir, A., Acevedo-Opazo, C. y Valdés-Gómez, H. (2019). “Hydric Behaviour and Gas Exchange in Different Grapevine Varieties (*Vitis vinifera* L.) from the Maule Valley (Chile)”. *South African Journal of Enology and Viticulture* 40(2): 181-191. DOI <https://doi.org/10.21548/40-2-3224>
- Henderson, B.; Sosnowski, M.R.; McCarthy, M.G. y Scott, E.S. (2021). “Incidence and Severity of Eutypa Dieback in Grapevines are Related to Total Surface Area of Pruning Wounds”. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 27: 87-93. DOI <https://doi.org/10.1111/ajgw.12465>
- Keller, M. (2020). *The Science of Grapevines*. Tercera edición. Ámsterdam, Elsevier.
- Luque, J.; Elena, G.; Garcia-Figueres, F.; Reyes, J.; Barrios, G. y Legorburu, F.J. (2014). “Natural Infections of Pruning Wounds by Fungal Trunk Pathogens in Mature Grapevines in Catalonia (Northeast Spain)”. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 20: 134-143. DOI <https://doi.org/10.1111/ajgw.12046>
- Martínez-Diz, M. del P., Eichmeier, A., Spetik, M., Bujanda, R., Díaz-Fernández, Á., Díaz-Losada, E. y Gramaje, D. (2020). “Grapevine Pruning Time Affects Natural Wound Colonization by Wood-Invasive Fungi”. *Fungal Ecology* 48: 100994. DOI <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2020.100994>
- Mondello, V.; Songy, A.; Battiston, E.; Pinto, C.; Coppin, C.; Trotel-Aziz, P.; Clément, C.; Mugnai, L. y Fontaine, F. (2018). “Grapevine Trunk Diseases: A Review of Fifteen Years of Trials for their Control with Chemicals and Biocontrol Agents”. *Plant Disease* 102(7): 1189-1217. DOI <https://doi.org/10.1094/pdis-08-17-1181-fe>
- Mostert, L.; Groenewald, J.Z.; Summerbell, R.C.; Gams, W. y Crous, P.W. (2006). “Taxonomy and Pathology of *Togninia* (*Diaporthales*) and its *Phaeoacremonium* Anamorphs”. *Studies in Mycology* 54: 1-113. DOI <https://doi.org/10.3114/sim.54.1.1>
- Moyo, P.; Allsopp, E.; Roets, F.; Mostert, L. y Halleen, F. (2014). “Arthropods Vector Grapevine Trunk Disease Pathogens”. *Phytopathology* 104: 1063-1069. DOI <https://doi.org/10.1094/PHYTO-11-13-0303-R>
- Ortega-Fariás, S.; Lozano, P.; Moreno, Y. y Leon, L. (2002). “Desarrollo de modelos predictivos de fenología y evolución de madurez en vid para vino cv. Cabernet Sauvignon y Chardonnay”. *Agricultura Técnica* 62: 27-37. DOI <https://doi.org/10.4067/s0365-28072002000100003>
- Ouadi, L.; Bruez, E.; Bastien, S.; Vallance, J.; Lecomte, P.; Domec, J.C. y Rey, P. (2019). “Ecophysiological Impacts of Esca, a Devastating Grapevine Trunk Disease on *Vitis vinifera* L.”. *PLOS ONE* 14(9): e0222586. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222586>

- Sosnowski, M.; Luque, J.; Loschiavo, A.; Martos, S.; García-Figueres, F.; Wicks, T.J. y Scott, E.S. (2011). “Studies on the Effect of Water and Temperature Stress on Grapevines Inoculated with *Eutypa lata*”. *Phytopathologia Mediterranea* 50: 127-138.
- Sosnowski, M.; Ayres, M. y Scott, E. (2020). “The Influence of Water Deficit Stress on the Grapevine Trunk Disease Pathogens”. *Eutypa lata and Diplodia seriata. Plant Disease* 105: 2217-2221. DOI <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-20-1538-RE>
- Verdugo-Vásquez, N.; Acevedo-Opazo, C.; Valdés-Gómez, H.; Araya-Alman, M.; Ingram, B.; García de Cortázar-Atauri, I. y Tisseyre, B. (2016). “Spatial Variability of Phenology in Two Irrigated Grapevine Cultivar Growing under Semi-Arid Conditions”. *Precision Agriculture* 17(2): 218-245. DOI <https://doi.org/10.1007/s11119-015-9418-5>
- Verdugo-Vásquez, N.; Acevedo-Opazo, C.; Valdés-Gómez, H.; Ingram, B.; García de Cortázar-Atauri, I. y Tisseyre, B. (2018). “Temporal Stability of Within-Field Variability of Total Soluble Solids of Grapevine under Semi-Arid Conditions: A First Step Towards a Spatial Model”. *OENO One* 52(1): 15-30. DOI <https://doi.org/10.20870/oenone.2018.52.1.1782>