



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Evaluación de diferentes estrategias "en agricultura ecológica" en el control de mildiu en viña

Autor/es

MIGUEL PUELLES RUIZ DE GOPEGUI

Director/es

JOSÉ MIGUEL PEÑA NAVARIDAS

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Enología

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2019-20



Evaluación de diferentes estrategias "en agricultura ecológica" en el control de mildiu en viña, de MIGUEL PUELLES RUIZ DE GOPEGUI

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.

Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

© El autor, 2020

© Universidad de La Rioja, 2020

publicaciones.unirioja.es

E-mail: publicaciones@unirioja.es



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Facultad de Ciencia y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Enología

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS “EN
AGRICULTURA ECOLÓGICA” EN EL CONTROL DE MILDIU
EN VIÑA**

Realizado por:

Miguel Puelles Ruiz de Gopegui

Tutelado por:

José Miguel Peña Navaridas

Logroño, 8 septiembre, 2020

EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS “EN AGRICULTURA ECOLÓGICA” EN EL CONTROL DE MILDIU EN VIÑA

1. RESUMEN

El mildiu es una enfermedad causada por el patógeno *Plasmopara viticola*, que puede ocasionar daños muy graves y espectaculares si las condiciones le son favorables. En viticultura ecológica, el empleo de cobre es la práctica habitual para su control; siendo un método eficaz, económico y sin posibilidad de aparición de resistencias, pero con una serie de inconvenientes. Se evaluaron cuatro estrategias: control sin tratar, control sin tratar ni desnietar, estrategia “convencional”, estrategia de la casa Agrichem y estrategia de IdaiNature. Se realizaron cuatro aplicaciones según marcaba el modelo predictivo y se llevaron a cabo dos evaluaciones de la incidencia de la enfermedad, una a finales de junio sobre racimos; y otra a finales de julio también en racimo, pero evaluando en este caso mildiu larvado. La incidencia de la enfermedad fue baja, obteniendo los valores más altos el testigo sin desnietar (6,50%), seguido del testigo (4,50%), la estrategia “convencional” (2,50%), la estrategia de IdaiNature (2,00%) y la estrategia de Agrichem (1,00%); observándose diferencias significativas. Los resultados demuestran que, actualmente, existen productos fitosanitarios complementarios al uso de cobre con eficacias similares, e incluso superiores, a los productos “convencionales”, al menos en años con una menor presión de la enfermedad.

Downy mildew is a disease caused by the pathogen *Plasmopara viticola*, which can cause very serious and severe damage if conditions are favorable. In organic viticulture, the use of copper is the usual practice for its control; being an efficient and economical method which also eliminates the possibility of the appearance of resistance, but with a series of drawbacks. Four strategies were evaluated: untreated control, untreated and unpruned control, “conventional” strategy, Agrichem strategy and IdaiNature strategy. Four applications were made according to the predictive model, one for each strategy, and two assessments of the incidence of the disease were carried out, one at the end of June on clusters; and another at the end of July, also in clusters, but evaluating berries infected in the latest. The incidence of the disease was low, with the highest values obtained by the control without removing lateral shoots (6.50%), followed by the control (4.50%), the “conventional” strategy (2.50%), the IdaiNature strategy (2.00%) and Agrichem's strategy (1.00%); showing significant differences. The results show that, currently, there are phytosanitary products complementary to the use of copper with similar, and even higher, efficiencies than “conventional” products, at least in years with lower disease burden.

2. INTRODUCCIÓN

El mildiu es una enfermedad causada por el patógeno *Plasmopara viticola*, y es una de las mejor conocidas por los viticultores de todo el mundo debido a los daños tan graves y espectaculares que produce si las condiciones le son favorables, ya que puede atacar a todos los órganos verdes de la vid.

El patógeno es nativo de América del Norte y fue introducido accidentalmente en Europa a fines del siglo XIX, donde causó un daño generalizado en la industria vitivinícola. Desde entonces, el daño causado por este patógeno se ha controlado debido al mejor conocimiento de su biología, la existencia de productos sistémicos y penetrantes, y la mejor preparación de los viticultores.

Su ciclo biológico es bien conocido. Se conserva durante el invierno en las hojas muertas en forma de oosporas, que constituyen la fase sexual y son muy resistentes a las condiciones climáticas adversas. A partir de estas oosporas se producen las llamadas contaminaciones primarias, que ocurren principalmente desde finales de abril hasta todo julio; cuando la vid tiene brotes de más de 10 cm, las temperaturas son superiores a 10-12°C y se producen lluvias de al menos 10 mm en 1 o 2 días.

Tras un período de incubación, que puede oscilar entre 7-14 días según la temperatura y la humedad relativa medias (Pérez Marín, J.L., 2004), aparece en el haz las típicas manchas de aceite, que se corresponden en el envés con una pelusilla blanquecina si el tiempo es húmedo. Esta pelusilla está formada por esporangióforos y esporangios, que también contienen en su interior zoosporas, siendo los elementos constituyentes de la fase asexual y los que producen nuevos ciclos de infección (contaminaciones secundarias).

Al final de la vegetación se forman las oosporas y aparecen sobre las hojas que van a caer numerosas manchas pequeñas en forma de mosaico.



Imagen 1, 2 y 3. Síntomas en hojas.



Imagen 4 y 5. Síntomas en racimos.

Hasta mediados del siglo pasado, los esfuerzos de investigación se concentraron principalmente en optimizar la aplicación de fungicidas de cobre y desarrollar nuevas moléculas y formulaciones para controlar la enfermedad. Durante la segunda mitad del siglo pasado, se disponía de productos altamente eficientes para el control, por lo que los esfuerzos de investigación avanzaron hacia la optimización y minimización del control químico, principalmente mediante el uso de sistemas de alerta basados en el clima y en modelos biológicos complejos.

Existen multitud de modelos que intentan aproximarse a la biología del patógeno y generar alertas basadas en datos recogidos por diferentes estaciones agroclimáticas. Estos modelos intentan predecir la maduración de las oosporas, el inicio de las infecciones y la duración del período de incubación. Algunos de los modelos existentes son: EPI (Estado Potencial de Infección), Milvit, VitiMeteo, SIMPO, DMCast, Goidanich, etc.

En el presente ensayo se seguirá el modelo Goidanich, implementado en el software Cesens, con ciertas modificaciones propuestas por el área de Ingeniería Agroforestal del departamento de Agricultura y Alimentación de la Universidad de La Rioja.

El primero es ampliamente conocido y seguido por varias Estaciones de Avisos Agrícolas. Basado en la duración del periodo de incubación del patógeno en función de la temperatura media y la humedad relativa (Goidanich, 1959), empleando una tabla en la que; en función de la humedad relativa media y la temperatura media, se toma un valor de desarrollo diario (Tabla 1). Se empieza a contar a partir del día siguiente al que se produce una contaminación, para la cual es necesario:

- Huevos de invierno maduros.
- Más de 10 cm de desarrollo vegetativo en los pámpanos.
- Más de 10 l/m² de precipitación en uno o dos días.
- Más de 10 °C de temperatura.

Este crecimiento diario se va sumando hasta llegar a 100, momento en que finaliza el periodo de incubación teórico y el patógeno manifiesta sus síntomas externos (manchas de aceite y fructificaciones blanquecinas).

Las modificaciones del modelo implementadas fueron:

- Empezar a contar las lluvias que producen contaminación a partir de la fecha de maduración de las oosporas. Esta fecha se calcula sumando los valores promedios de temperatura diaria por encima de 8°C desde el 1 de enero. Cuando este valor alcanza los 140°C, se alcanza la madurez de la oospora (Gehmann, 1987).

$$\sum_{i=1}^n (T_i - 8); \text{ cuando } T_i < 8; T_i = 8$$

- Tomar como infección secundaria el valor de 50°C-hora, sumando las temperaturas medias horarias durante la humectación. Para la determinación de una infección secundaria se suele tomar el valor de 120 minutos de humectación. La inclusión del factor temperatura reduce la a veces excesiva predicción de infecciones secundarias.
- Modelizar la esporulación, que determinaría las noches propicias para que las manchas de aceite produjeran esporulación que desencadene una infección secundaria. Según Blaeser y Weltzien (1979) son necesarias cuatro horas de oscuridad, temperaturas superiores a 12°C y humedad relativa superior al 95%.
- Tener en cuenta los días en los que por altas temperaturas se reduce la viabilidad de las fructificaciones. Seis horas por encima de 30°C producen la muerte de las fructificaciones del patógeno.

Tabla 1. Tanto por ciento diario de desarrollo del mildiu.

T media (°C)	% diario desarrollo Hm<75%	% diario desarrollo Hm>75%	T media (°C)	% diario desarrollo Hm<75%	% diario desarrollo Hm>75%		
12		0,00	5,25	19		12,50	16,60
	25	4,40	5,75		25	12,90	17,50
	50	4,70	6,20		50	13,40	18,30
	75	5	6,70		75	13,70	19,30
13		5,30	7,10	20		14,20	20
	25	5,70	7,70		25	14,50	20,50
	50	6	8		50	14,80	21
	75	6,30	8,50		75	15	21,50
14		6,6	9	21		15,30	22,20
	25	6,8	9,40		25	15,70	22,20
	50	7,10	9,70		50	16	22,20
	75	7,30	10,20		75	16,30	22,20
15		7,60	10,60	22		16,60	22,20
	25	7,80	10,80		25	17	22,60
	50	8,10	11,10		50	17,30	23,50
	75	8,30	11,30		75	17,70	24,40
16		8,50	11,70	23		18,10	25
	25	9	12		25	18,10	25
	50	9,30	12,50		50	18,10	25
	75	9,60	12,90		75	18,10	25
17		10	12,25	24		18,10	25
	25	10,30	16,60		25	17,70	24,30
	50	10,50	14,30		50	17,30	23,50
	75	10,75	14,75		75	16,60	23,20
18		11,10	15,30	25			22,20
	25	11,48	15,20	Nota.- A partir de 25°C el desarrollo es constante			
	50	11,70	16				
	75	12,10	16,30				

Todos los datos relacionados con el modelo agroclimático se detallan en el Anexo I.

Las alternativas a los tratamientos químicos, como el uso de agentes de control biológico y cultivares resistentes, actualmente desempeñan un papel marginal en el control de esta enfermedad.

En viticultura ecológica, el empleo de cobre es la práctica habitual para su control. Los fungicidas a base de cobre han sido ampliamente empleados desde finales del siglo XIX para el control del mildiu. Como ventajas destacar que es un método relativamente eficaz, económico, y la prácticamente improbable posibilidad de aparición del fenómeno de resistencia debido a su acción *multisite* (actúa mediante: bloqueo de los procesos respiratorios del patógeno, interrupción de la biosíntesis de proteínas y disminución de la actividad de la membrana celular).

Entre los inconvenientes: su empleo únicamente de forma preventiva, su facilidad de lavado, su baja persistencia y su posible toxicidad (afecta a los microorganismos del suelo y es tóxico en sistemas acuáticos). Estos efectos tóxicos están condicionados por las características del suelo, especialmente por el pH, la textura del suelo y la concentración de carbono orgánico (Fernández Calviño et al., 2018). Los valores de concentración de Cu en el suelo tienen un umbral de 100 mg/kg, y concentraciones superiores a 150 mg/kg indican un riesgo ecológico. Numerosos científicos indican concentraciones inferiores a 100 mg/kg como suelos no contaminados (Ballabio et al., 2018).

Debido a sus efectos acumulativos sobre el medio, el cobre es candidato a la sustitución (Reg. CE 2018/1981) con una dosis máxima anual de 4 kg Cu/ha con la posibilidad de un máximo de 28 kg Cu/ha por 7 años. Esta cantidad se ha rebajado de la anterior dosis anual de 6 kg Cu/ha, y está aprobado hasta el 31/12/2025.

Existe cierta discusión sobre el estado actual del uso del cobre, por varios motivos:

- Criterio utilizado en agricultura distinto a otros (biocida, uso alimentario, etc.).
- Distintas autorizaciones por parte de los estados miembros.
- Drástica reducción de los productos autorizados.
- Falta de regulación de abonos foliares con alta concentración de Cu.

No existen alternativas plenamente eficaces al cobre en agricultura ecológica (Dagostin et al., 2011), pero se pueden llevar a cabo diferentes estrategias para llevar a una reducción en el uso del cobre:

- Desarrollo de formulaciones con una mayor eficiencia de las partículas de cobre.
- Desarrollo de formulaciones alternativas al cobre que permitan su minimización.
- Reducción del caldo de tratamiento mediante el uso de sistemas de pulverización optimizada.
- Racionalización de las aplicaciones de acuerdo a modelos de predicción.
- Obtención de nuevas variedades resistentes.

El objetivo del presente estudio es evaluar la eficacia de diferentes estrategias para el control del mildiu minimizando el uso de cobre, mediante el empleo de productos complementarios y el uso de modelos matemáticos basados en condiciones climáticas y fenológicas del viñedo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en una parcela experimental de la Universidad de La Rioja situada en el término municipal de Logroño, La Rioja (lat. 42°27'N, long. 2°25'W, 383 m.s.n.m.) sobre la variedad Tempranillo sobre Ritcher 110 conducida en espaldera con un marco de plantación de 2,8 x 1,2 m (Imagen 6).



Imagen 6. Situación de la parcela del ensayo.

La parcela mide aproximadamente 900 m², con 8 filas y riego tanto por goteo, como por aspersión.

3.2. Tratamientos

Las estrategias evaluadas en el ensayo son las que se detallan a continuación (Tabla 2):

- Control: no se realizó ninguna aplicación con productos antimildiu.
- Control sin desnietar: no se realizaron tratamientos antimildiu ni se desnietó.
- Convencional: los primeros tratamientos se hicieron con Ridomil Gold, y después del estado fenológico K con Caldo Bordelés.
- Agrichem: el primero tratamiento se realizó solamente con Actileaf, y los siguientes con una mezcla de Actileaf, Vitisan y Heliocuvre.
- IdaiNature: todos los tratamientos se llevaron a cabo con una mezcla de los productos Naturdai Mimetic e Idai Cobre.

Tabla 2. Estrategias y productos a evaluar.

Estrategia	Productos	Dosis	Plazo de seguridad (días)
Control			
Control sin desnietar			
Convencional	Ridomil gold	200 cc/hl	28
	Caldo Bordelés	1 kg/ha	21
Agrichem	Actileaf	250 g/ha	1
	Vitisan	5 kg/ha	-
	Heliocuvre	1,5 L/ha	21
IdaiNature	Naturdai Mimetic	500 cc/hl	-
	Idai Cobre	500 cc/hl	-

A continuación, se detallan algunas características de cada uno de los productos evaluados.

Ridomild gold. Composición: mancozeb (64 % p/p) y metalaxyl-M (3,9 % p/p). Fungicida sistémico y de contacto. La combinación de las dos sustancias activas le proporciona dos formas de acción diferentes.

Caldo Bordelés RSR Disperss. Composición: sulfato cuprocalcico 20 % (expr. en Cu). Fungicida y bactericida multisitio, de acción preventiva y amplio campo de actividad.

Actileaf. Composición: cerevisane (*Saccharomyces cerevisiae* cepa LAS117) 94,1%. Es un biofungicida de origen microbiano compuesto por metabolitos elicitors extraídos de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* cepa LAS117. Apto para su uso en Agricultura Ecológica.

Vitisan. Composición: hidrogenocarbonato potásico. Fungicida natural con efecto preventivo y curativo. Apto para su uso en Agricultura Ecológica.

Heliocuvre. Composición: hidróxido de cobre (400 g Cu metal/l). Formulación a base de hidróxido de cobre y derivados terpénicos. Producto utilizable en Agricultura Biológica.

Naturdai Mimetic. Composición: manganeso soluble en agua (1,0 % p/p) y zinc soluble en agua (1,0 % p/p). Abono derivado de materia orgánica proveniente de extractos de *Mimosa tenuiflora* y *Quercus robur*. Producto utilizable en Agricultura Ecológica.

Idai Cobre. Composición: cobre soluble en agua (6,0 % p/p) y cobre complejado por Ácido Heptagluconico (6,0 % p/p). Producto utilizable en Agricultura Ecológica.

Las aplicaciones se llevaron a cabo con pulverizador a presión de espalda convencional asegurando una distribución homogénea, y con un gasto de caldo por hectárea variable según el desarrollo del cultivo, desde los 625 hasta los 800 l/ha.

En la Tabla 3 se recoge el número y momento de las aplicaciones.

Tabla 3. Número y momento de las aplicaciones.

Número de aplicación	Estado fenológico	Fecha de aplicación
1ª aplicación	Inicio floración (estado fenológico I1)	05/06/2019
2ª aplicación	Cuajado (estado fenológico J)	14/06/2019
3ª aplicación	Baya tamaño guisante (estado fenológico K)	26/06/2019
4ª aplicación	Cerramiento del racimo (estado fenológico L)	18/07/2019

Se calcularon las cantidades de cobre metal (kg/ha) aplicadas según las diferentes estrategias:

- Convencional:
CALDO BORDELES RSR DISPERS. Composición: sulfato cuprocálcico 20% p/p (200 g/kg) expresado en Cu.
 $1 \text{ kg/ha} * 200 \text{ g/kg} * 2 \text{ aplicaciones} = 400 \text{ g/ha}$
- Agrichem:
HELIOCUIVRE. Composición: hidróxido de cobre (400 g Cu metal/l)
 $1,5 \text{ l/ha} * 400 \text{ g/l} * 3 \text{ aplicaciones} = 1.800 \text{ g/ha}$
- IdaiNature
IDAI COBRE. Composición: Cobre (Cu) soluble en agua 6.0 % p/p + Cobre (Cu) complejoado por HGA 6.0 % p/p.
 $500 \text{ cc/hl} * 800 \text{ l/ha} * 1.36 \text{ g/cc} * 120 \text{ g/kg} * 4 \text{ aplicaciones} = 652.8 \text{ g/ha}$

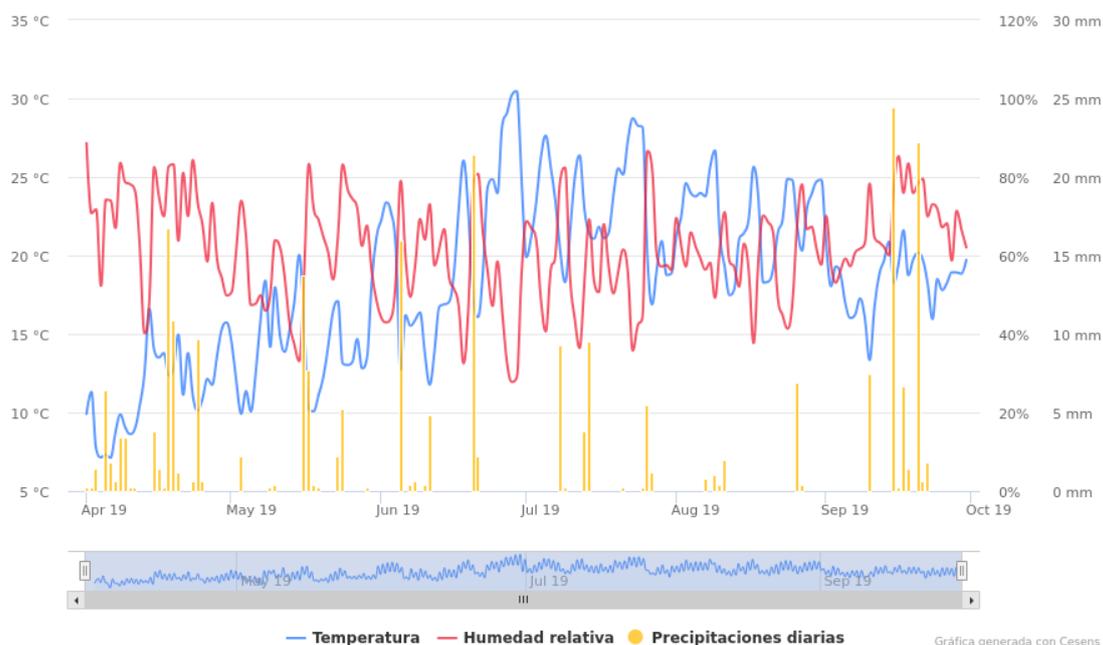
En los tres casos el gasto total de cobre fue muy inferior al máximo legal de 4 kg Cu/ha.

3.3. Diseño del ensayo

El diseño del ensayo fue de bloques totalmente al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición incluía siete plantas, de las que únicamente se evaluaron las cinco centrales. Los tratamientos se aplicaron según las condiciones meteorológicas, atendiendo al modelo de predicción Goidanich, con ciertas modificaciones.

En toda la parcela se realizó un correcto control del resto de posibles plagas y enfermedades, un mantenimiento del suelo mediante siega y los correspondientes despuntes. En todas las estrategias, salvo en el “Control sin desnietar”, se eliminaron todos los nietos por debajo de la zona de racimos.

Los datos de temperatura, humedad relativa, precipitaciones y humectación en hoja se registraron mediante una estación agroclimática Cesens de la empresa Encore Lab.



Gráfica 1. Registro de temperatura, humedad relativa y precipitaciones diarias.

Los datos de temperatura, humedad relativa, precipitaciones y humectación en hoja se registraron mediante una estación agroclimática Cesens de la empresa Encore Lab.

Con el fin de generar una mayor humedad relativa y una mayor presión de la enfermedad se realizaron varios riegos por aspersión, de aproximadamente 3 l/m².

3.4. Evaluación de daños

Se llevaron a cabo 2 evaluaciones, solamente sobre racimos, ya que en hojas solamente aparecieron dos manchas aisladas en toda la parcela.

Tabla 4. Momento de evaluación y órganos evaluados.

Momento de evaluación	Órganos evaluados
26/06/2019	Racimos: total de racimos registrando racimos afectados. Hojas: evaluación de toda la parcela registrando hojas afectadas.
31/07/2019	Racimos: 50 racimos registrando racimos afectados y porcentaje de superficie afectada por mildiu larvado.

Tabla 5. Evaluación del grado de ataque.

Escala racimo	% superficie afectada
0	0
1	0-5
2	5-10
3	10-25
4	25-50
5	>50

Se evaluó la incidencia de la enfermedad sobre 50 racimos de cada repetición.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Racimos afectados}}{N^{\circ} \text{ racimos contados}}$$

Los datos de incidencia fueron analizados con el paquete estadístico ARM 2020, que realiza las pruebas de homogeneidad del test de la varianza. Para la comparación de las medias se usó el test de Student con un nivel de significación del 95%.

Para evaluar el grado de ataque se aplicó la fórmula de Townsend-Heuberger.

$$\% \text{ Grado de ataque} = \frac{\Sigma(n * v)}{V_m * N} * 100$$

n= nº de racimos de cada categoría de ataque.

v= valor de cada categoría de ataque.

V_m= valor máximo de la escala.

N= nº total de racimos contados.

Para ambos casos se calculó la eficacia mediante la fórmula de Abbot.

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{P_t - P_p}{P_t} * 100$$

P_t= % en el testigo.

P_p= % en el tratamiento.

Se realizaron observaciones para detectar posibles fitotoxicidades producidas por los productos aplicados.

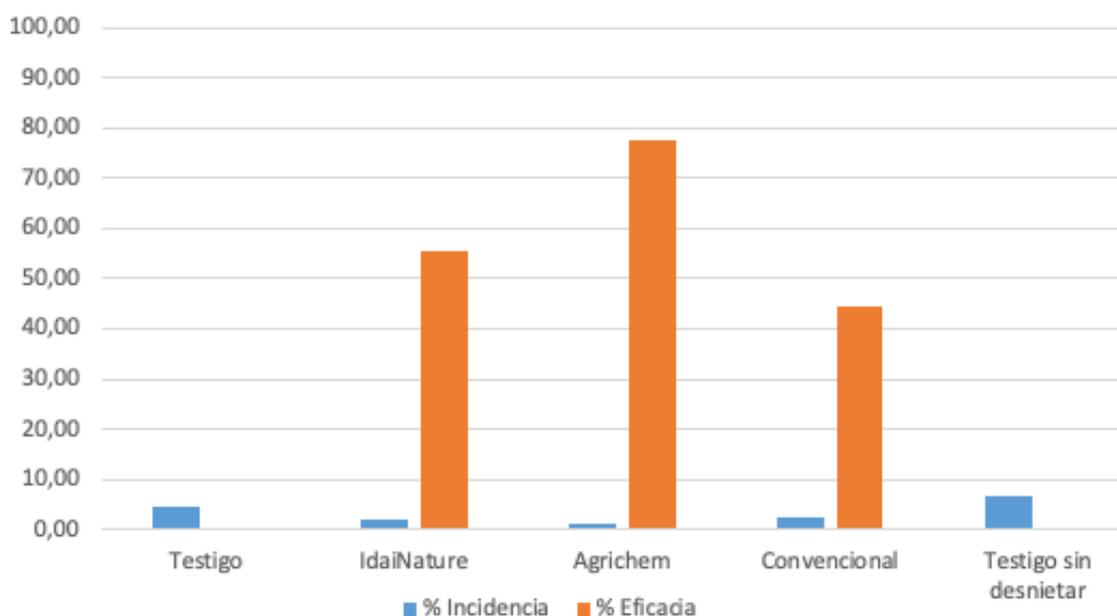
4. RESULTADOS

4.1. Porcentajes de incidencia en racimos

Los porcentajes de incidencia en racimos, así como los resultados del estudio estadístico se detallan en la Tabla 5 y en la Gráfica 2.

Tabla 5. Resultados del estudio estadístico del porcentaje de incidencia y eficacia en racimos.

	Porcentaje de incidencia	Porcentaje de eficacia
Control	4,5 ab	
Control sin desnietar	6,5 a	
Convencional	2,5 b	44,44
Agrichem	1,0 b	77,78
IdaiNature	2,0 b	55,56



Gráfica 2. Porcentaje de incidencia y eficacia en racimos.

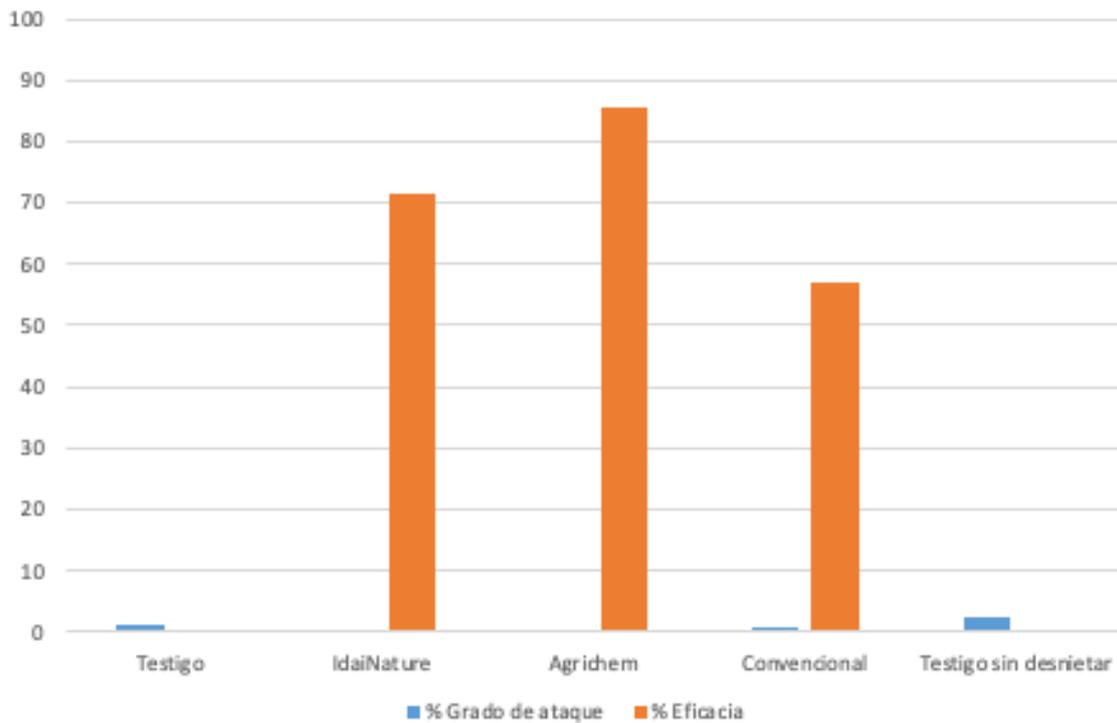
Los datos de incidencia fueron bajos en general (inferiores al 6,5%), siendo la campaña 2019 una campaña muy sana con respecto al mildiu, marcada por las altas temperaturas. Destacar la mayor incidencia de la enfermedad en el testigo sin desnietar; y la menor incidencia de las dos estrategias “ecológicas” frente a la estrategia “convencional”, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

4.2. Porcentajes del grado de ataque en racimos

Los porcentajes del grado de ataque en racimos se detallan en la Tabla 6 y en la Gráfica 3.

Tabla 6. Resultados del estudio del porcentaje del grado de ataque en racimos.

	Porcentaje del grado de ataque	Porcentaje de eficacia
Control	1,4	
Control sin desnietar	2,4	
Convencional	0,6	57,14
Agrichem	0,2	85,71
IdaiNature	0,4	71,43



Gráfica 3. Porcentaje del grado de ataque y eficacia en racimos.

El grado de ataque fue también muy bajo (inferior al 2,4%), estableciéndose el mismo orden que en el caso de la incidencia.

4.3. Otras observaciones

En las plantas donde se aplicó la estrategia de IdaiNature se observó una ligera fitotoxicidad en bayas consistente en pequeñas costras en la superficie de los frutos (Imagen 7).



Imagen 7. Fitotoxicidad en bayas donde se aplicó la estrategia de IdaiNature.

En el caso de la estrategia de Agrichem se apreciaron ligeras fitotoxicidades en racimos y hojas, observándose estas últimas en forma de necrosis (Imagen 8 y 9).



Imagen 8 y 9. Fitotoxicidad en bayas y hojas donde se aplicó la estrategia de Agrichem.

5. CONCLUSIONES

La campaña vitícola del 2019 vino marcada por las altas temperaturas y un nivel muy bajo de presión de mildiu. A pesar de intentar provocar una mayor incidencia y severidad de la enfermedad mediante riegos por aspersión, los porcentajes fueron muy bajos en todos los casos.

Las dos estrategias “ecológicas” dieron resultados algo mejores que la estrategia “convencional”, demostrando que las estrategias de ambas casas comerciales pueden controlar la enfermedad, al menos en años de baja presión de la enfermedad.

Desatacar los peores resultados del testigo sin desnietar con respecto al testigo, lo que muestra el beneficio de tener la zona de los racimos bien ventilada y con una exposición adecuada.

Con respecto al modelo predictivo empleado, este predijo con bastante adecuación la aparición de síntomas en el viñedo, afianzándose como una herramienta más para el manejo de la enfermedad y una reducción en el empleo de productos fitosanitarios.

6. BIBLIOGRAFÍA

Ballabio, C., Panagos, P., Lugato, E., Huang, J.H., Orgiazzi, A., Jones, A., Fernández-Ugalde, O., Borrelli, P., Montanarella, L. 2018. Copper distribution in European topsoils: An assessment based on LUCAS soil survey. *Science of the Total Environment* 636, 282-298.

Blaeser, M. und Weltzien, H. C. 1979. Epidemiologische Studien an Plasmopara viticola zur Verbesserung der Spritzterminbestimmung. *Z. PflKrankh. PflSchutz.* 86, 489-498.

Caffi, T. 2019. Strategies for a better use of copper-based fungicides in organic viticulture. EIP-AGRI Focus Group. *Diseases and pests in viticulture.*

Dagostin, S., Scharer, H.J., Pertot, I., Tamm, L. 2011. Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture?. *Crop Protect* 30, 776-788.

Fernández Calviño, D., Novoa, J.C., Arias, M. 2018. El cobre en suelos de viñedo del noroeste de la Península Ibérica. Vigo: Servizo de Publicacións da Universidade de Vigo.

Gehmann, K., 1987. Untersuchungen zur Epidemiologie des Falschen Mehltaus an Weinreben *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt, ex de Bary) Berl. & de Toni. Dissertation, Universität Hohenheim.

Goidanich, G., 1959. *Manuale di Patologia Vegetale*. Edizioni Agricole, Bologna.

Hidalgo, L. 2002. *Tratado de Viticultura General*. Ed. Mundi Prensa.

Kenelly, M.M., Gadoury, D.M., Wilcox, W.F., Magarey, P., Seem, R.C. 2007. Primary infection, lesion productivity, and survival of sporangia in the grapevine downy mildew pathogen *Plasmopara viticola*. *Phytopathology* 97, 512-522.

Pérez Marín, J.L. 2004. Los parásitos de la vid: 187-195. Ed. Mundi Prensa.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradecer al personal de laboratorios de la Universidad de La Rioja, a Rafael Yanguas de la empresa Agrichem, Francisco García de la compañía IdaiNature, y especial agradecimiento a José Miguel Peña Navaridas por su apoyo y tutorización del presente estudio.

