



Noves estratègies per al control de la centrada, botridis i míldiu al vinyet

 **BASF**
We create chemistry

HORT@
— From research to field —

Elisa González Domínguez
e.gonzalez@horta-srl.com
Horta srl. / BASF

Horta srl.

Hort@ nació como una Spin-Off de Università Cattolica del Sacro Cuore en 2008. En 2022 fué adquirida por BASF como parte de su estrategia de digitalización

Actualmente cuenta con 6 sedes en Italia y un staff interdisciplinario de 38 personas (agronomía, meteorología, estadística, informática, economía, comunicación y marketing).



Misión: valorizar y transferir la innovación de la investigación a la agricultura práctica.



Horta srl.

Utilizar nuevo conocimiento científico y tecnología de la información (ICTs) para mejorar el manejo de las producciones agrícolas.

Llevamos más de diez años junto al agricultor ofreciéndole **sistemas de ayuda a la toma de decisiones** altamente innovadores

¿Cómo ha mejorado el conocimiento del mildiu, oídio y podredumbre gris?

¿Cómo utilizarlo para mejorar el manejo de las enfermedades?

¿Cómo incorporamos el conocimiento científico a nuestros modelos?

Modelos de enfermedades de plantas

Modelos empíricos (basados datos)

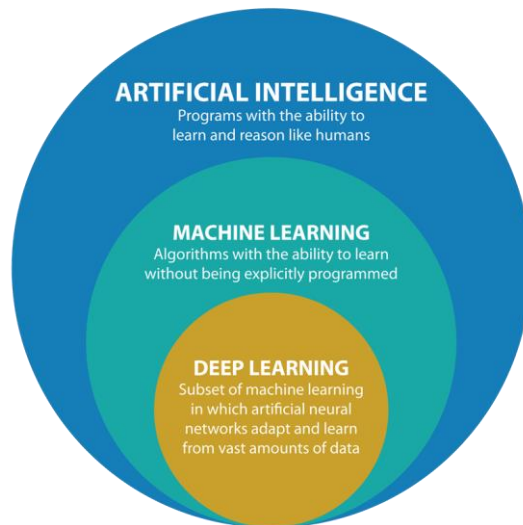
Analizan las relaciones de un **set de datos** recogido en campo.



Aprendizaje automático



Machine learning y deep learning



Modelos mecánicos (basados en el sistema)

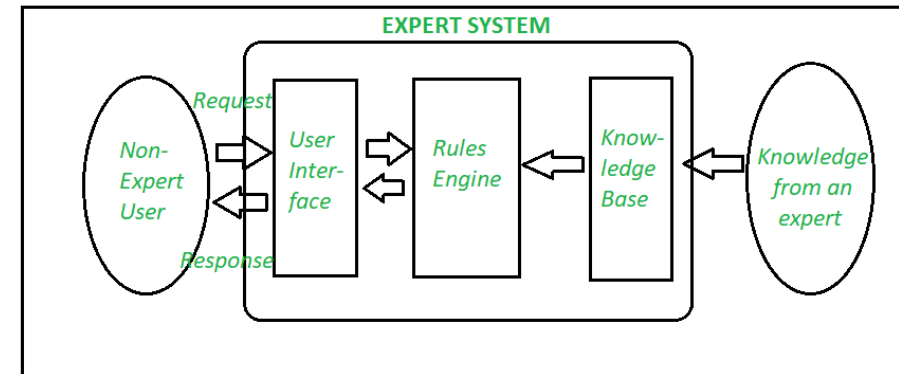
Explican el comportamiento del **sistema biológico** en función de las variables que lo influyen.



Conocimiento del sistema



Sistemas expertos:
simular a los expertos en el área de especialización dada



Divulgación del conocimiento



Enoviticultura

¿Estamos controlando correctamente mildiu y oídio en viña? Descubrimientos recientes proponen cambios en las estrategias de manejo

E. GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ¹, T. CAFFI², V. ROSSI²

(1) Horta s.r.l. Piacenza. Italia.
(2) Department of Sustainable Crop Production – DI.PRO.VE.S., Facoltà di Scienze agrarie, alimentari e ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore. Piacenza. Italia.

28 Enoviticultura nº 56 • enero | febrero 2019

ESPECIAL VIÑA

Nuevas estrategias para controlar el oídio de la vid

Los tratamientos en otoño pueden contribuir de manera muy relevante al control de la enfermedad

Elisa González-Domínguez¹, Tito Caffi², Sara Elisabetta Legler² y Vittorio Rossi².

¹ Horta s.r.l. Piacenza (Italia).
² Department of Sustainable Crop Production – DI.PRO.VE.S., Facoltà di Scienze agrarie, alimentari e ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza (Italia).

En las principales regiones vitivinícolas españolas es muy frecuente referirse al oídio de la vid como una enfermedad endémica. Este término se asocia al hecho de que, a diferencia del mildiu, en estas zonas el oídio aparece regularmente todos los años causando daños más o menos importantes. En este artículo explicamos la base biológica que hay detrás de esta afirmación y mostramos las estrategias de manejo más eficaces para cortar la “herencia” que liga las infecciones causadas por oídio durante un año con las del siguiente año.



26 VIDA RURAL 15 junio 2020



COMPRUEBA SU EFICACIA

Inicio / Portada arriba derecha / Podredumbre



EL MEJOR TRACTOR PARA EL ALBARINO

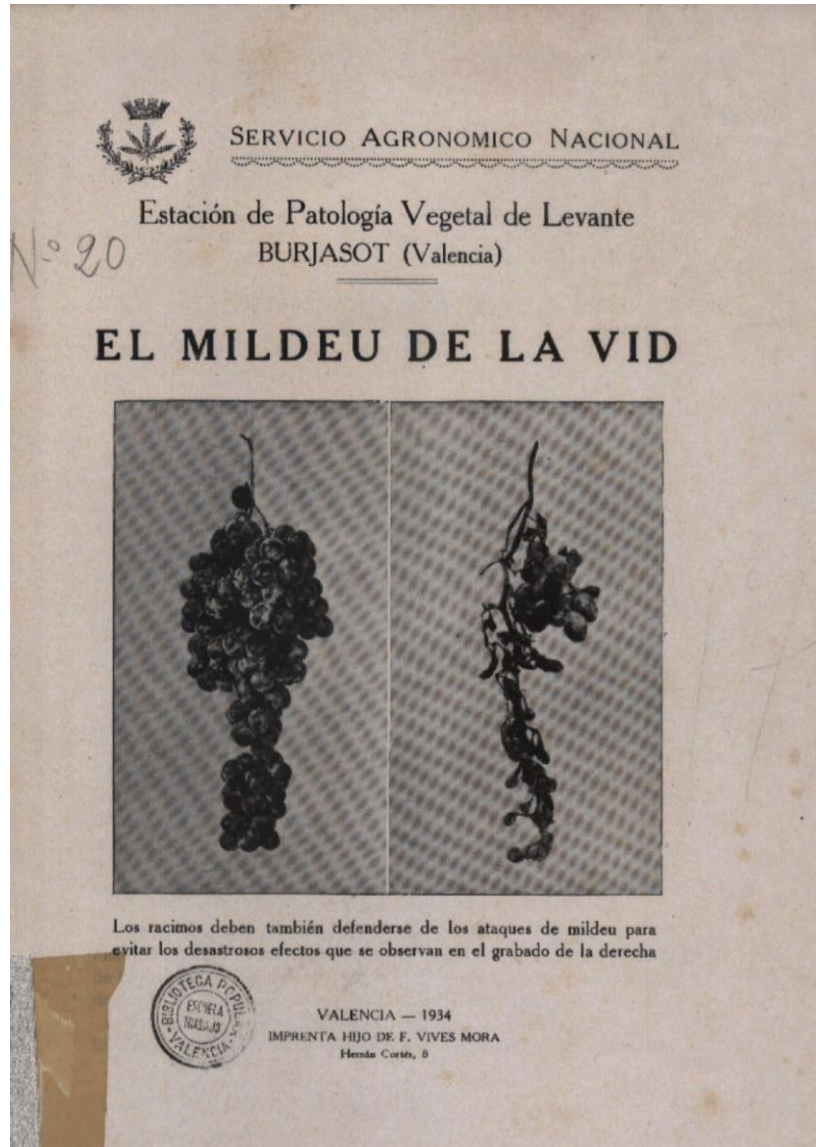
Podredumbre gris de la viña: estrategias de control y uso de modelos matemáticos

15/06/2020 11:00 am Ir a los comentarios



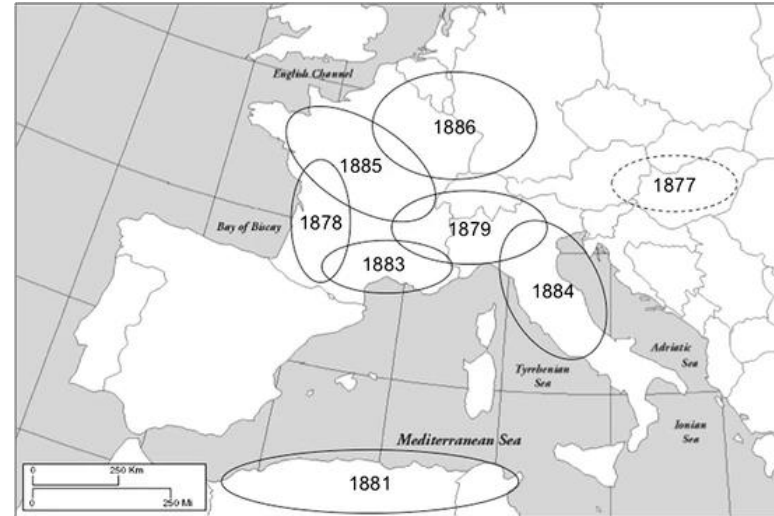
La podredumbre gris causada por *Botrytis cinerea* es una de las principales enfermedades de la viña. Este hongo puede atacar a todos los órganos de la planta (hojas, inflorescencias, racimos) siendo especialmente conocidos

Mildiu de la vid



Plasmopara viticola (Berk et Curt) Berlese et de Toni

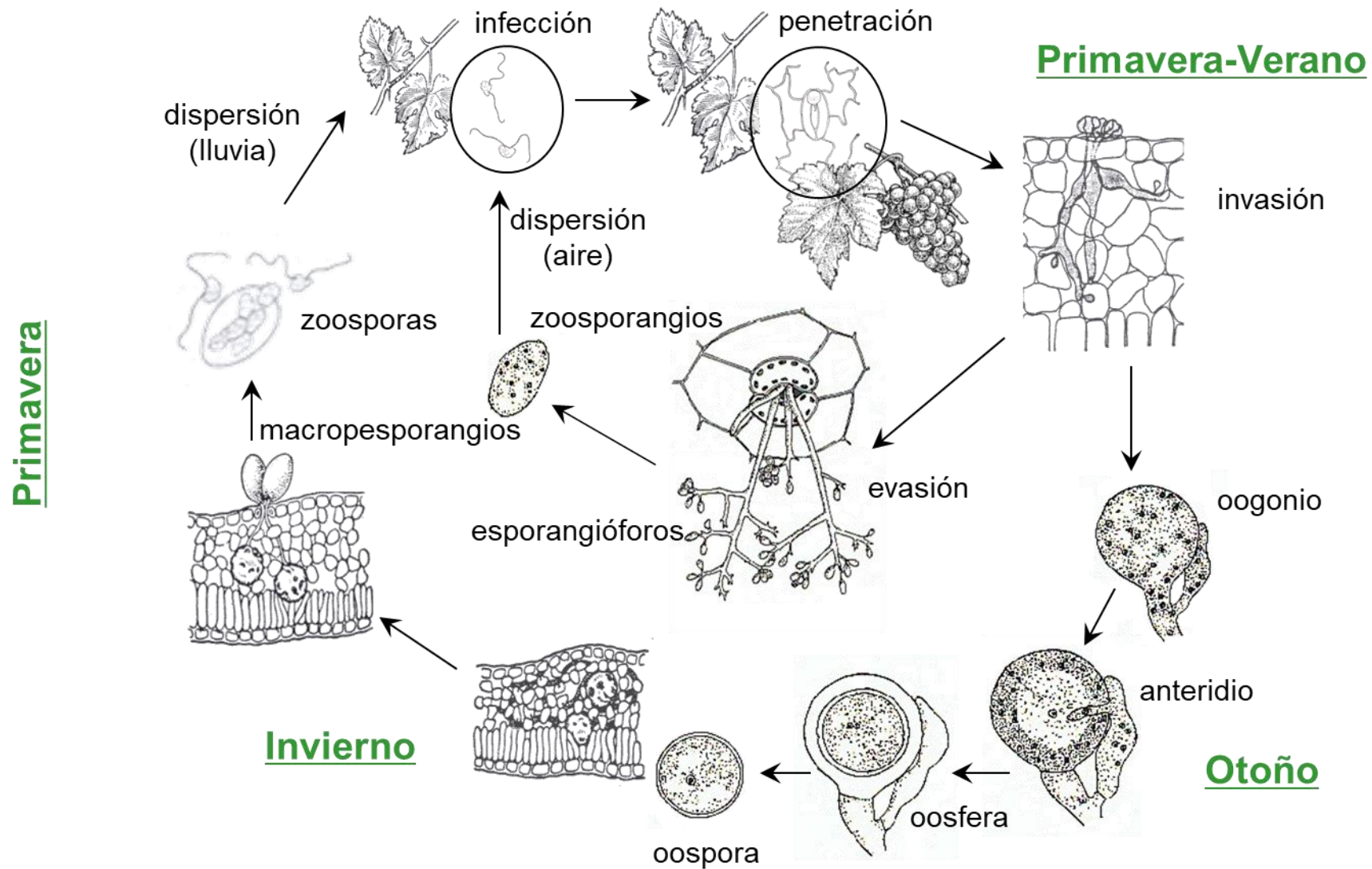
- Hongo biotrofo obligado (necesita tejido vegetal vivo para sobrevivir)
- Ataca solo a plantas del género *Vitis*
- *V. vinifera* es altamente susceptible (frente a las vides americanas)
- Se identificó por primera vez en 1834 en vides americanas
- 1878 llega a Europa procedente de América



Rossi et al., 2013

Principal enfermedad de la vid en el norte de Europa y zonas húmedas

Mildiu de la vid



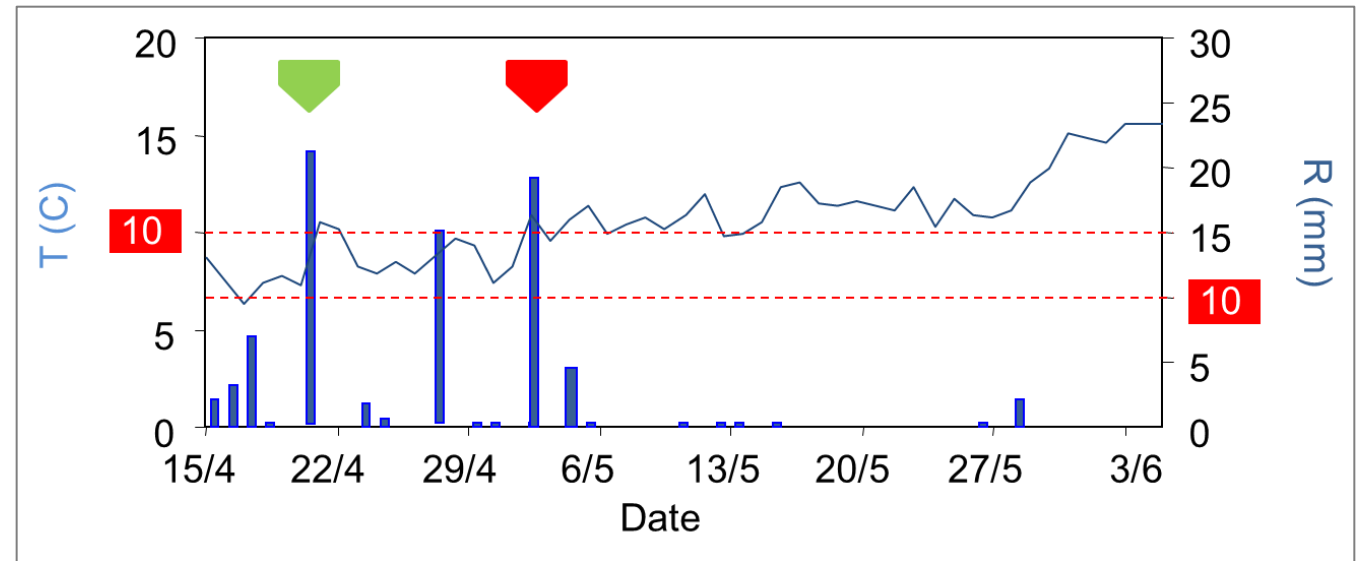
Mildiu de la vid

¿Cómo se ha controlado hasta ahora el mildiu de la vid?

La regla de los 3-10 para predecir el desarrollo de infecciones primarias de mildiu ha sido la estrategia más seguida en el sur de Europa para controlar la enfermedad

La regla se creó utilizando datos de observaciones en campo de la primera aparición de síntomas en viñedos del Oltrepo Pavese (Norte de Italia, 1941-1946)

- ▶ ≥ 10 mm lluvia en 24 -48 h
- ▶ $\geq 10^{\circ}\text{C}$
- ▶ brotes ≥ 10 cm



Mildiu de la vid

ATTI Giornate Fitopatologiche
1994, 3, 79-86

**APPLICAZIONE DI TECNICHE DI LOTTA GUIDATA ALLE MALATTIE
CRITTOGAMICHE DEI FRUTTIFERI E DELLA VITE IN EMILIA-ROMAGNA:
RISULTATI DELLE SPERIMENTAZIONI EFFETTUATE NEL PERIODO 1986-1993.**

G. GENTILI - S. RAVAGLI (*)

SILIMET s.r.l. Modena; S.I.A.P.A.- C.E.R. Galliera (BO)(*)

Tab. 4 - Osservazioni sulla incidenza della *Plasmopara viticola* su cv Montuni (Argelato - BO).

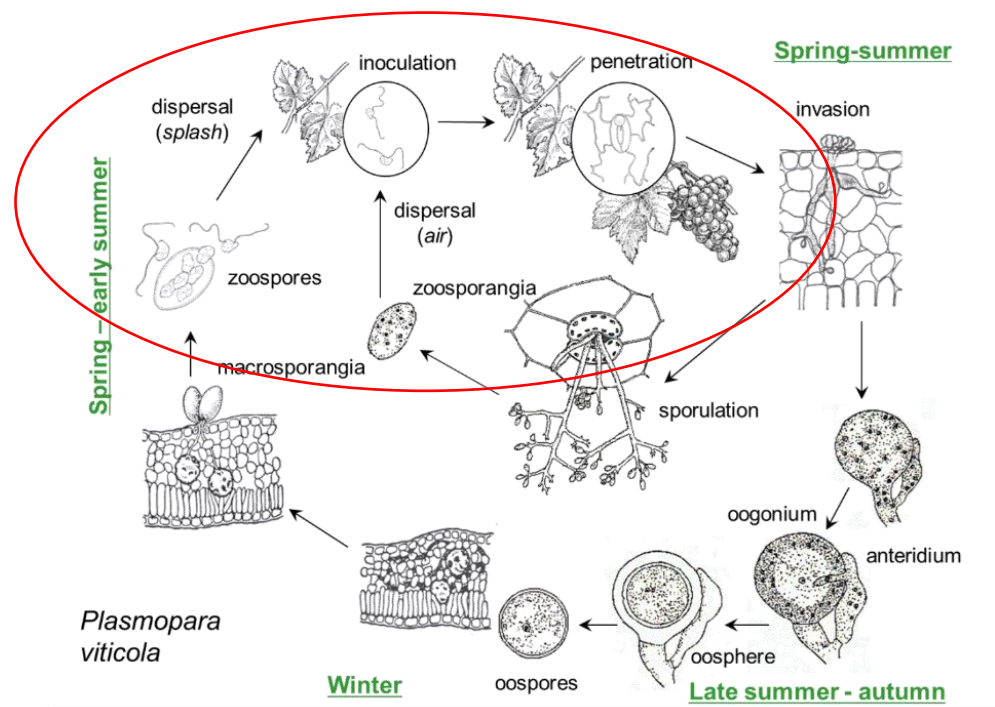
ANNO	INIZIO INF. PER "3-10"	COMPARSA PRIMI SINTIMI		INFEZIONE CORRISPON.		INCIDENZA MALATTIA SU PARCELLE NON TRATTATE (*)			
		data	fase fenologica	n°	del	foglie % rilievo	grap. % rilievo		
1987	06/05	29/06	allegagione	4	20/06	2	24/07	0	28/08
1988	16/05	23/05	bottoni fiorali	1	16/05	23	07/08	75	10/08
1989	27/04	11/07	pre-chiusura grap.	6	02/07	85	29/08	92	29/08
1990	19/05	24/06	allegagione	3	15/06	37	24/09	39	24/09
1991	02/05	23/05	grappolini visibili	3	09/05	78	04/07	67	12/08
1992	30/04	20/06	acini 2-4 mm	4	11/06	66	13/07	31	25/06

(*) I dati provengono da rilievi effettuati su prove sperimentali e sono la media di 4 ripetizioni.

Ejemplo de validación de la
regla de los 3-10s

Mildiu de la vid

¿Qué sabemos de la biología de *P. viticola* ligada a las primeras infecciones?



Tab. 1. Für Infektion mit *Plasmopara viticola* mindestens erforderliche Blattnässedauer im Temperaturbereich von 6 bis 25°C bei Inokulation mit Sporangiensuspension, sowie die daraus errechneten Temperatursummen während der Nässeperiode

Temperatur (°C)	Nässedauer (Stunden)	Temperatursumme (Gradstunden)
6	9,0	54,0
7	8,5	59,5
8	6,5	52,0
9	6,0	54,0
10	5,5	55,0
11	5,0	55,0
12	4,0	48,0
13	4,0	52,0
14	3,5	49,0
15	3,5	52,5
16	3,0	48,0
17	2,5	42,5
18	2,5	45,0
19	2,5	47,5
20	2,0	40,0
21	2,5	52,5
22	2,0	44,0
23	2,0	46,0
24	2,0	48,0
25	2,0	50,0

Blaeser and Weltzien, 1979

- 0.2 mm de lluvia son suficientes para dispersar el patógeno (Rossi et al., 2002)
- Se pueden producir infecciones una vez aparece la primera hoja
- Se pueden producir infecciones con temperaturas <10°C



¿Llevamos 60 años sin poder controlar mildiu?

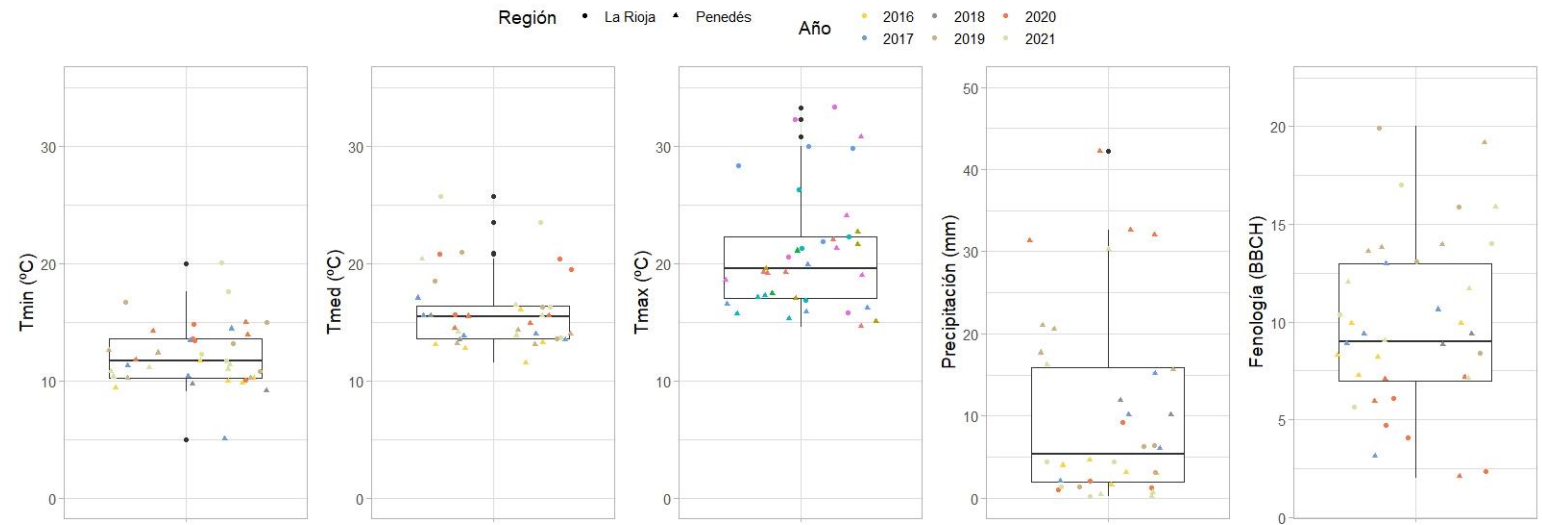
Mildiu de la vid



Penedès /Rioja

40 viñedo en el Penedes (n=27) y La Rioja (n=13) de 2016 a 2021.

Las infecciones predichas por Agrigenio Vite y confirmadas en campo se dieron con temperaturas entre 11,5 y 25,5°C, lluvias entre 0,2mm t 42,2 mm y fenologías entre 1 y 20 hojas abiertas.



González-Domínguez et al., 2022. XX Congreso SEF (Valencia).

Mildiu vid:

*“De manera general, la primera infección requiere que se cumpla la conocida regla de los tres “10” (10 cm de brotación + 10 mm de lluvia + 10°C de temperatura media), si bien está comprobado que **en condiciones óptimas, con precipitaciones y temperaturas inferiores, puede desencadenarse una infección primaria**”*

Mildiu de la vid

¿Qué sabemos de la biología de *P. viticola* ligada a las primeras infecciones?

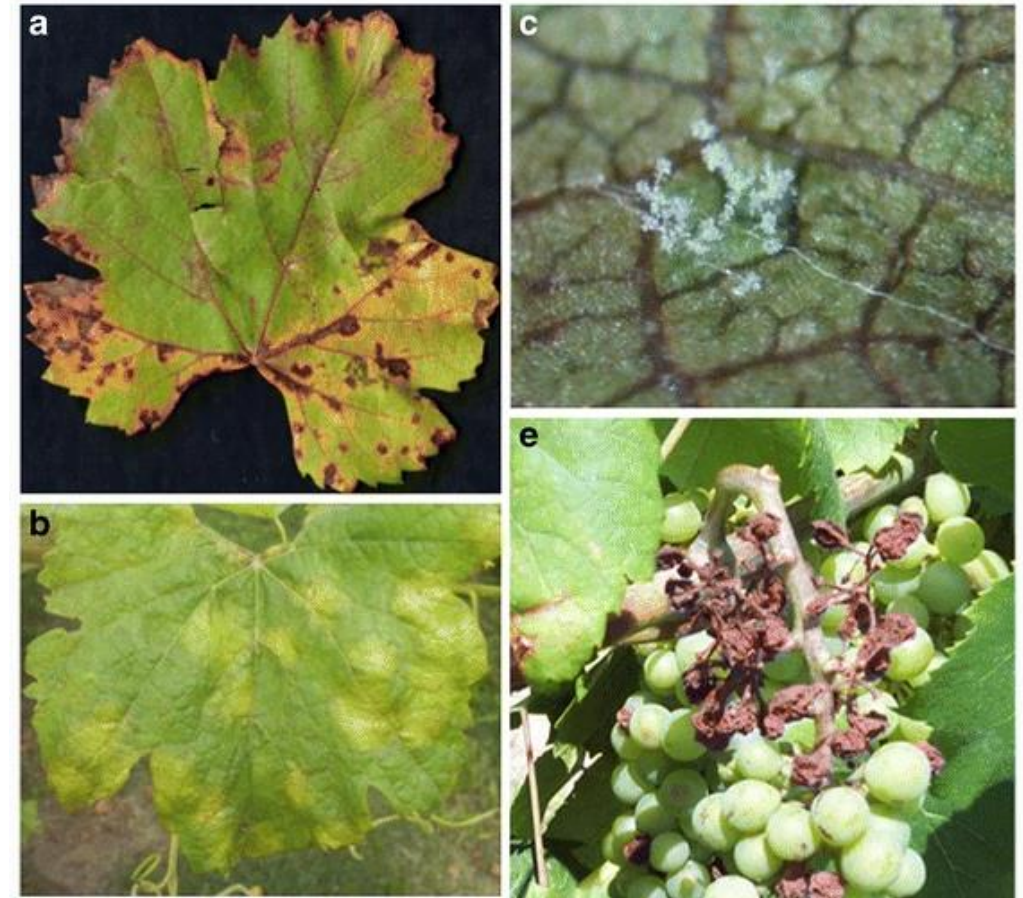
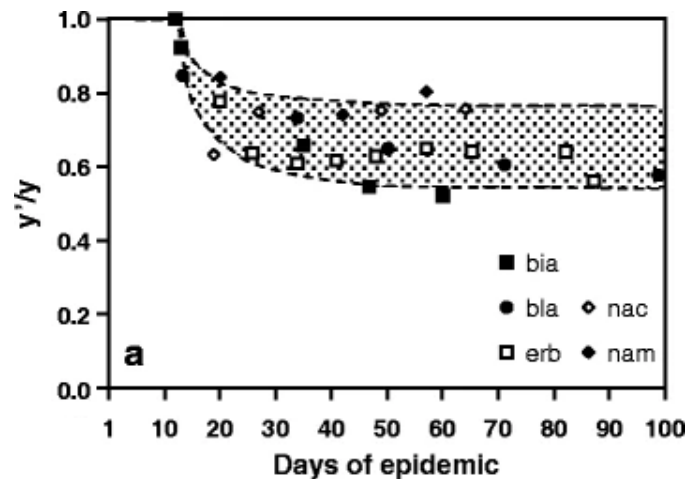
Contribution of molecular studies to botanical epidemiology and disease modelling: grapevine downy mildew as a case-study

Vittorio Rossi , Tito Caffi & Davide Gobbin

European Journal of Plant Pathology **135**, 641–654 (2013) | [Cite this article](#)

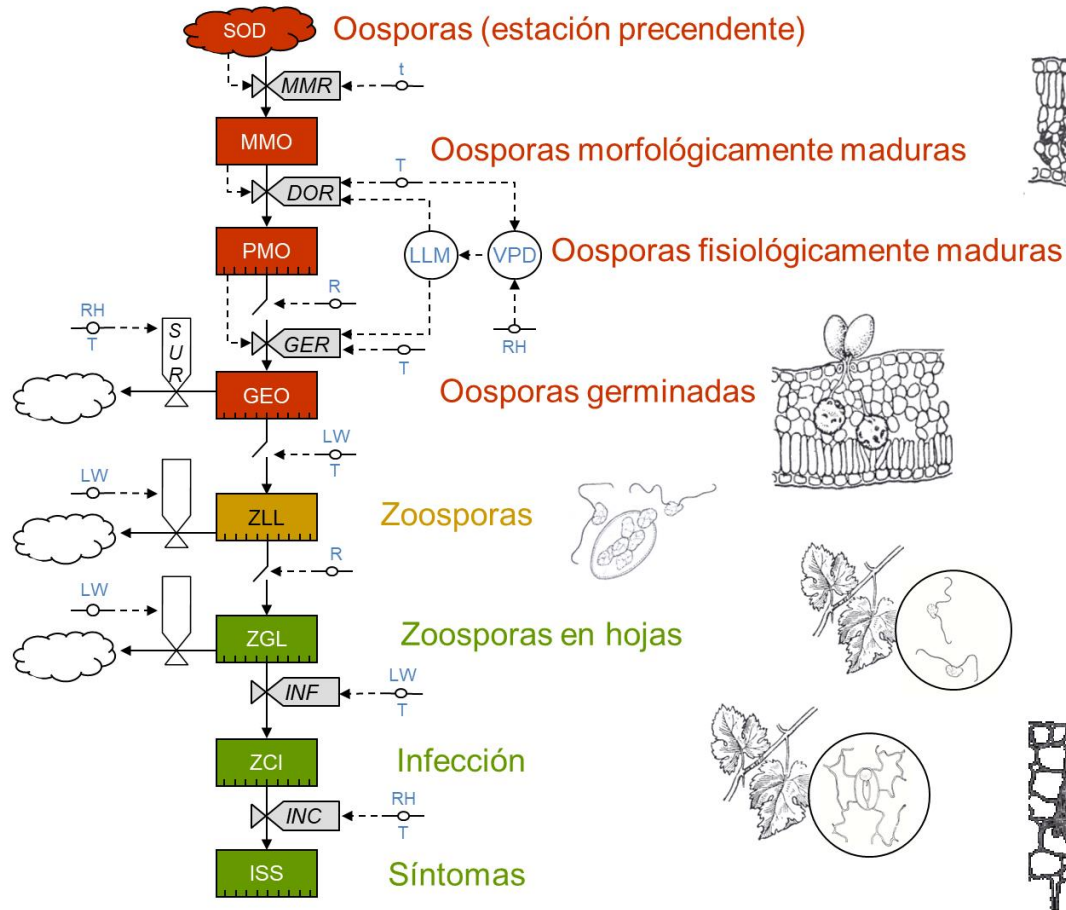
1261 Accesses | 22 Citations | [Metrics](#)

Contribución relativa (y'/y) de las infecciones primarias de mildiu al total de infecciones observadas en hoja



Modelos mildiu en Agrigenio Vite

Modelo infecciones primarias



Oídio de la vid



Erysiphe necator Schw. (sinónimo *Uncinula necator*)

- Hongo biotrofo (necesita tejido vegetal vivo para sobrevivir) y ectoparásito
- *V. vinifera* es altamente susceptible (frente a las vides americanas)

1834: descubierto en Norte América (nativo)

1845: se describe en Inglaterra

1850: extendido por toda Europa (pérdidas totales de cosecha)

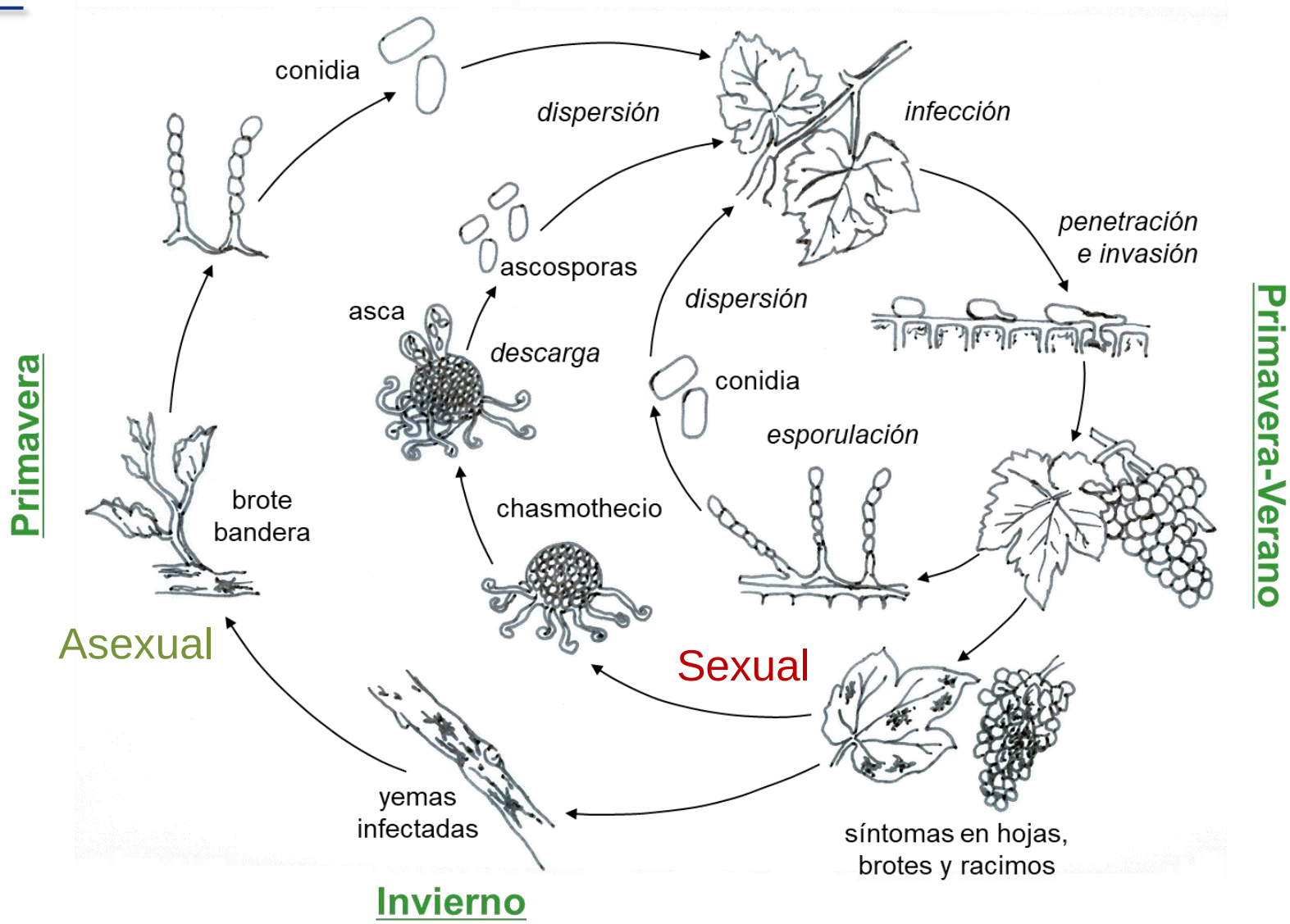
1853: en Francia se aplica azufre a 2.5 millones de has

1960: introducción de los primeros fungicidas modernos

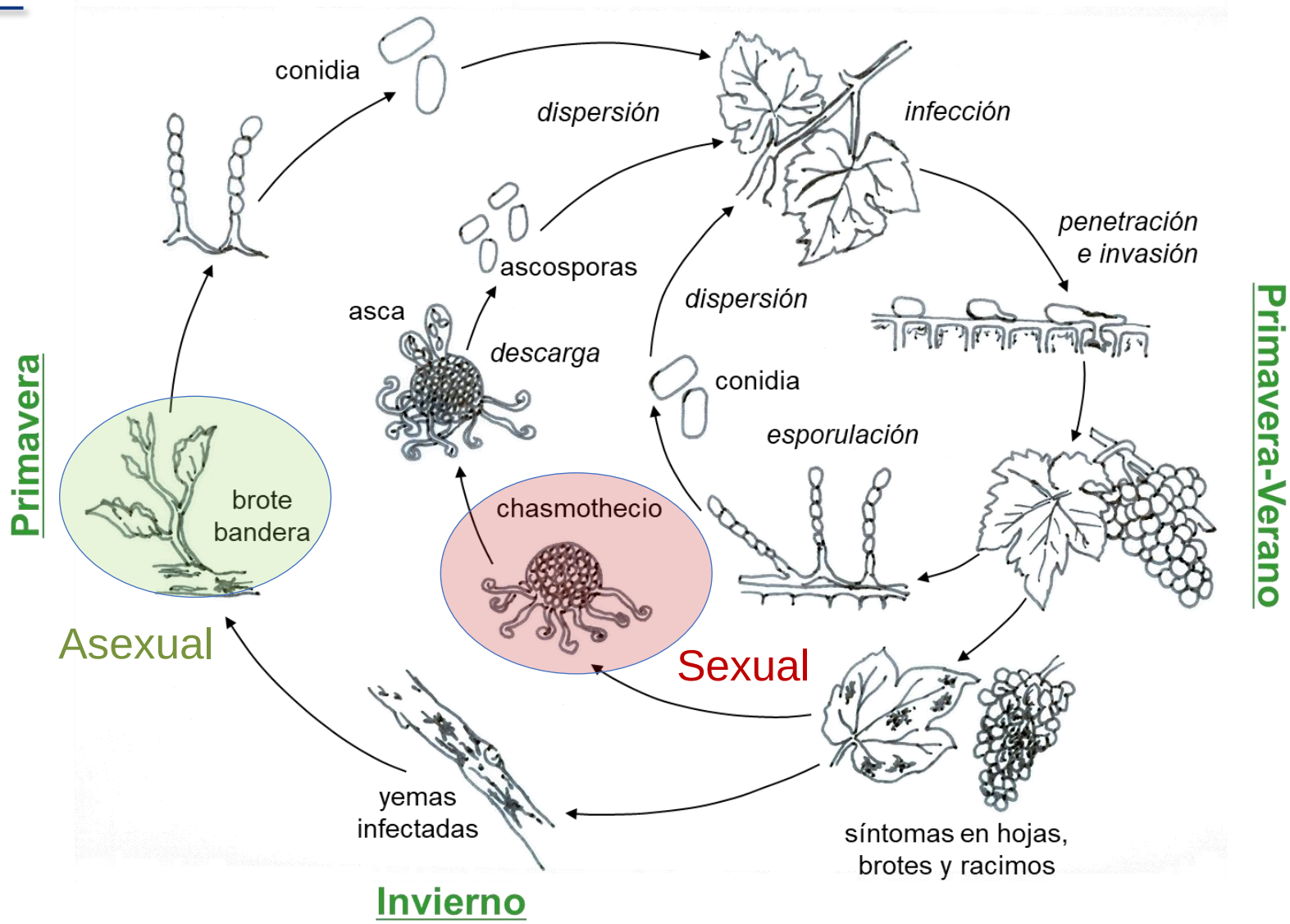
1980: aparición de las primeras resistencias a fungicidas

Principal enfermedad de la vid en la cuenca del mediterráneo

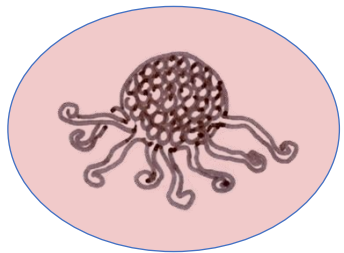
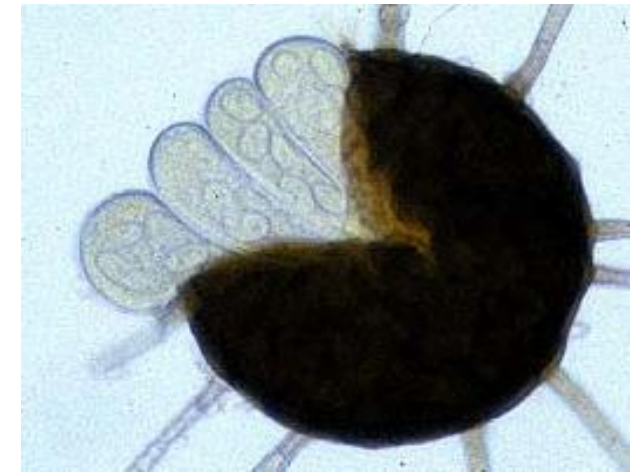
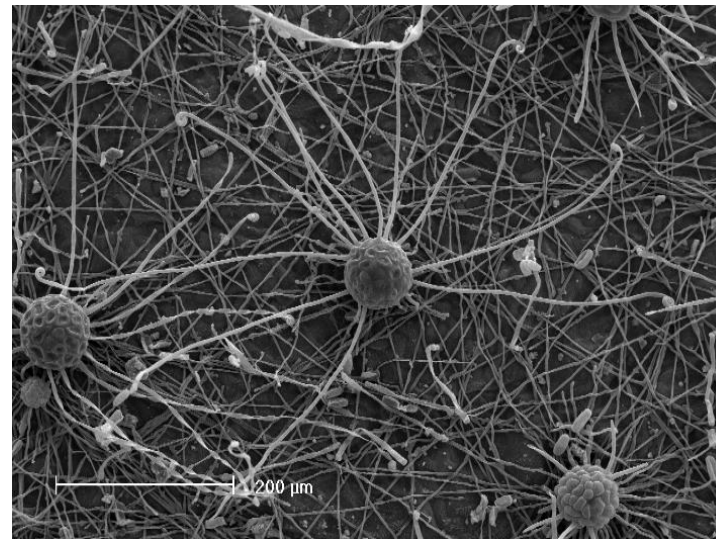
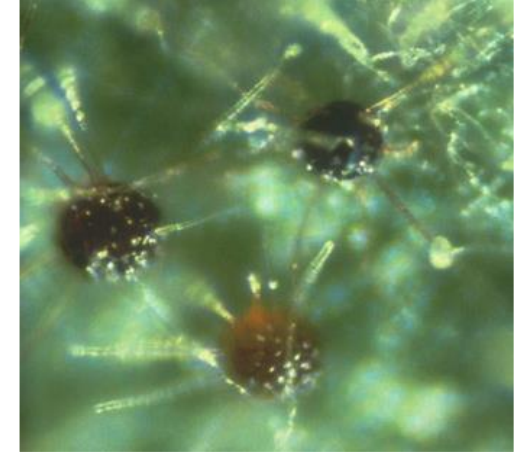
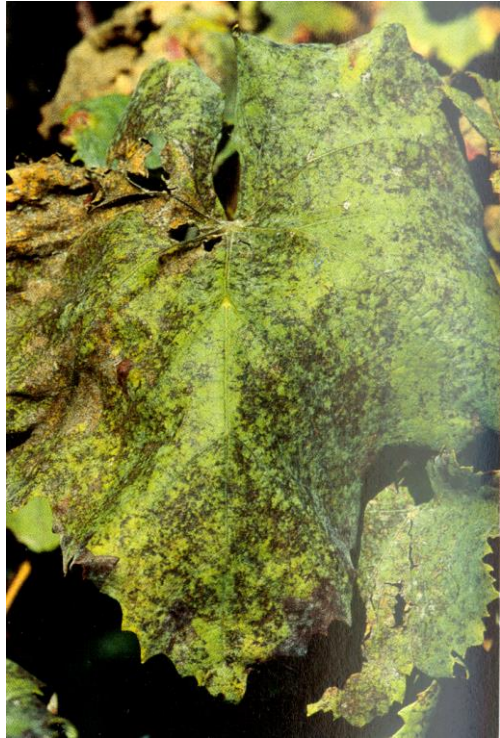
Oídio de la vid



Oídio de la vid

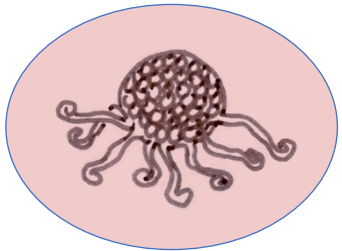
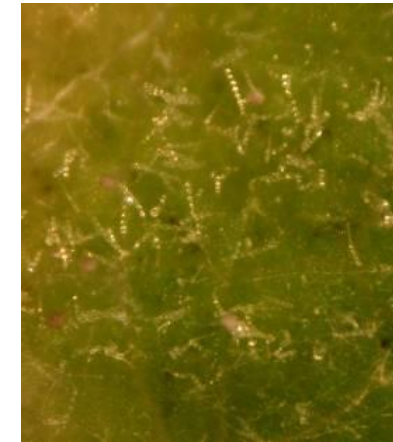


Oídio de la vid: chasmotecios



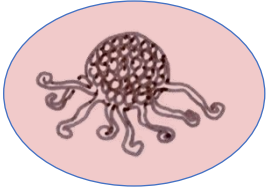
Fase
Sexual

Oídio de la vid: infecciones ascospóricas

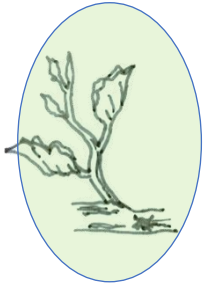


Fase
Sexual

Ascosporas vs Brotes bandera



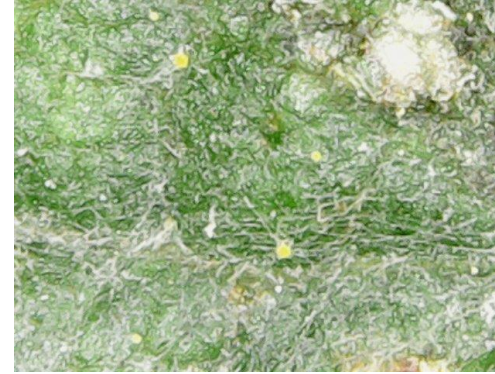
Fase Sexual



Fase asexual



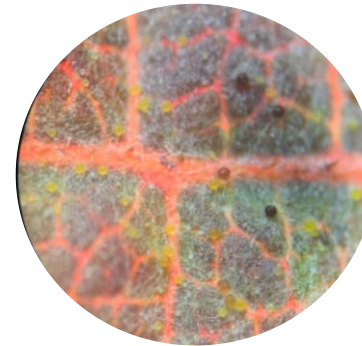
En la Región Demarcada del Duero (RDD), la hibernación de este hongo se da principalmente bajo la forma de cleistotecas, encontrándose rara vez los “drapeaux” (banderas). Por otro lado, la presencia de un elevado número de cleistotecas en las hojas de las vides que habían sufrido ataques de oídio, confirma esta hipótesis (FREITAS E VAL, 2005).



Ruben Sanjuan –
Cellers Domenys (Tarragona)

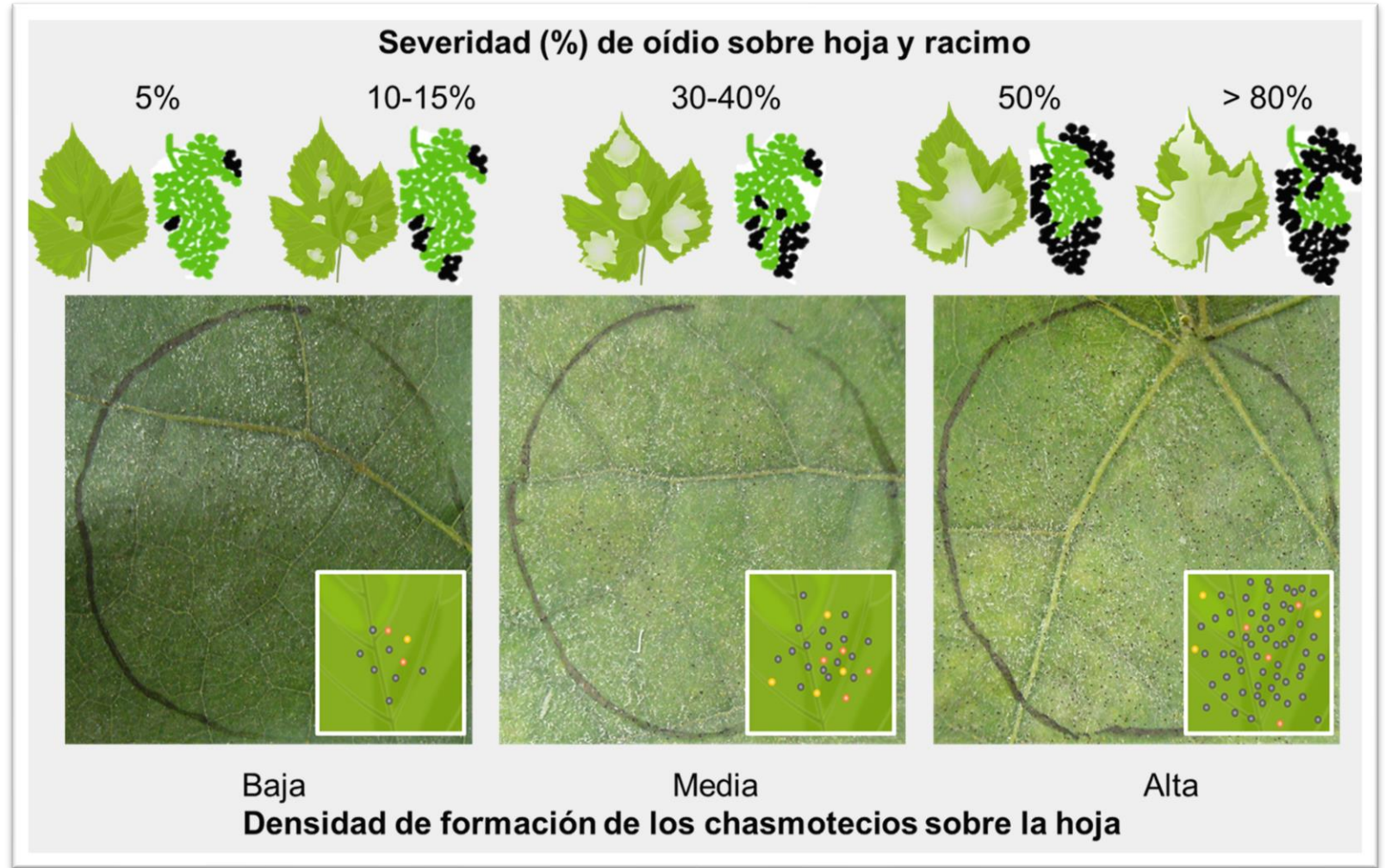
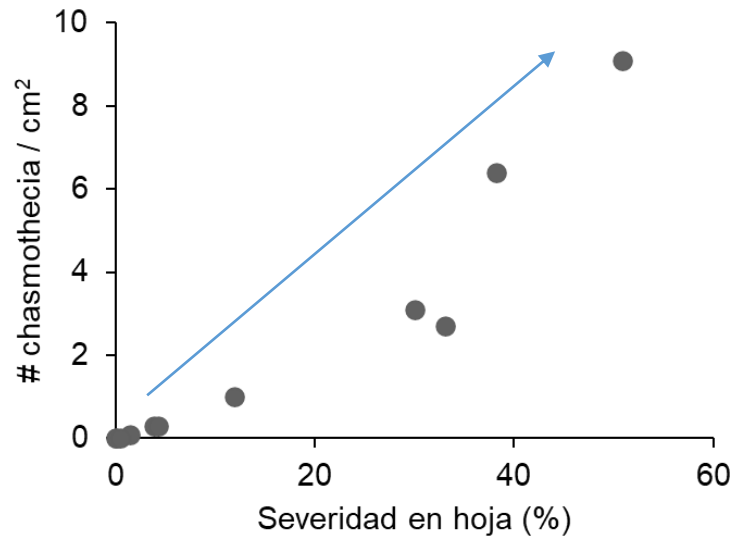
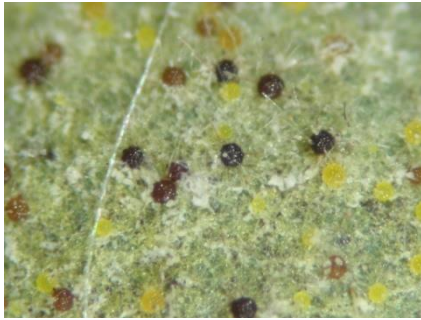


David Gramaje - ICVV (La Rioja)

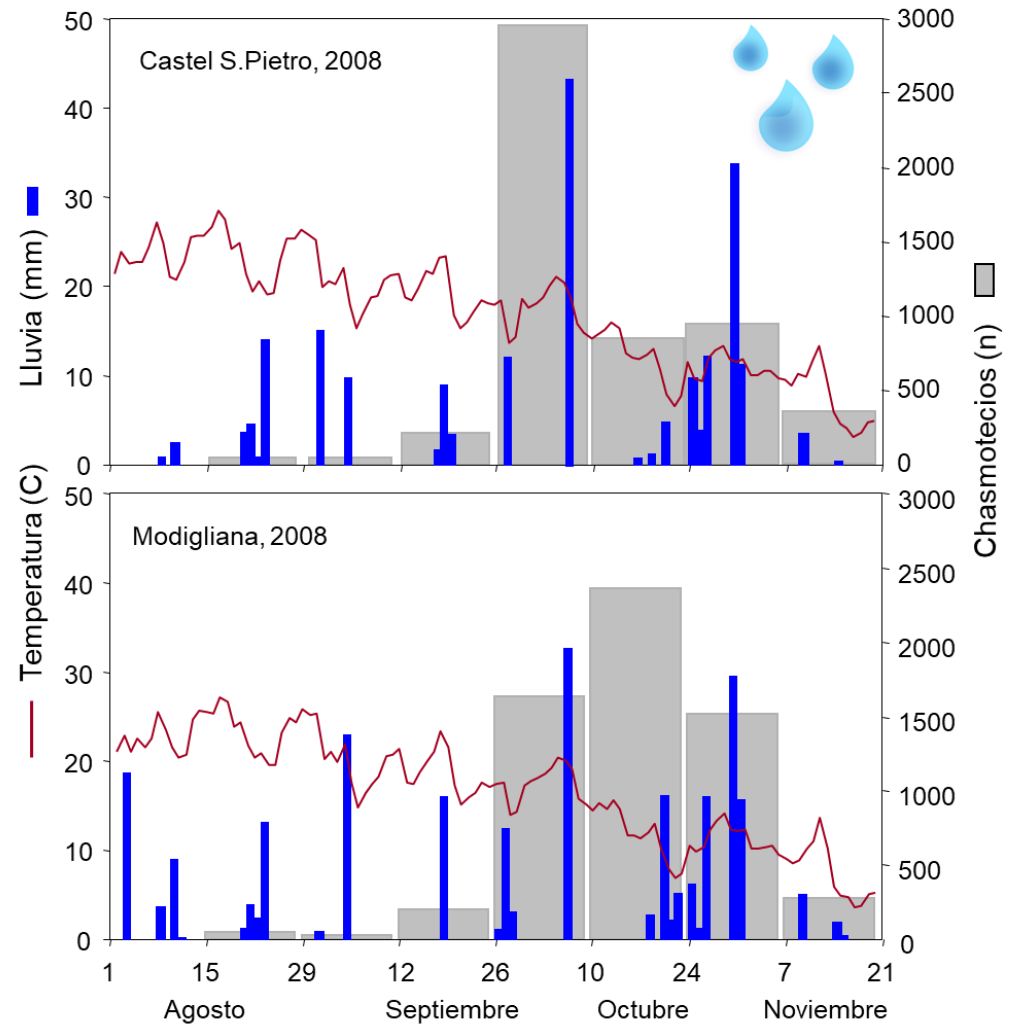


Irene Bonilla - CUNE (La Rioja)

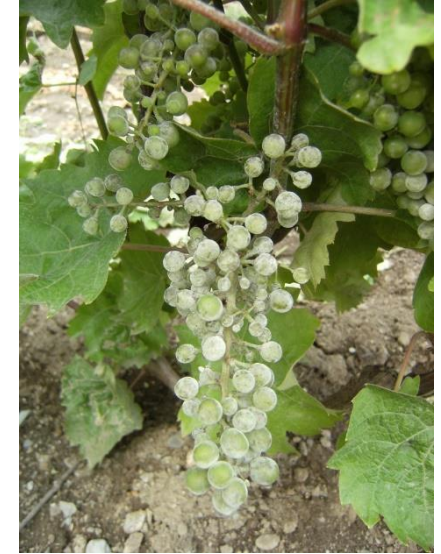
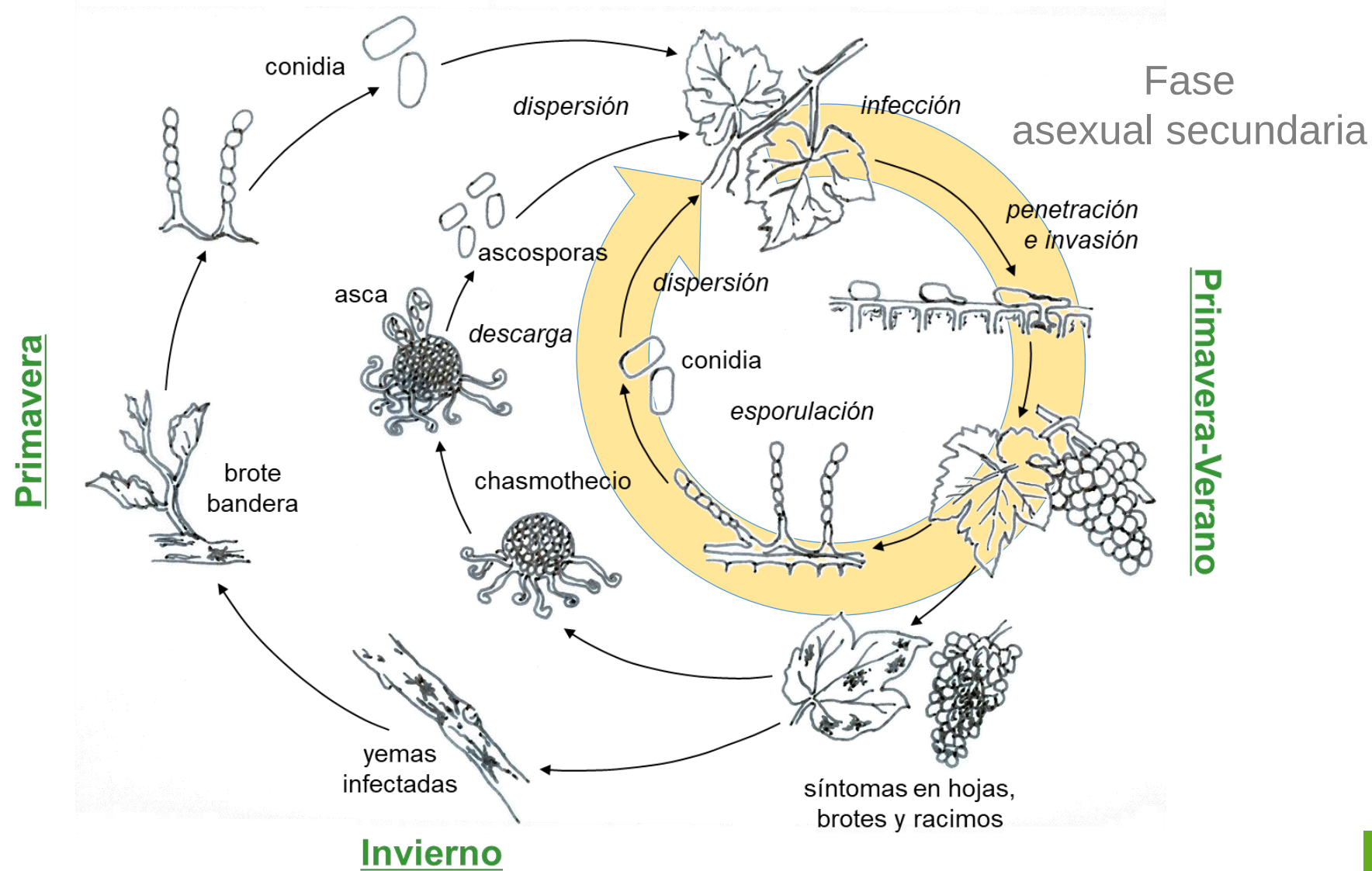
Oídio de la vid: chasmotecios



Oídio de la vid: chasmotecios

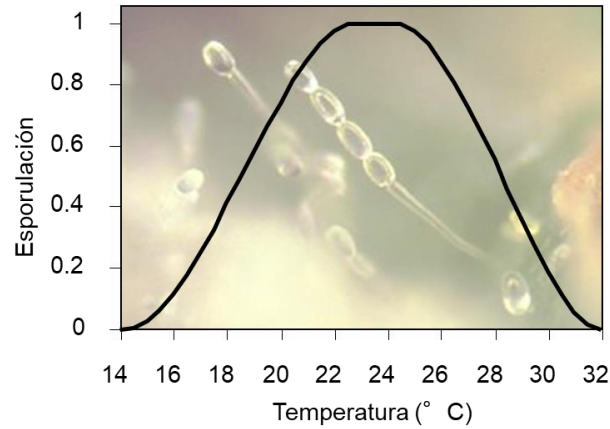


Oídio de la vid: infecciones conídicas



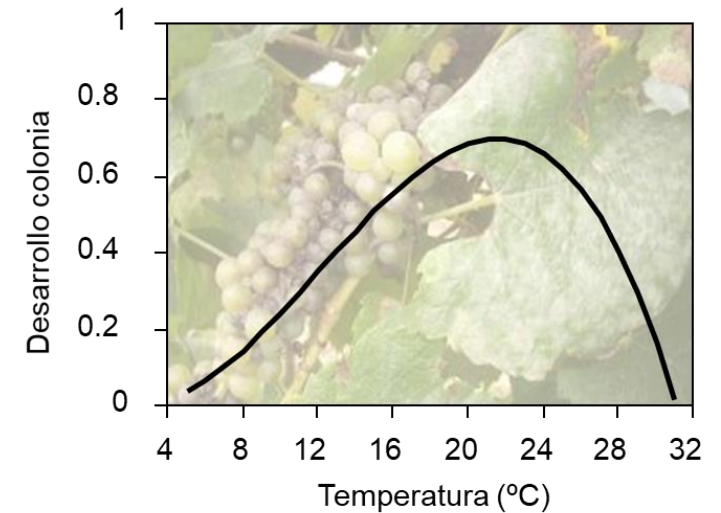
Oídio de la vid: infecciones conídicas

1. Esporulación

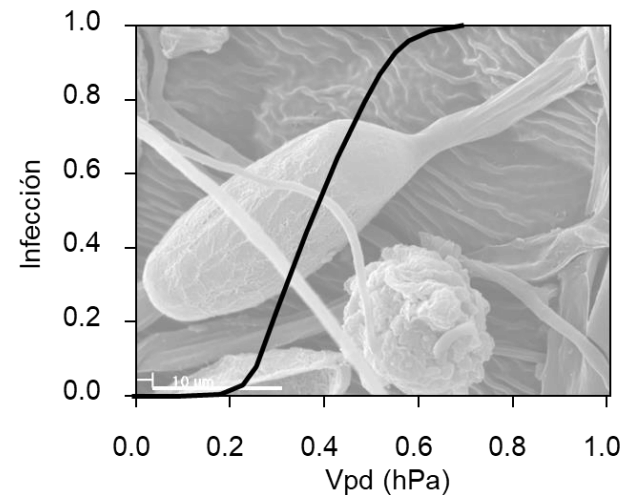
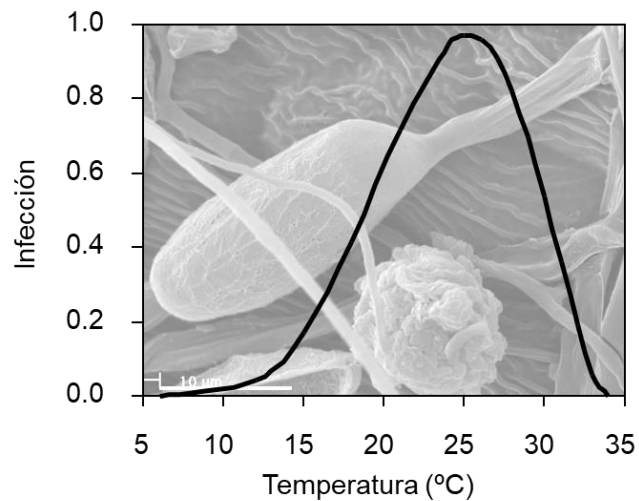


¡No esporula con
con HR>90% o
<40% !

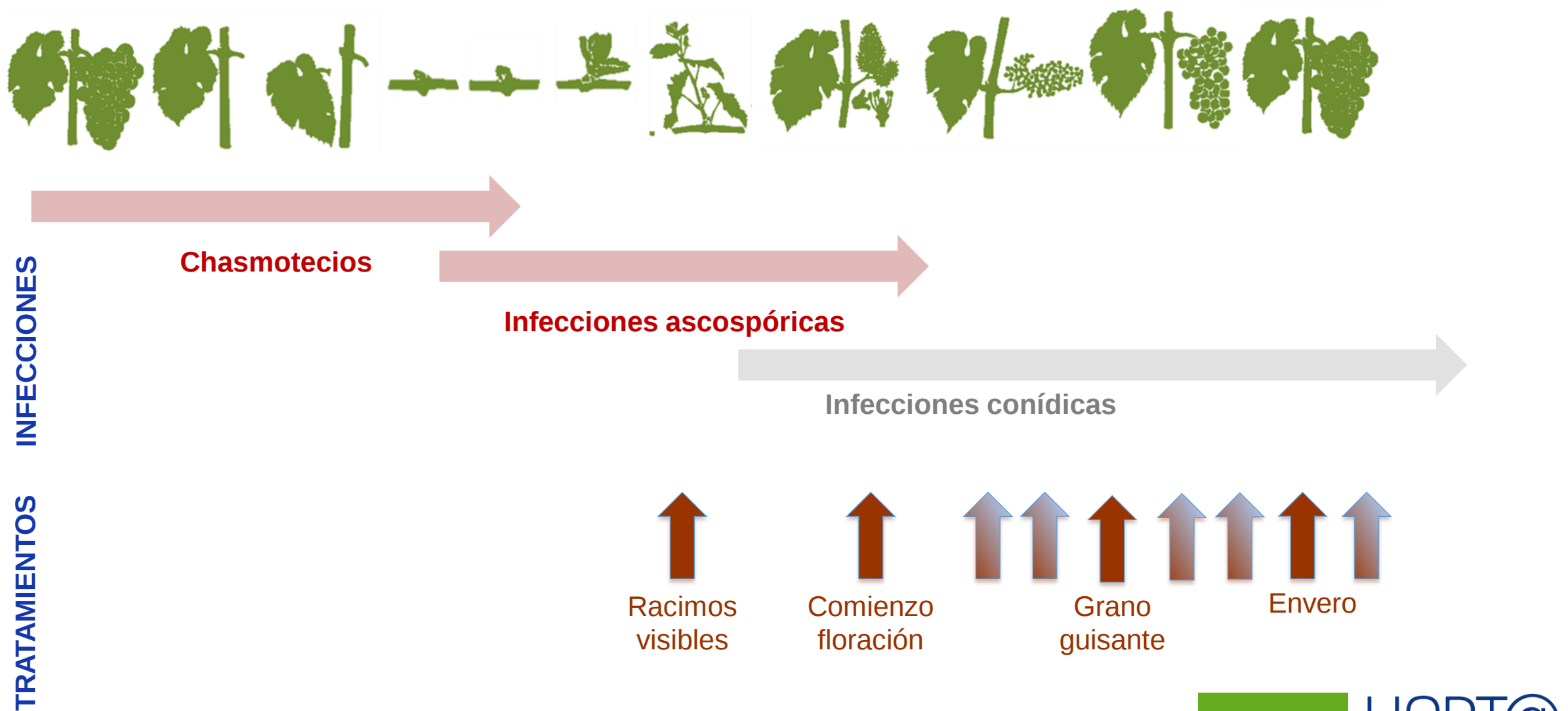
3. Crecimiento colonia



2. Infección



Oídio: tratamientos a calendario



Oídio: tratamientos siguiendo un modelo



INFECCIONES

TRATAMIENTOS

Chasmotecios

Infecciones ascospóricas

Infecciones conídicas

1. Romper herencia
(eliminar chasmotecios)

2.- Reducir inóculo al inicio de la
campana; tratar infecciones
ascospóricas (Agrigenio vite)

3.- Tratar en función del
riesgo (Agrigenio vite)

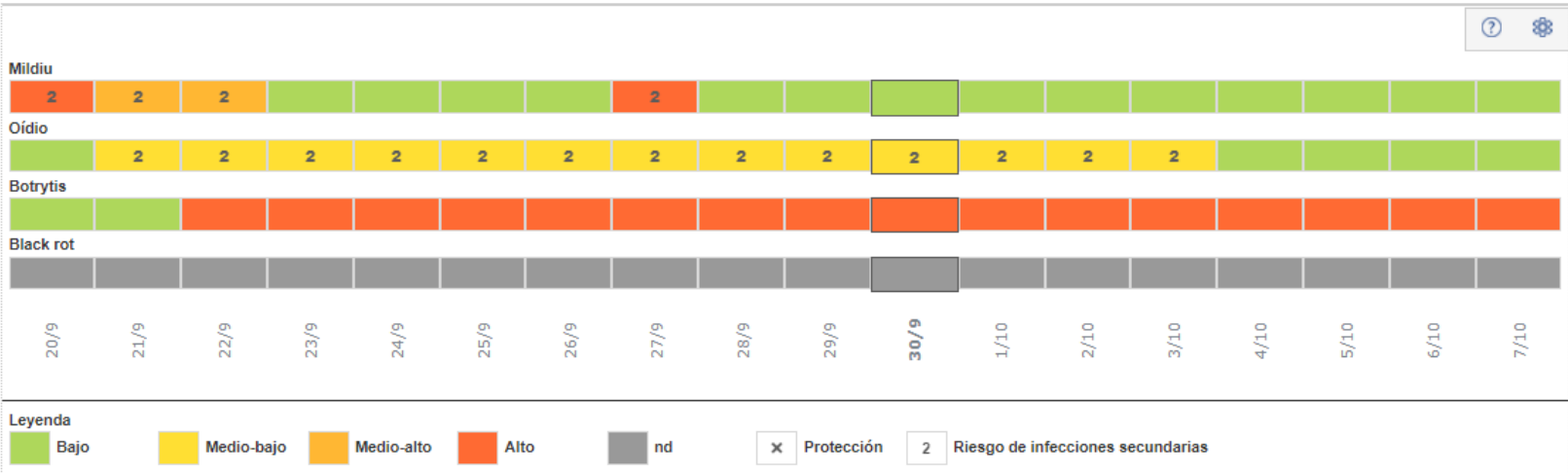
Modelos de oídio en Agrigenio vite

Desarrollo vegetal

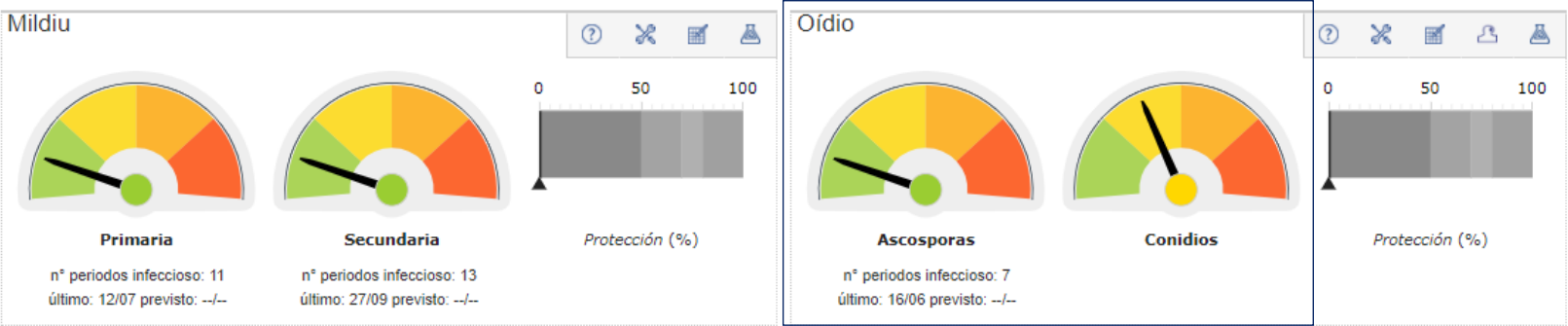
Estado actual: Maduración



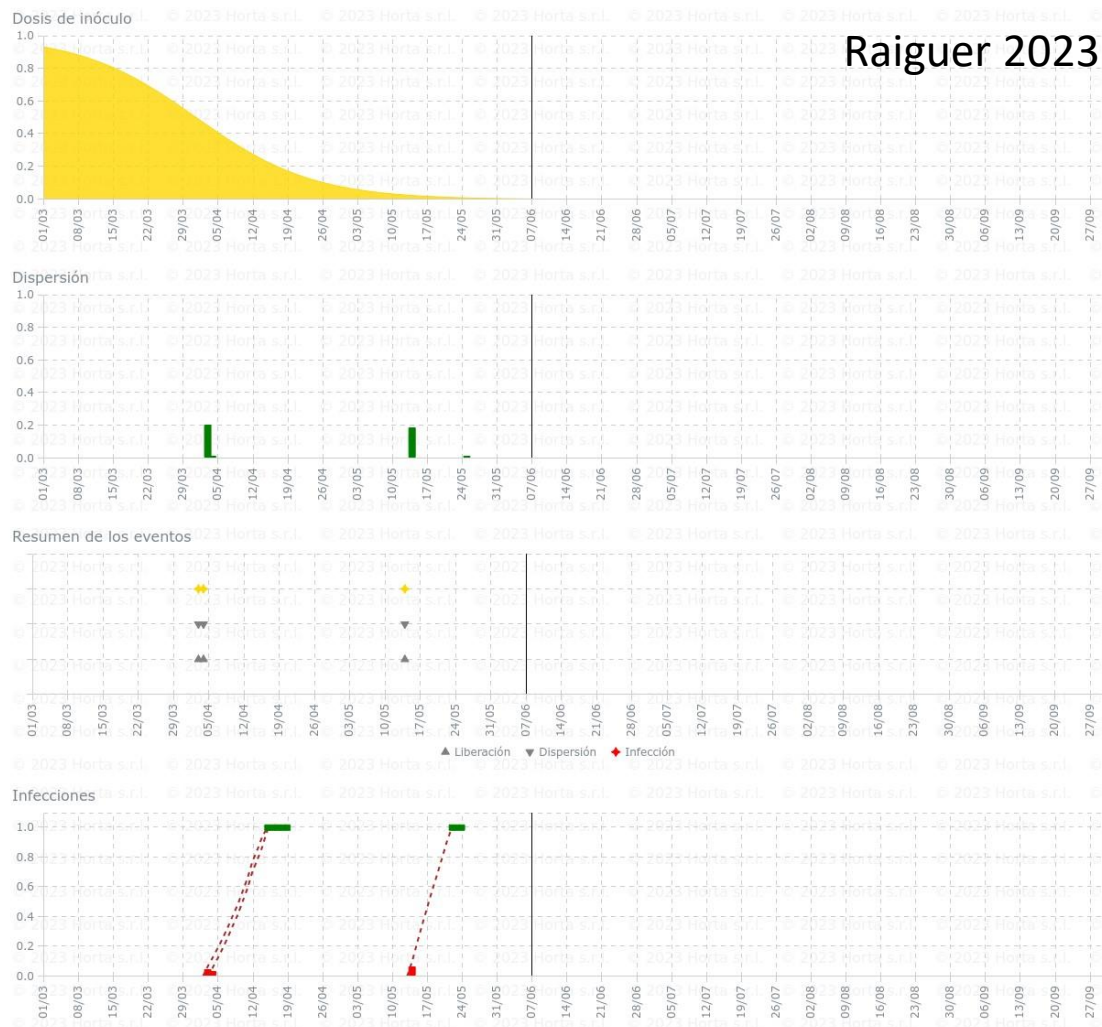
Enfermedades - evolución del riesgo



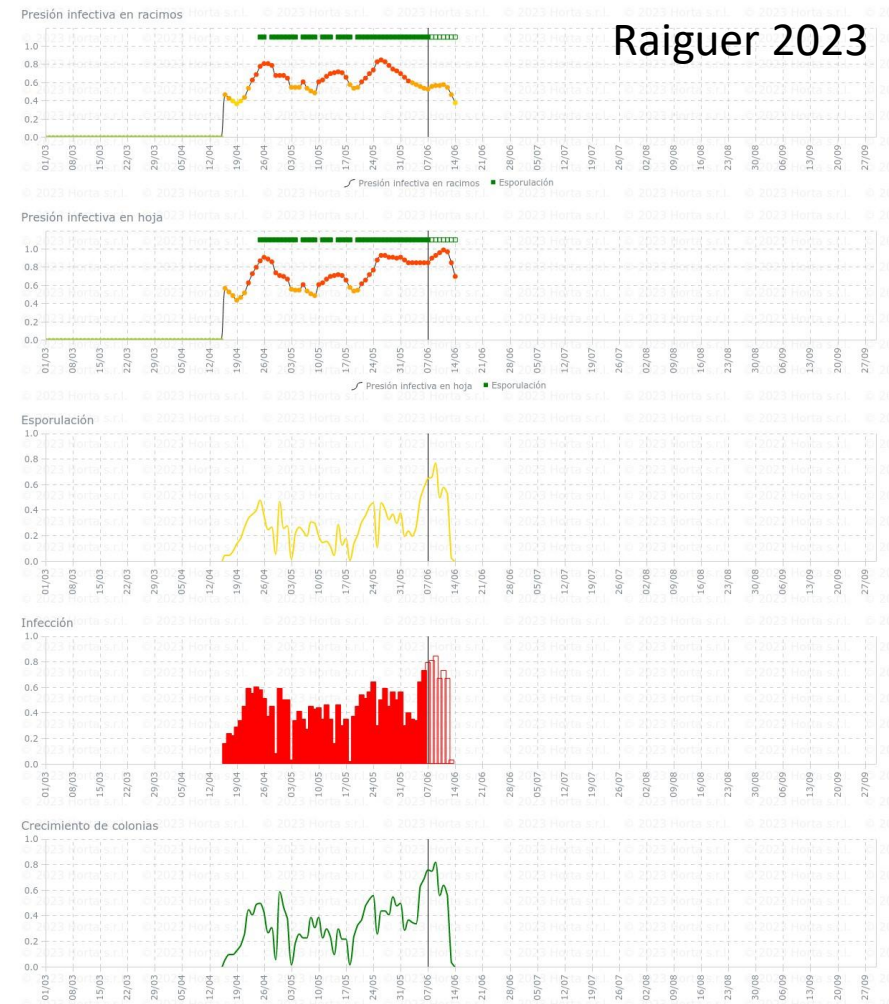
Enfermedades



Infecciones ascospóricas

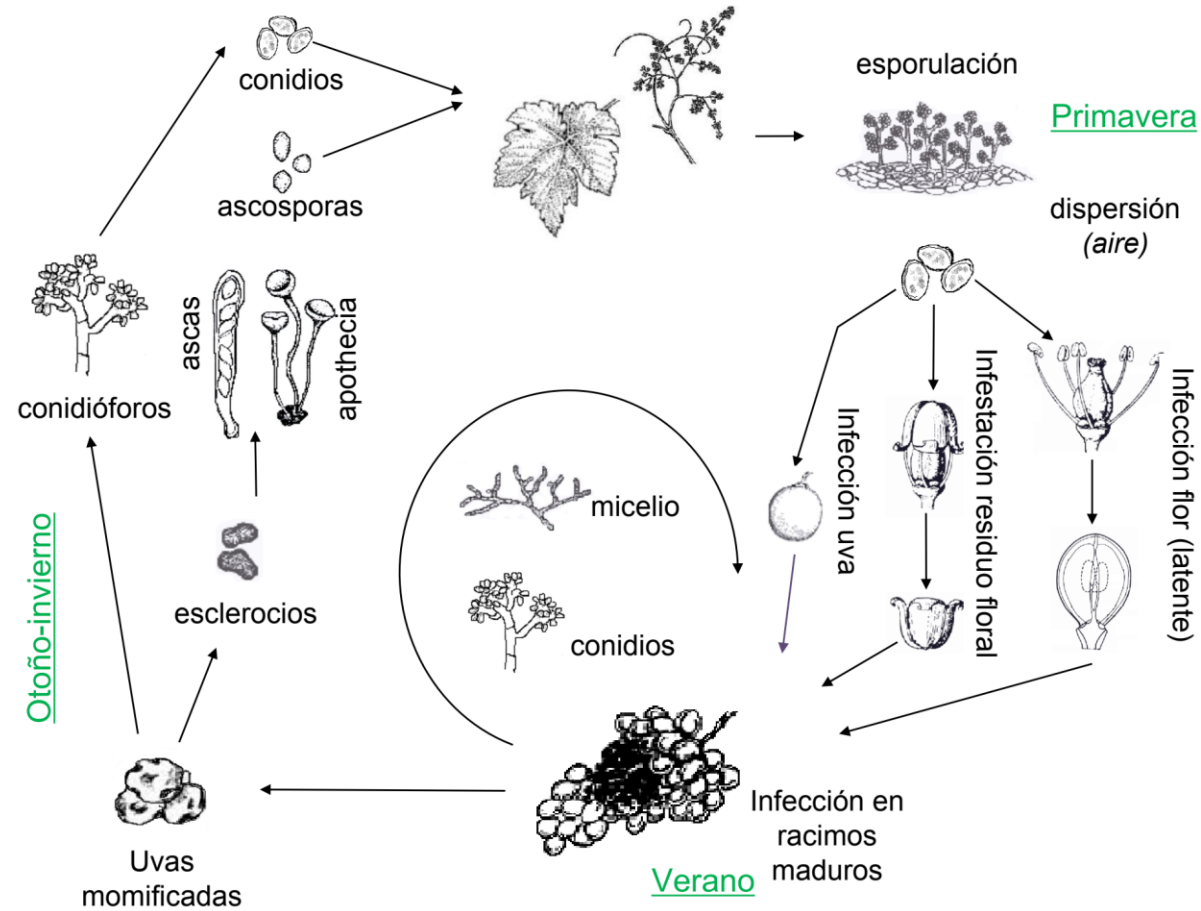


Infecciones conídicas



Podredumbre gris

Ciclo de vida de *Botrytis cinerea*



Principales rutas de infección:

- I: Infección conidial de estilos y óvulos
- Ila: Infección conidial de estambres y pétalos
- IIb: Infección del fruto via pedicelo
- III: Infección conidial de los residuos florales
- IV: Acumulación de conidios dentro del racimo

Floración
Fruto joven

- Va: Infección conidial de uva madura
- Vb: Infección miceliar de uva Madura
- VI: Infección conidial de fruta cosechada

Envero
Pre-cosecha

Modificado de Elmer y Michailides, 2007

Podredumbre gris

Tratamientos a calendario



A

(floración)



Infecciones
latentes



B

(pre-cierre)



Residuos
florales



C

(envero)



Infecciones
frutos maduros



D

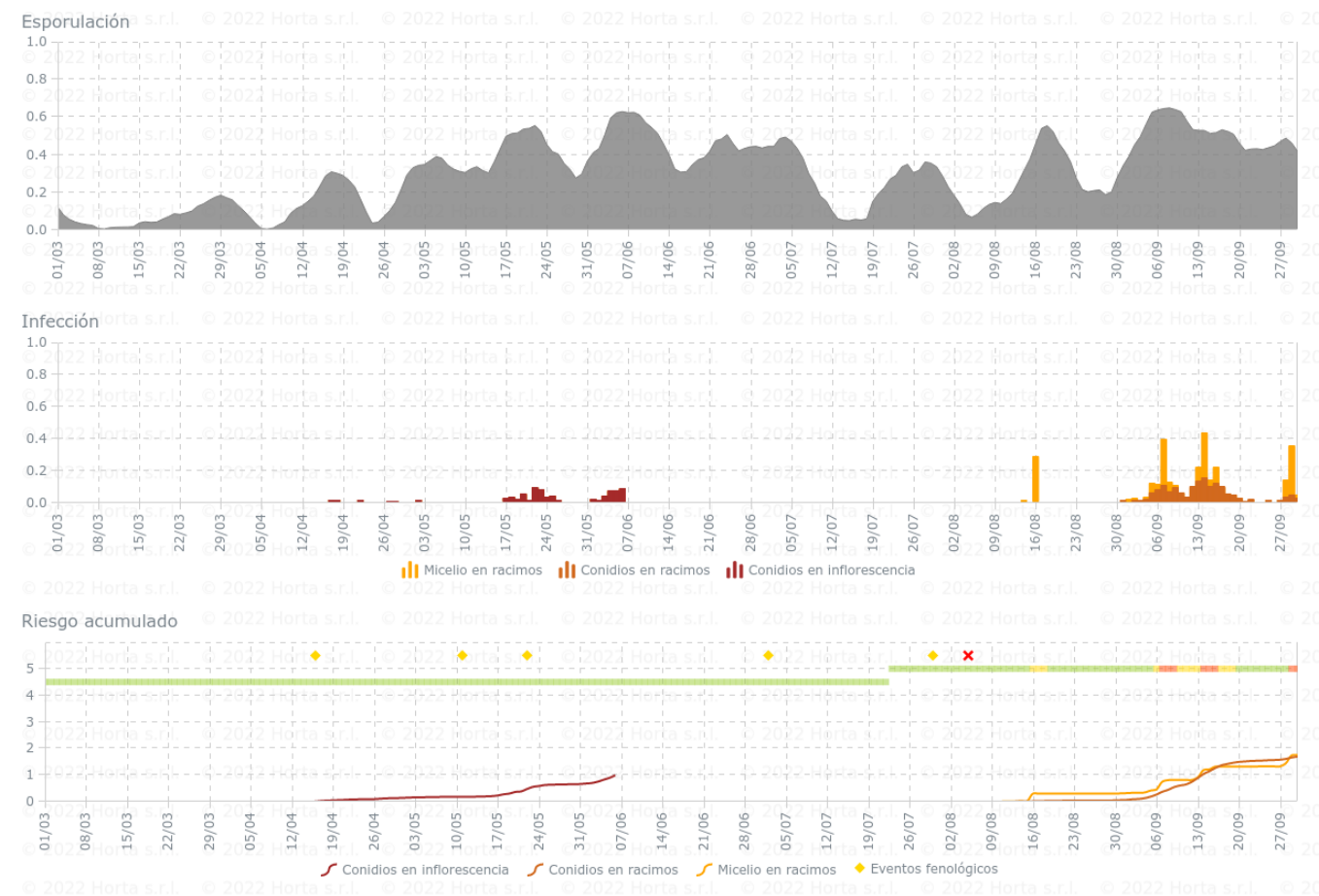
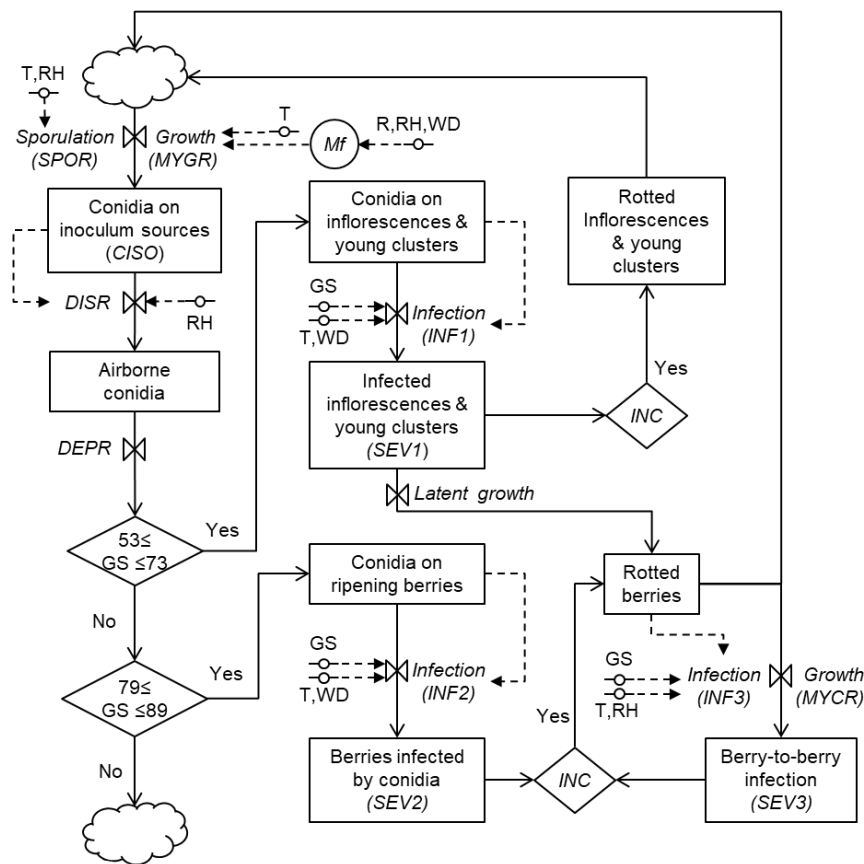
(pre-cosecha)



- Tratamientos innecesarios si las condiciones no son adecuadas
- Problemas ambientales y de aparición de resistencias

Modelo podredumbre gris en Agrigenio Vite

El modelo considera 2 períodos y 3 rutas de infección:



Podredumbre gris

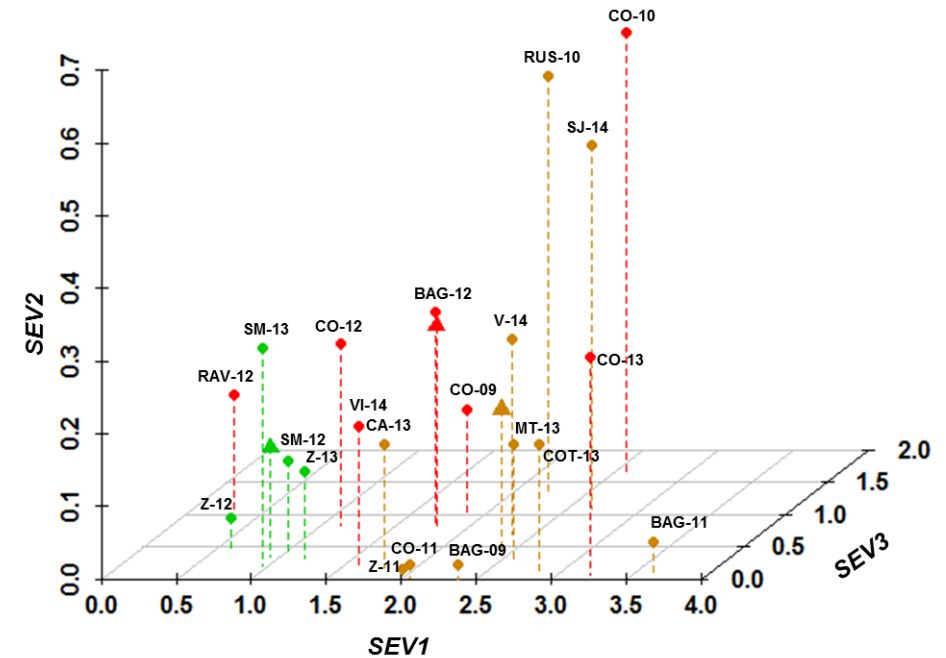
Validación del modelo: 21 epidemias (Italia y Francia)

Table 2. Summary characteristics (location, year, cultivar, and training system) of the vineyards used for validation of the *Botrytis cinerea* model. Also indicated are the observed incidence and severity of Botrytis bunch at maturity and the classification of the epidemics.

Code of epidemics	Vineyard locality (country) ^a	Year	Cultivar	Training system	Observed incidence (%) ^b	Observed severity (%) ^c	Observed epidemic group ^d
BAG-09	Bagnacavallo (IT)	2009	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	64.5	3.3	Intermediate
BAG-11	Bagnacavallo (IT)	2011	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	35.0	4.6	Intermediate
BAG-12	Bagnacavallo (IT)	2012	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	78.0	3.3	Severe
CA-13	Camerlona (IT)	2013	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	68.5	6.8	Intermediate
CO-09	Conselice (IT)	2009	Trebbiano Romagnolo	Guyot	85.5	24.9	Severe
CO-10	Conselice (IT)	2010	Trebbiano Romagnolo	Guyot	81.8	15.9	Severe
CO-11	Conselice (IT)	2011	Trebbiano Romagnolo	Guyot	54.5	5.8	Intermediate
CO-12	Conselice (IT)	2012	Trebbiano Romagnolo	Guyot	94.5	48.0	Severe
CO-13	Conselice (IT)	2013	Trebbiano Romagnolo	Guyot	80.8	15.1	Severe
COT-13	Barbiano di Cotignola (IT)	2013	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	65.0	9.7	Intermediate
RAV-12	Ravenna (IT)	2012	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	78.0	15.0	Severe
RUS-10	Godo di russi (IT)	2010	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	56.7	5.5	Intermediate
MT-13	Montepaldi (IT)	2013	Trebbiano Toscano	S. Cordon	60.0	13.0	Intermediate
SJ-14	Saint Julien (FR)	2014	Merlot	Guyot	27.4	1.6	Intermediate
SM-12	S. Michelle (IT)	2012	Pinot Gris	Guyot	2.2	0.2	Mild
SM-13	S. Michelle (IT)	2013	Pinot Gris	Guyot	0.0	0.0	Mild
V-14	Villanave d'Ordon (FR)	2014	Merlot	Guyot	36.7	1.6	Intermediate
VI-14	Villanova di Ravenna (IT)	2014	Trebbiano Romagnolo	Casarsa	79.5	12.6	Severe
Z-11	Ziano (IT)	2011	Barbera	Guyot	37.5	13.5	Intermediate
Z-12	Ziano (IT)	2012	Barbera	Guyot	1.3	4.4	Mild
Z-13	Ziano (IT)	2013	Barbera	Guyot	0.0	0.0	Mild

^a Country code: IT = Italy; FR = France.
^b Disease incidence assessed as the percentage of bunches with Botrytis rot at maturity.
^c Disease severity assessed as the percentage of the bunch surface affected by Botrytis rot at maturity.
^d Epidemic group: severe (incidence $\geq 75\%$; severity $\geq 15\%$); intermediate (74 $\geq$ incidence $\geq 25\%$; severity $< 15\%$); mild (incidence $< 24\%$; severity $< 5\%$).

Evaluar la habilidad del modelo para predecir si las infecciones son: **bajas/ medias/ altas**



Discriminant function analysis (DFA)

Podredumbre gris

		Predicted by the model		
		Mild	Intermediate	Severe
Observed in field	Mild	4	0	0
	Intermediate	0	9	1
	Severe	1	2	4

Discriminant Function Analysis (DFA) clasificó correctamente el 81% de las epidemias

Discriminant variables	Standardized canonical coefficient		Correlation coefficient	
	<i>F</i> ₁	<i>F</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>F</i> ₂
<i>SEV1</i>	0.991	0.141	0.995*	0.101
<i>SEV2 + SEV3</i>	-0.101	0.996	-0.141	0.990*

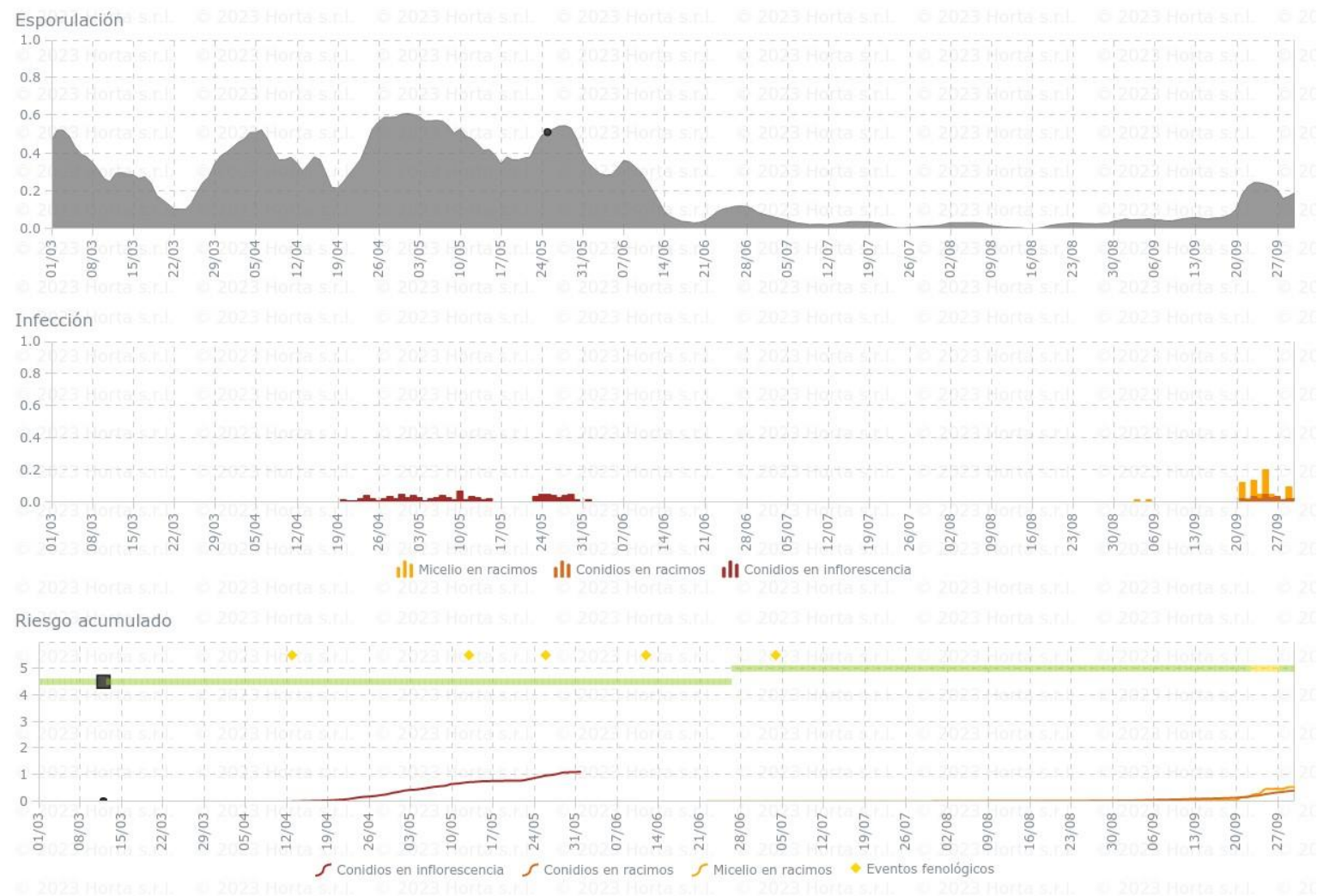
Function	Eigenvalue	% of Variance
<i>F</i> ₁	0.971	82.2
<i>F</i> ₂	0.202	17.2

Infecciones al inicio de la campaña (*SEV1*) tuvo mayor influencia en separar los grupos

Infecciones en inflorescencias y racimos pequeños son las que mayor influencia tienen sobre el desarrollo de las epidemias



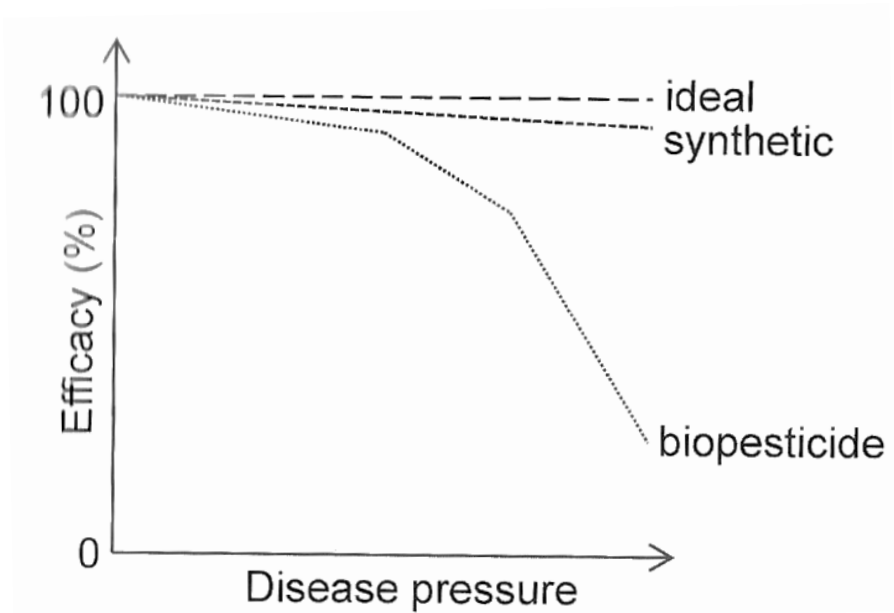
Modelo podredumbre gris



Biocontrol en vid



	Registro	Nombre	Fabricante	Formulado
1	ES-01080	JULIETTA	Agrauxine S.A.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (cepa LAS02) 96.1% (1×10^{13} UFC/Kg)
2	ES-00502	POLYVERSUM	AGRICHEM	<i>Pythium oligandrum</i> (cepa M1) 17.5%
3	ES-00154	SERENADE ASO	BAYER	<i>Bacillus subtilis</i> (CEPA QST 713) 1.34%
4	ES-00558	SERIFEL	BASF	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (cepa MBI 600) 11%
5	ES-00878	TAEGRO	NOVOZYMES	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (cepa FZB24) 13%
6	ES-00346	AMYLO-X WG	CERTIS	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (subesp. <i>plantarum</i> . cepa D747) 25%
7	25648	SERENADE MAX	BAYER	<i>Bacillus subtilis</i> (CEPA QST 713) 15.67% (5.13×10^{10} UFC/G)



- Los agricultores perciben los BCA como poco eficaces e inconsistentes, representando un 1-3% de los productos que se utilizan en agricultura (Tracy, 2014).
- Al aplicar los BCAs con estrategias similares a la de los fungicidas químicos, en muchos casos compiten con presiones muy altas de la enfermedad.

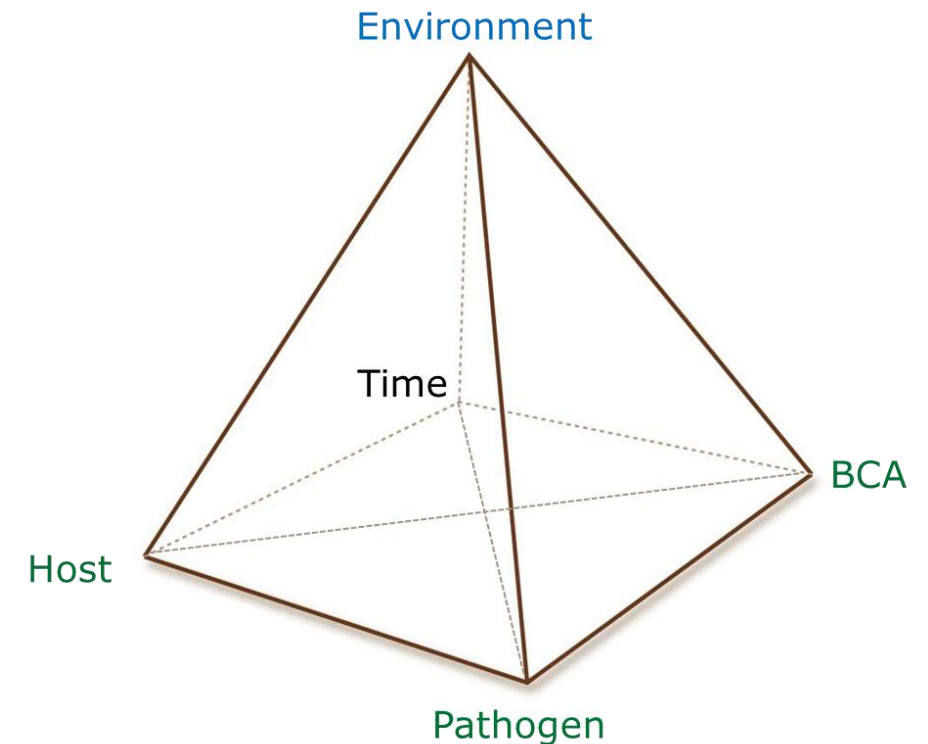
Finckh et al., 2015. Plant Disease and their management in Organic Agriculture. APS Press.

Biocontrol en vid

Retos del biocontrol *Botrytis cinerea* en vid

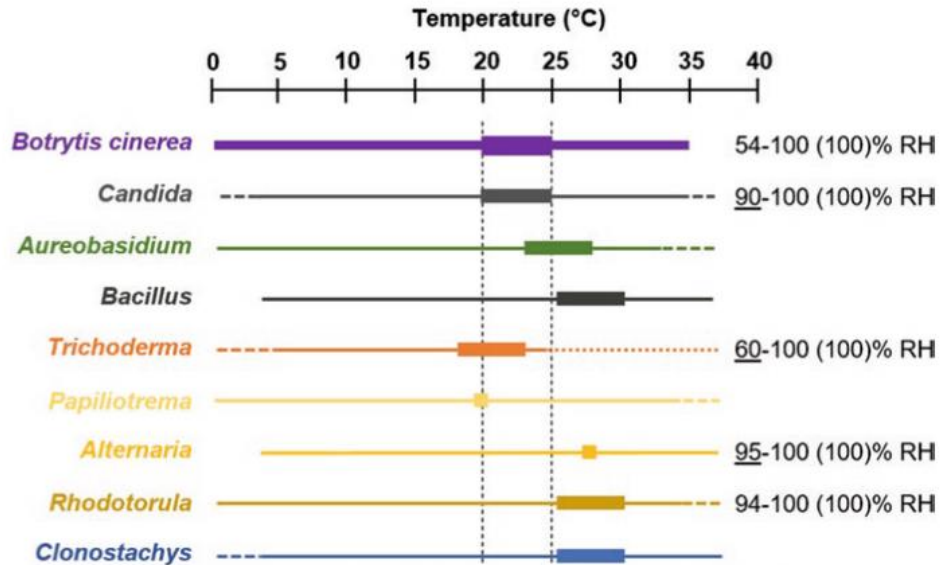
Generar estrategias innovativas de biocontrol basadas en :

- ✓ Riesgo de infección del patógeno
- ✓ Ruta de infección
- ✓ Sustrato vegetal (inflorescencias, residuos florares, y bayas en distintos estadíos de maduración)
- ✓ MOA (competición por nutrientes o espacio, antibiosis, parasitismo o resistencia inducida)
- ✓ Efecto de las condiciones ambientales en el desarrollo y eficacia de los BCA

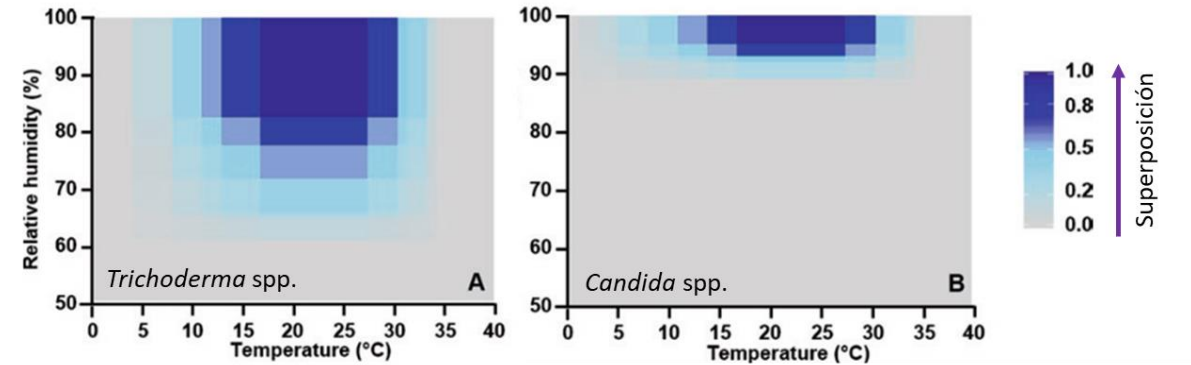


Biocontrol en vid

Importancia del ambiente en el efecto del BCA



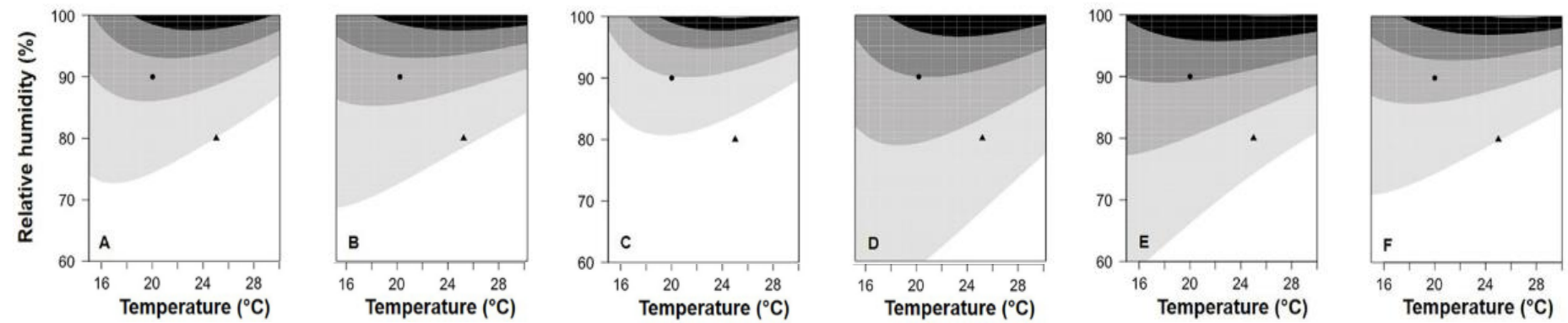
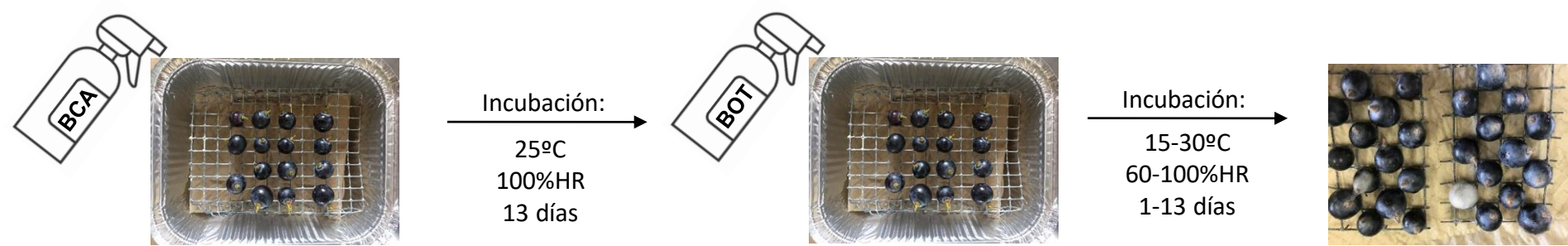
Nicho ecológico:



Fedele et al., 2020. How Research Can Stimulate the Development of Commercial Biological Control Against Plant Diseases p. 61–82.

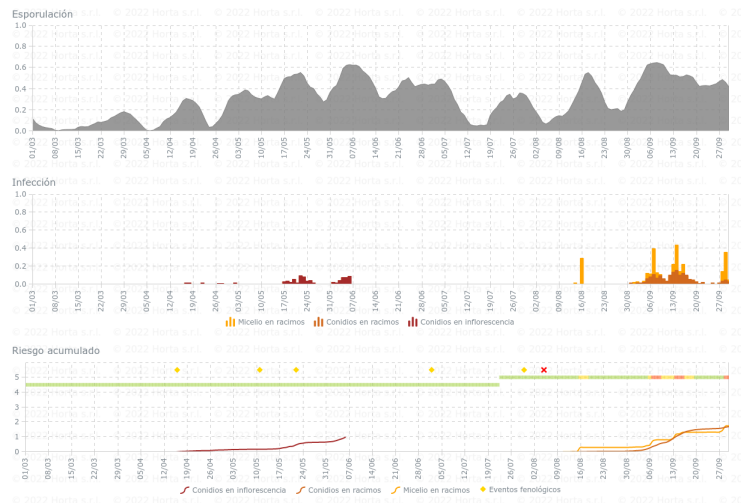
Biocontrol en vid

Efecto del ambiente sobre la eficacia de los BCAs



Conclusiones y próximos pasos

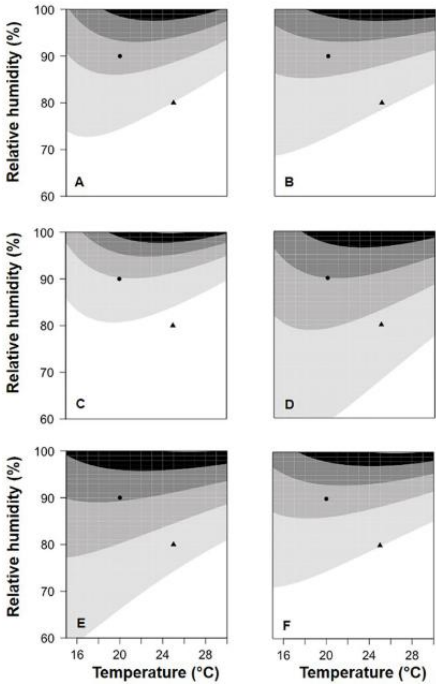
Necesidad de abordar nuevas estrategias de biocontrol de la podredumbre gris en viña:



Predicción riesgo



Sustrato hospedante



Modelos colonización / eficacia BCAs

Se están realizando más investigaciones para desarrollar un modelo BCA capaz de predecir la supervivencia, crecimiento y eficacia