

Organizzato da:  **edagricole** |  **gruppo
tecniche nuove**

Media Partner:  **terraevita**

 **WQ** *vigne, vini & qualità*

Webinar

**22 FEBBRAIO 2023
ORE 17:00-18:30**

Peronospora

LE SOLUZIONI PER IL CONTROLLO SU VITE NEL 2023



1.

Gestione delle resistenze nella difesa della vite dalla peronospora

Silvia Laura Toffolatti *Professore associato*

- La gestione della resistenza ai fungicidi
- La gestione dei vitigni resistenti



DiSAA

DIPARTIMENTO
di SCIENZE
AGRARIE e
AMBIENTALI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Organizzato da:  edagricole |  gruppo
tecniche nuove

Media Partner:  terraevita  WQ *vigne, vini & qualità*



La resistenza

Il risultato di un
processo di selezione

Resistenza ai fungicidi

Ridotta sensibilità ad un fungicida da parte di ceppi appartenenti alla popolazione di un particolare patogeno

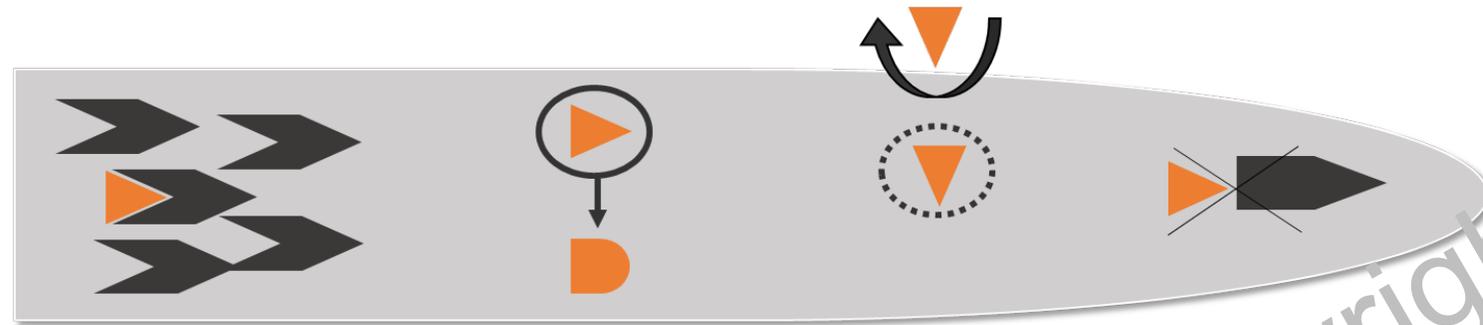
Può comportare (resistenza "in practice") o meno perdite di efficacia nel controllo della malattia in pieno campo

Resistenza incrociata

- Resistenza a più principi attivi, appartenenti a diverse classi chimiche ma caratterizzati dal medesimo sito di azione

Resistenza multipla

- Il medesimo ceppo fungino è contemporaneamente resistente a diverse classi di sostanze attive



Meccanismo
metabolico
alternativo



Sovraespressione
del bersaglio

Detossificazione
del fungicida

Esclusione
e
espulsione
del
fungicida

Alterazione
del sito
bersaglio

Meccanismi di resistenza



Group Name	Common Name	Chemical Group	Mode of Action	First Confirmed Resistance Reference	
				Report	Remarks
Cyanoacetamide-oxime	Cymoxanil	Cyanoacetamide-oxime	Unknown	Gullino et al., 1997	Reduced field performance
Phenylamides	Metalaxyl, Metalaxyl-M, Benalaxyl, Benalaxyl-M	Acylalanines	Inhibition of ribosomal RNA synthesis	Staub and Sozzi 1981; Bosshard and Schuepp 1983; Leroux and Clerjeau 1985	Reduced field performance
	CAA	Dimethomorph Iprovalicarb Bentiavalicarb Valifenalate Mandipropamid	Cinnamic acid amides Carbamate Vanilamides Mandelic acid amides	Inhibition of cell wall biosynthesis	Gisi et al., 2007 Blum et al., 2011
QoI	Pyraclostrobin	Strobilurins	Inhibition of mitochondrial respiration, Complex III (Site Qo)	Huan et al., 2000; Gullino et al., 2004	G143A in <i>cytb</i>
	Famoxadone	Oxazolindione			
	Fenamidone	Imidazolones			
Qil	Cyazofamid	Cyanoimidazole	Inhibition of mitochondrial respiration, Complex III (Site Qi)	Cherrad et al., 2018; Fontaine et al., 2019	L201S, E203-DE-V204, E203-VE-V204 in <i>cytb</i>
	Amisulbrom	Sulfonamide			
QoSI	Ametoctradin	Triazolopyrimidine	Inhibition of mitochondrial respiration, Complex III (Sites Qi and Qo)	Moukoro et al., 2018, Fontaine et al., 2019	S34L in <i>cytb</i>
Benzamides	Zoxamide	Toluamides	Inhibition of cellular division	-	-
	Fluopicolide	Pyridinylmethylbenzamides	Delocalizes spectrin-like proteins	Note commune vigne 2020	Unknown mechanism
OSBPI	Oxathiapirolin	Piperidinyl thiazole isoxazoline	Inhibition of oxysterol binding protein	Mboup et al., 2021 Massi et al., 2022	N837I in OSBP

Proteito da copyright

Resistenza agli antiperonosporici

Lista delle classi e dei principi attivi monosito utilizzati per il controllo di *P. viticola*, meccanismo d'azione e segnalazione di resistenza

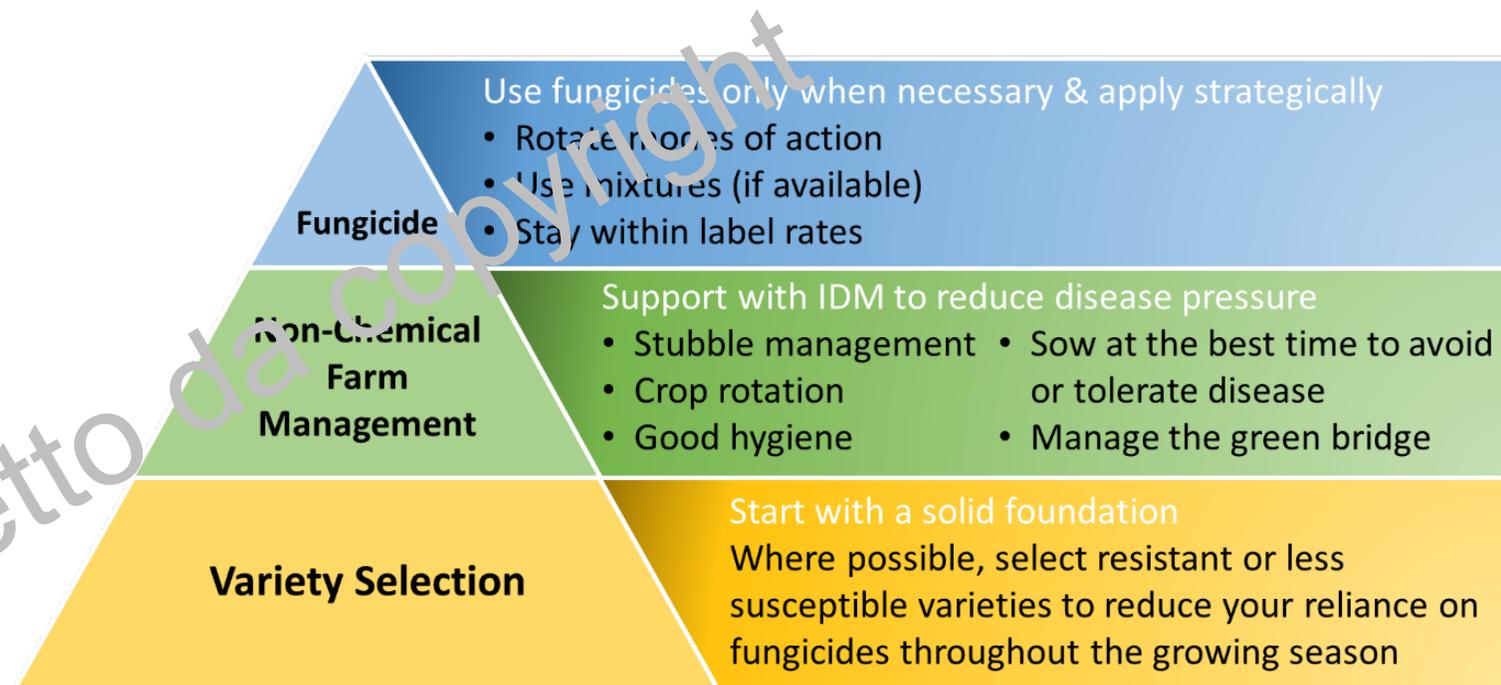
Strategie antiresistenza

Contenimento del numero di applicazioni con fungicidi appartenenti alla medesima classe di resistenza

Alternanza tra fungicidi di diverse classi di resistenza

Utilizzo di miscele con fungicidi di diverse classi di resistenza

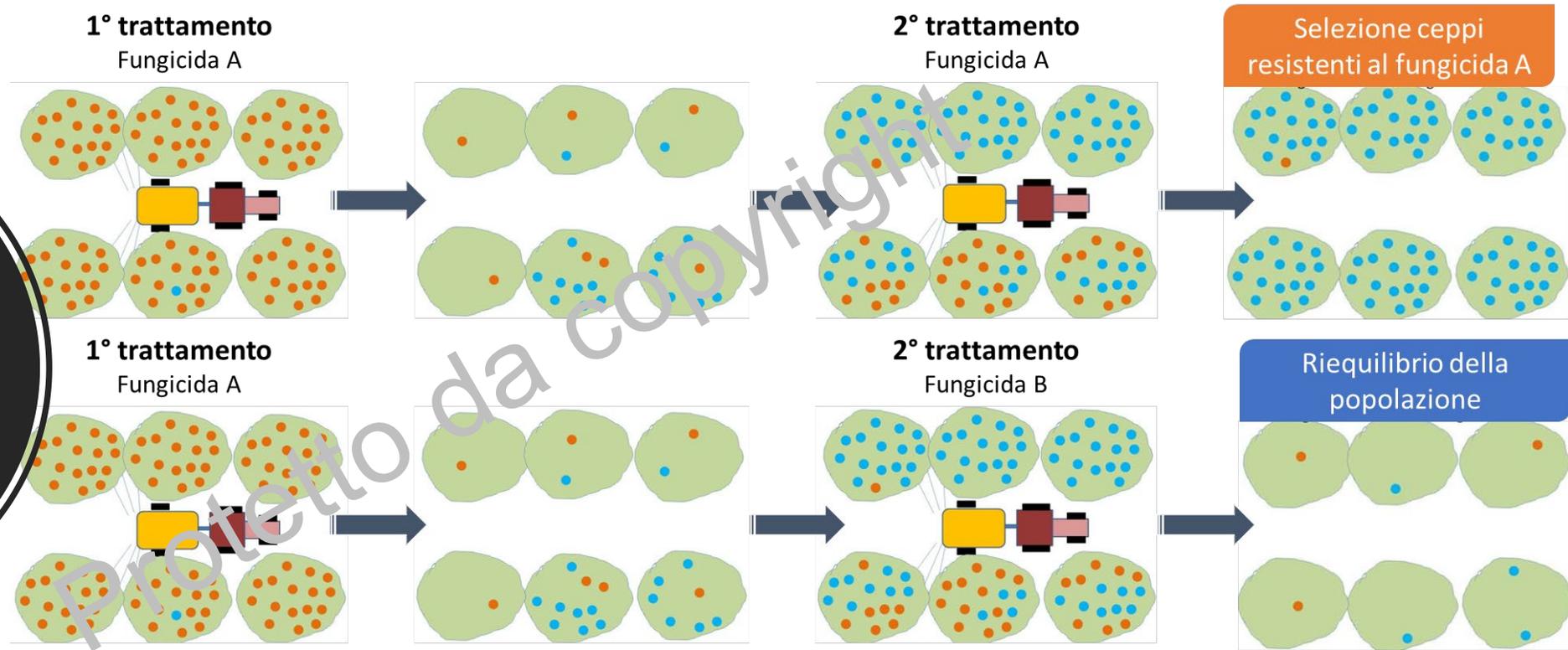
Interventi preventivi



<https://afren.com.au/understanding/>

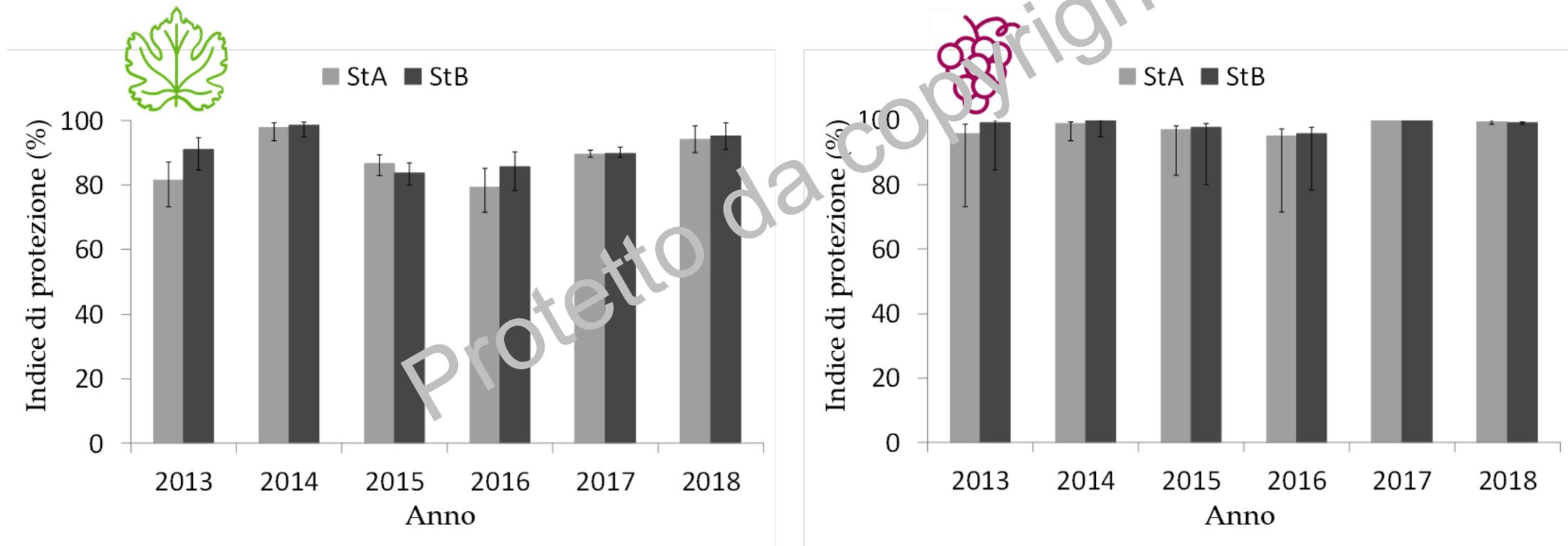
**LA STRATEGIA DI DIFESA INTEGRATA È
FONDAMENTALE ANCHE PER LA GESTIONE DELLA
RESISTENZA AI FUNGICIDI!**

Esempio di situazione di campo



Cosa succede in campo?

Confronto tra due strategie antiresistenza

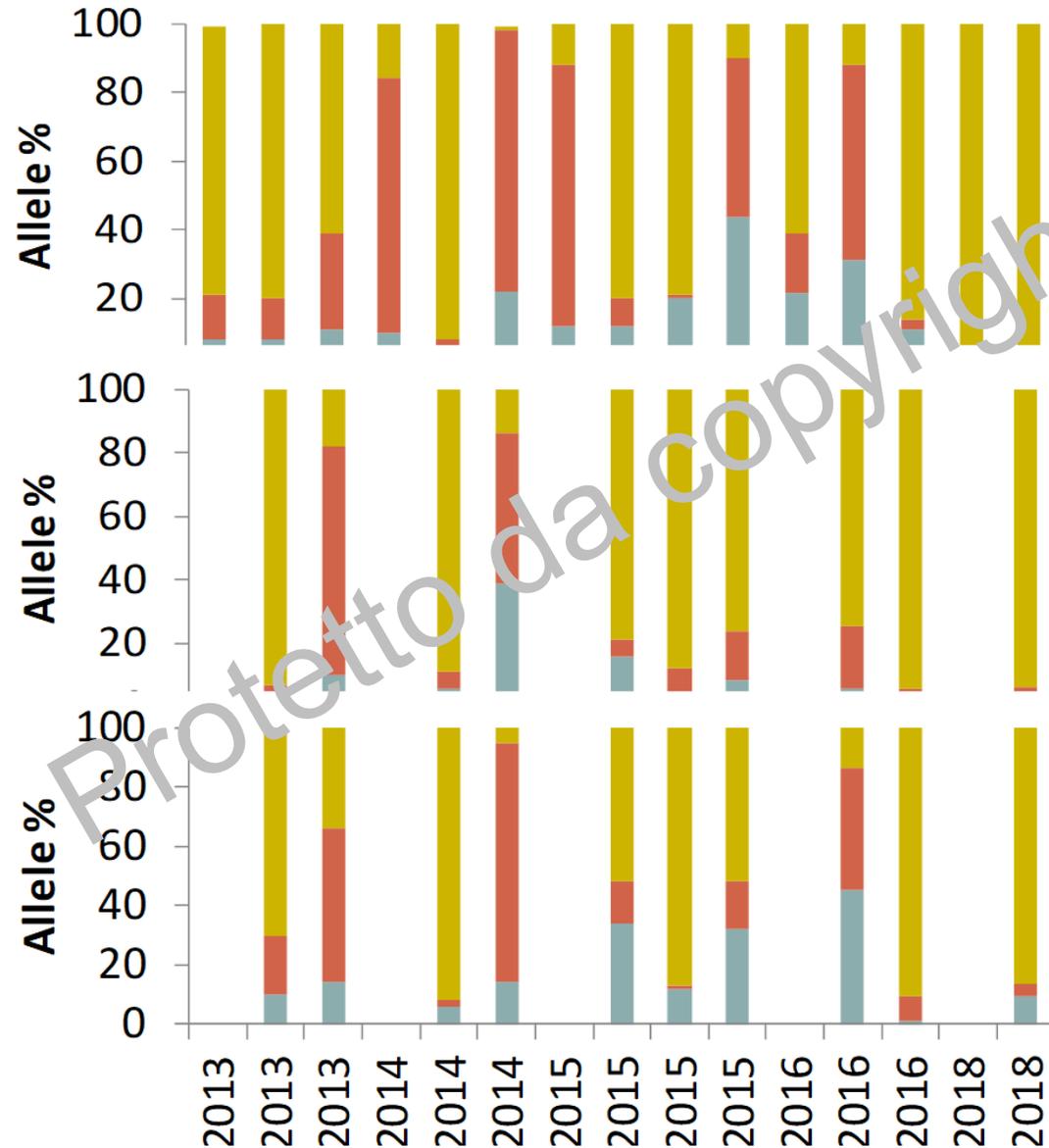


Strategia A: impiego di mandipropamid in miscela e alternanza con partner

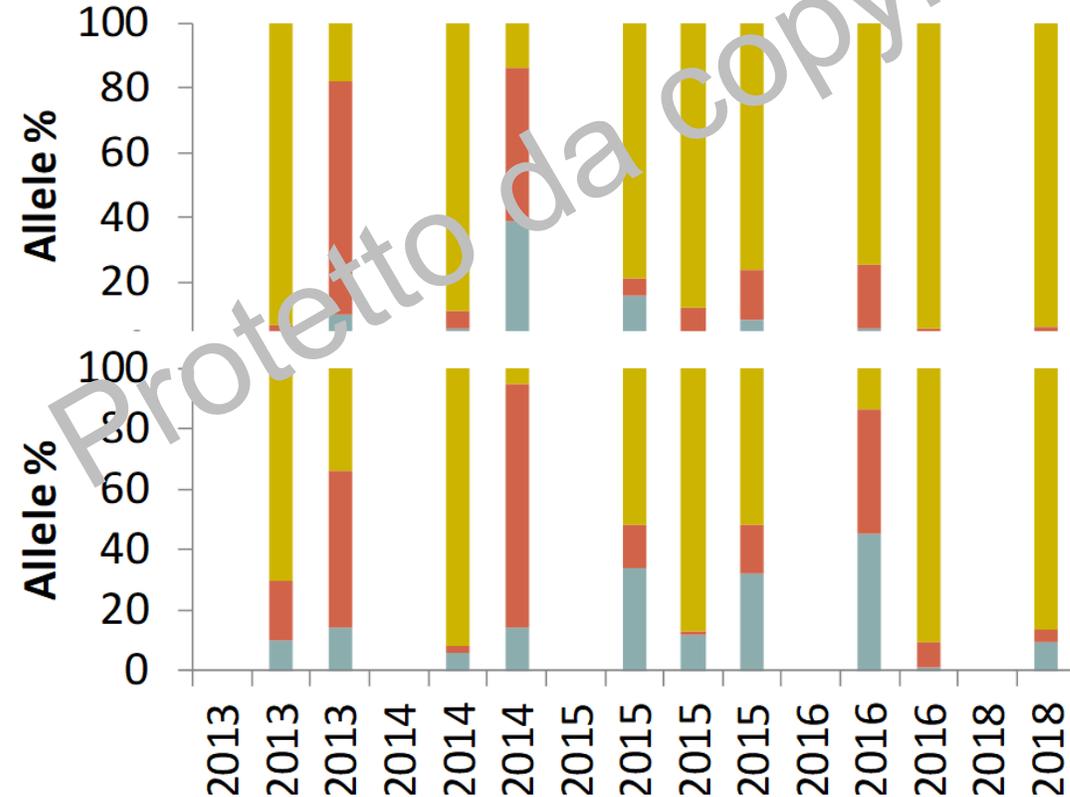
Strategia B: identica ad A tranne che per assenza di mandipropamid

RISULTATI DEI SAGGI MOLECOLARI

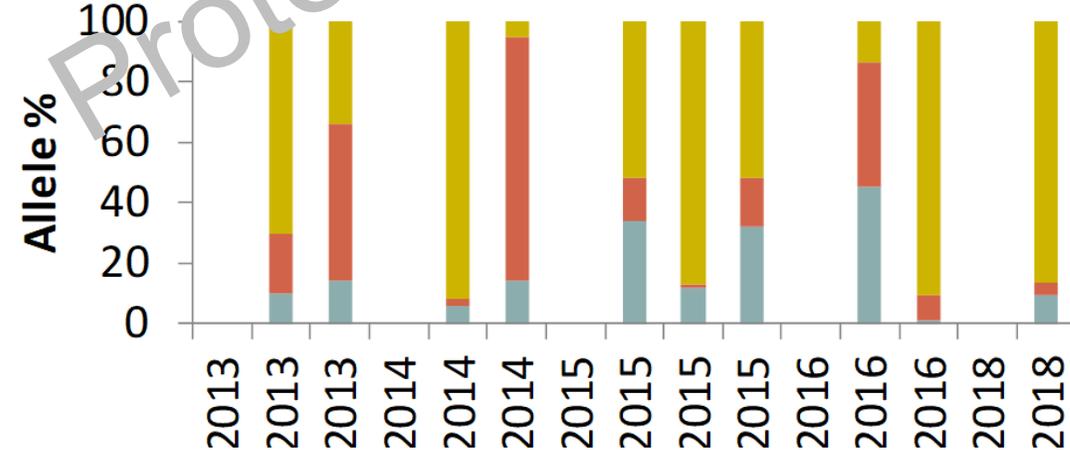
Testimone non
trattato



Strategia A



Strategia B



Research Article

Received: 12 September 2017 | Revised: 28 March 2018 | Accepted article published: 10 May 2018 | Published online in Wiley Online Library: 22 July 2018
(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/ps.5072



A time-course investigation of resistance to the carboxylic acid amide mandipropamid in field populations of *Plasmopara viticola* treated with anti-resistance strategies

Silvia L Toffolatti,^{a*} Giuseppe Russo,^b Paola Campia,^a Piero A Bianco,^a Paolo Borsa,^c Mauro Coatti,^c Stefano FF Torriani^d and Helge Sierotzki^d

Alleli

■ VAL

■ SER

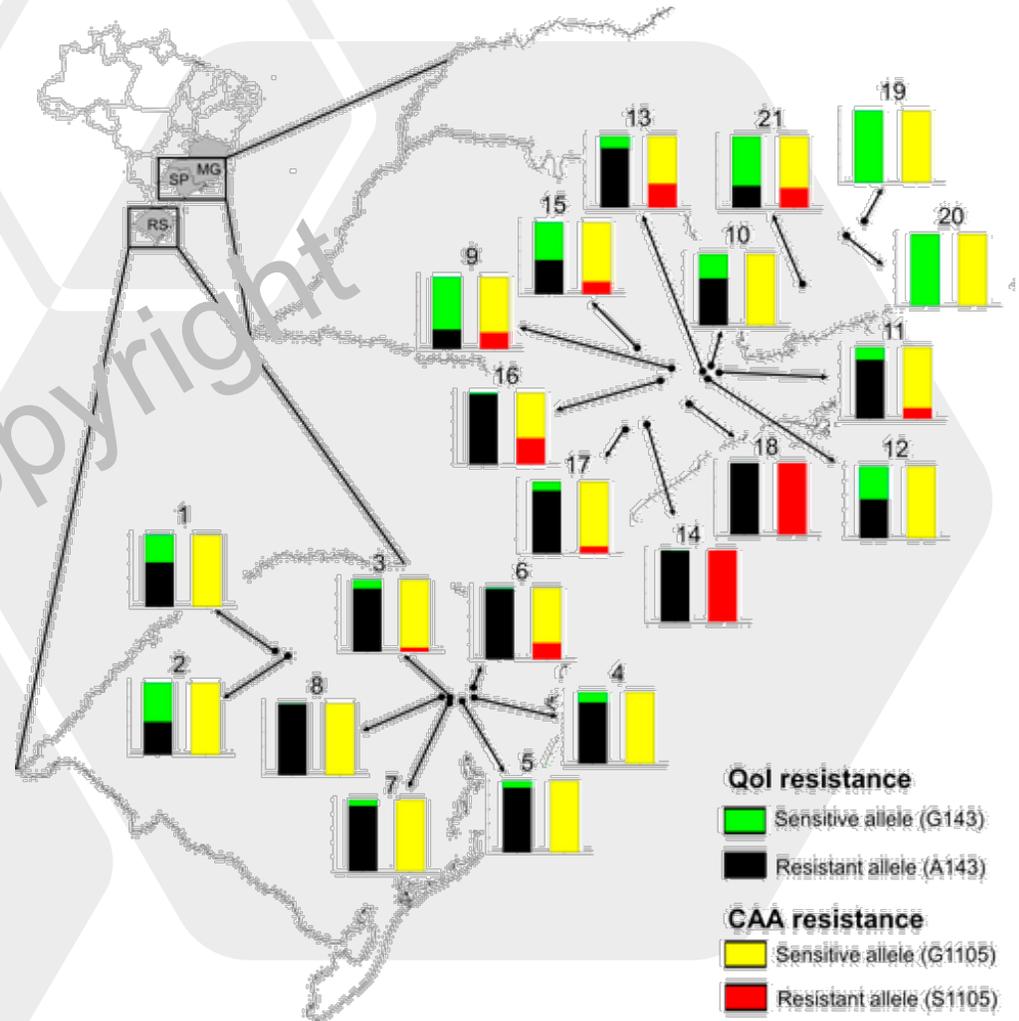
■ GLY

Resistenza

Sensibilità

Il grande rischio per la gestione della resistenza: la resistenza multipla

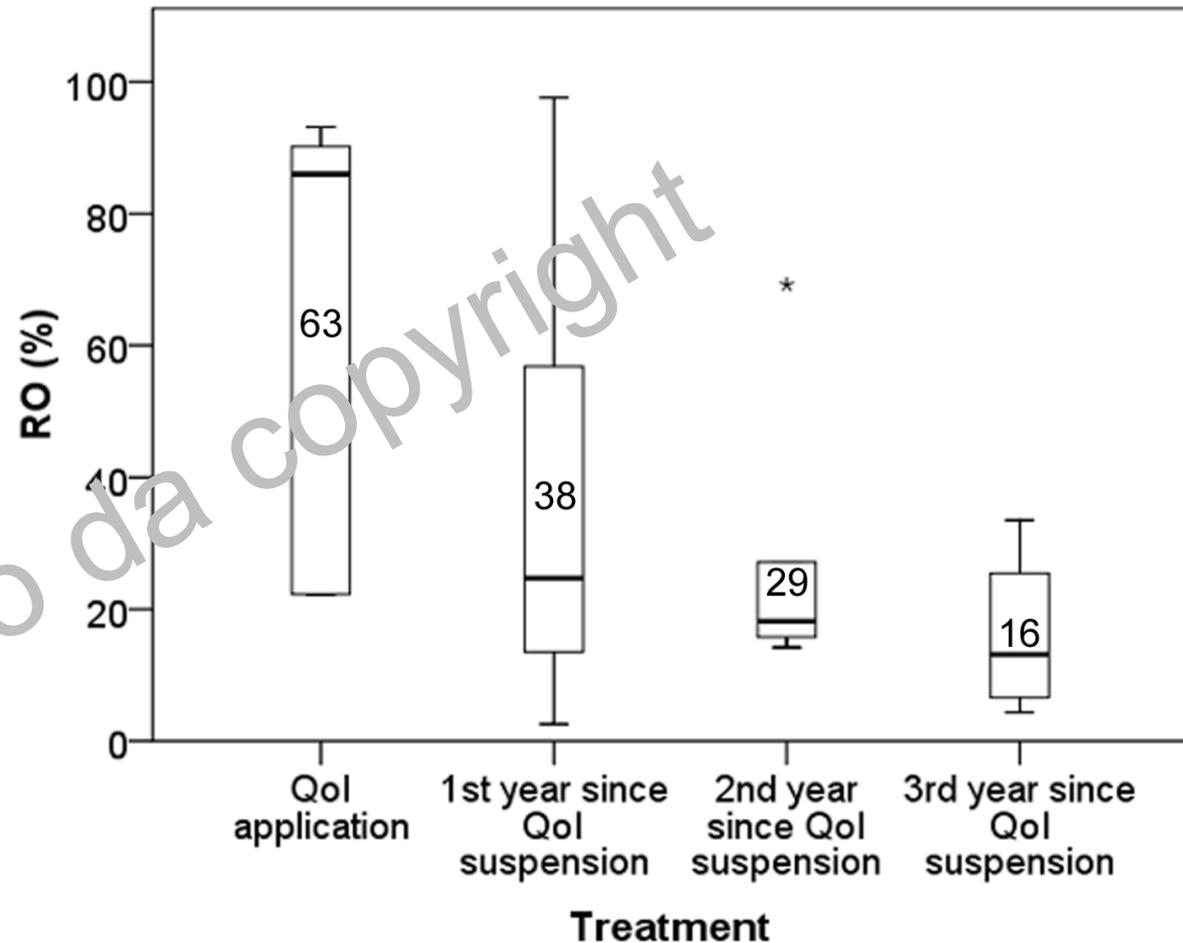
- Frequenza delle mutazioni G143A (*cytb*) e G1105S (*PvCesA3*) in popolazioni di *P. viticola* in vigneti brasiliani (2018/2019)
- Rilevati isolati con mutazioni G143A in *cytb* e G1105S in *PvCesA3*



La buona notizia

La frequenza di ceppi resistenti all'interno della popolazione può diminuire in seguito alla riduzione della pressione di selezione

Percentuale di oospore resistenti al Qol azoxystrobin



In conclusione

- La resistenza ai fungicidi monosito è un problema che dobbiamo imparare a **gestire in maniera razionale**
 - Utilizziamo tutti gli strumenti a nostra disposizione
- La mera presenza resistenza non ci fornisce indicazioni sulla perdita di controllo della malattia
 - Quando sentiamo parlare di insorgenza di resistenza dobbiamo sapere **come sia stato determinato il profilo di resistenza**
 - Quanta parte della popolazione è resistente?
- Quando sentiamo parlare di **cali di efficacia di una molecola** associati alla resistenza domandiamo come siano stati determinati
 - Sono stati fatti saggi biologici e/o molecolari a supporto?
 - Necessari dati quantitativi (rilievi della malattia) e confronto con situazione analoga senza resistenza



I loci di resistenza nella vite

- **In grassetto: major locus** (livello di resistenza superiore)
- Non in grassetto: minor locus (livello di resistenza inferiore, va abbinato a major loci per conferire resistenza alla pianta)

QTL	Specie di vite
<i>Rpv1, Rpv2</i>	<i>Muscadinia rotundifolia</i>
<i>Rpv3, Rpv 19, Rpv28</i>	<i>Vitis rupestris</i>
<i>Rpv4, Rpv7, Rpv11, Rpv 17, Rpv18, Rpv20, Rpv21</i>	Unspecified American species
<i>Rpv5, Rpv6, Rpv9, Rpv13</i>	<i>Vitis riparia</i>
<i>Rpv27</i>	<i>Vitis aestivalis</i>
<i>Rpv8, Rpv10, Rpv12, Rpv22- Rpv26</i>	<i>Vitis amurensis</i>
<i>Rpv15, Rpv16</i>	<i>Vitis piasezkii</i>
<i>Rpv29, Rpv30, Rpv31</i>	<i>Vitis vinifera</i> 



Esempio: cv Bianca (**Rpv3.1**)

Risposta ipersensibile

Crescita miceliare limitata

Ridotta sporulazione

OPEN Unique resistance traits against downy mildew from the center of origin of grapevine (*Vitis vinifera*)

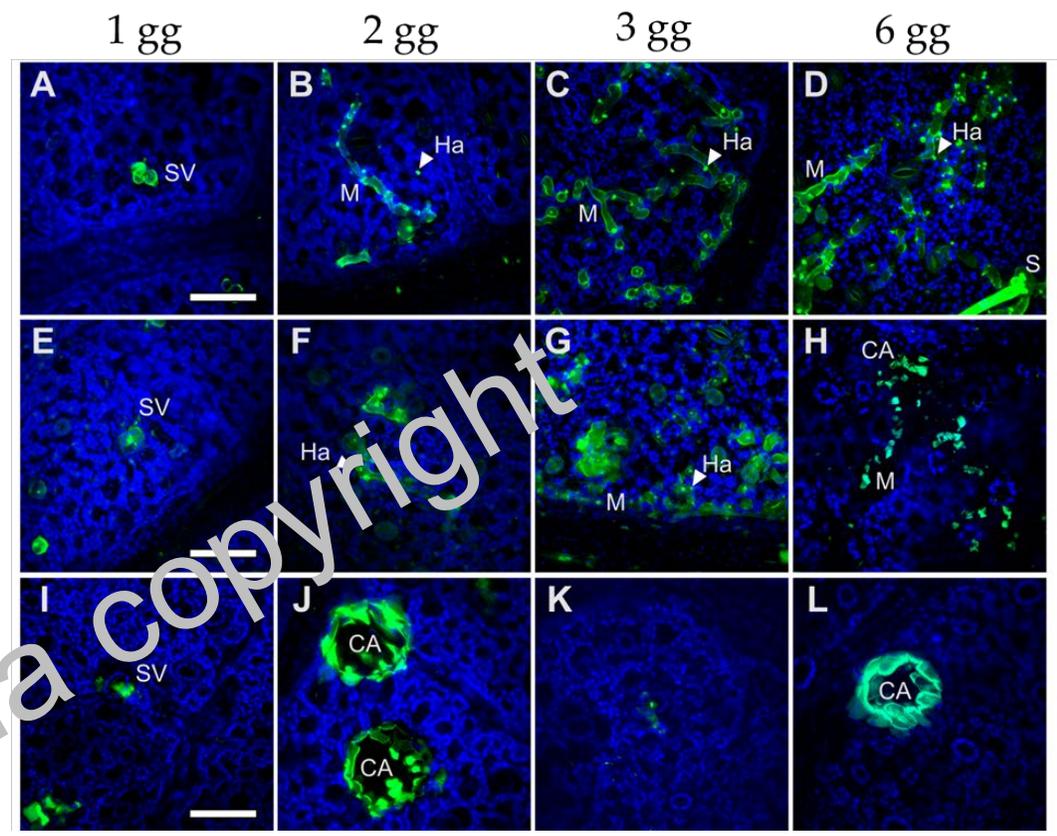
Received: 10 April 2018
Accepted: 30 July 2018
Published online: 21 August 2018
Sylvia Laura Torrealba¹, Gabriella De Lorenzis², Alex Costa³, Giuliana Maddalena⁴,
Alessandro Provera⁵, Maria Cristina Bonzan⁶, Massimo Piroda⁷, Erika Stefani⁸,
Alessandro Cestaro⁹, Paola Casati⁹, Osvaldo Falla⁹, Piero Attilio Bianco⁹, David Maghradze¹⁰
& Fabio Quaglino⁹



Pinot nero
(*V. vinifera*,
susceptibile)

Mgaloblishvili
(*V. vinifera*,
Rpv29)

Bianca
(Ibrido
interspecifico
Rpv31)

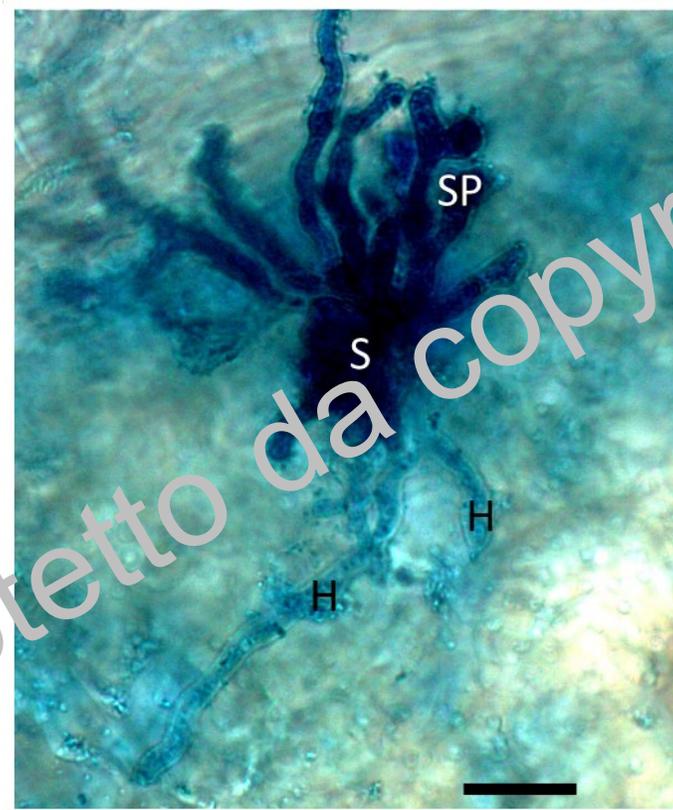


La resistenza alla peronospora in *Vitis vinifera* cv Mgaloblishvili (Georgia, Caucaso)

Come sfruttare i meccanismi di suscettibilità e resistenza per la difesa

Suscettibilità

Silenziamento del gene di suscettibilità della pianta *VviLBD1f7*

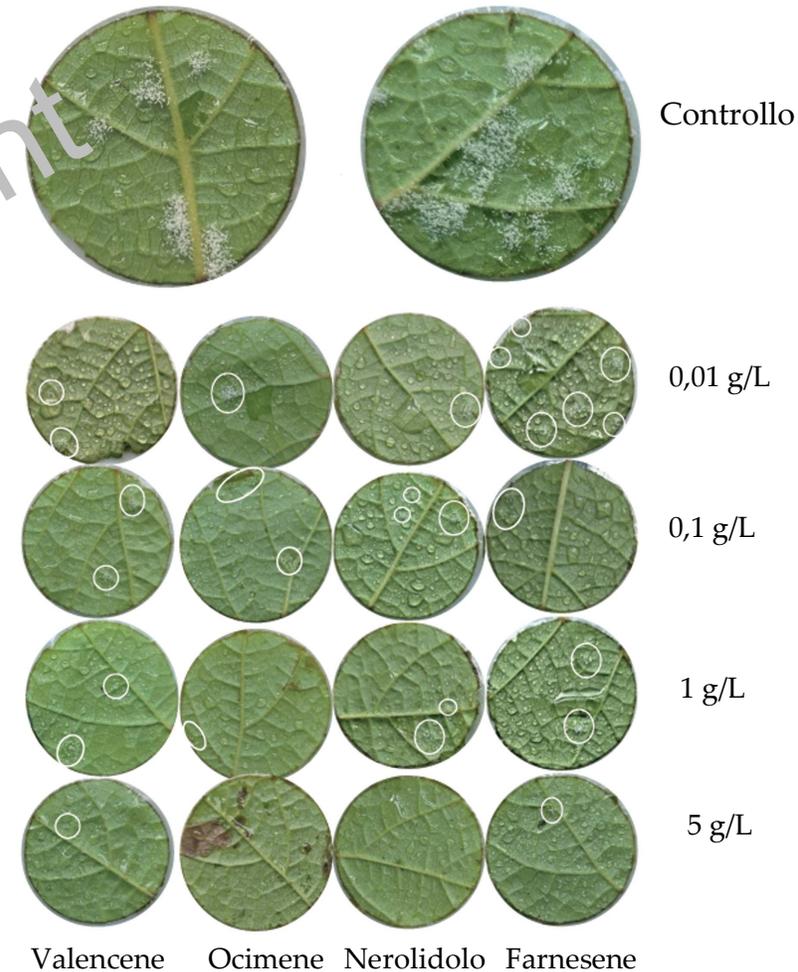


Crescita stentata del patogeno e alterazioni morfologiche delle strutture riproduttive

From plant resistance response to the discovery of antimicrobial compounds: The role of volatile organic compounds (VOCs) in grapevine downy mildew infection
Valentina Ricciardi^{1,2}, Damiano Mariani^{1,2}, Marisa Sgarbioli¹, Giuliana Madalena¹, David Magliade^{1,2}, Antonio Tietli¹, Paola Casati¹, Piero Artale Bianco¹, Ornella Falla¹, Daniela Franceschi¹, Silvia Laura Toffoletti^{1,2}, Gabriella De Lorenzis^{1,2}

Resistenza

Composti naturali ad attività antifungina (terpeni)



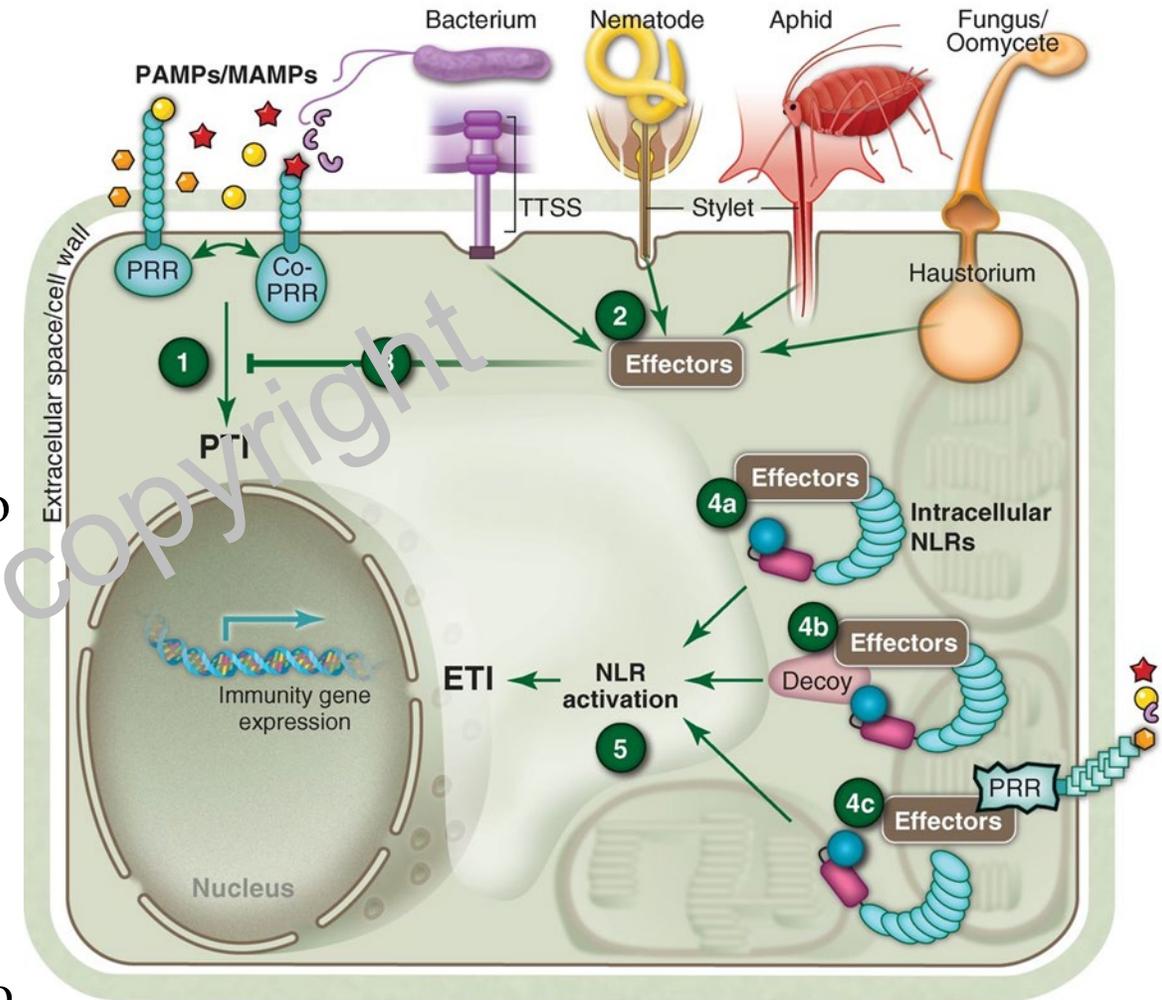
RNAi of a Putative Grapevine Susceptibility Gene as a Possible Downy Mildew Control Strategy

Damiano Mariani¹, Valentina Ricciardi¹, Elena Marone Faccini, Alessandro Passeri, Piero Artale Bianco, Ornella Falla, Paola Casati, Giuliana Madalena, Gabriella De Lorenzis and Silvia Laura Toffoletti

Suscettibilità e resistenza delle piante

I patogeni esprimono PAMP e MAMP nel processo di infezione

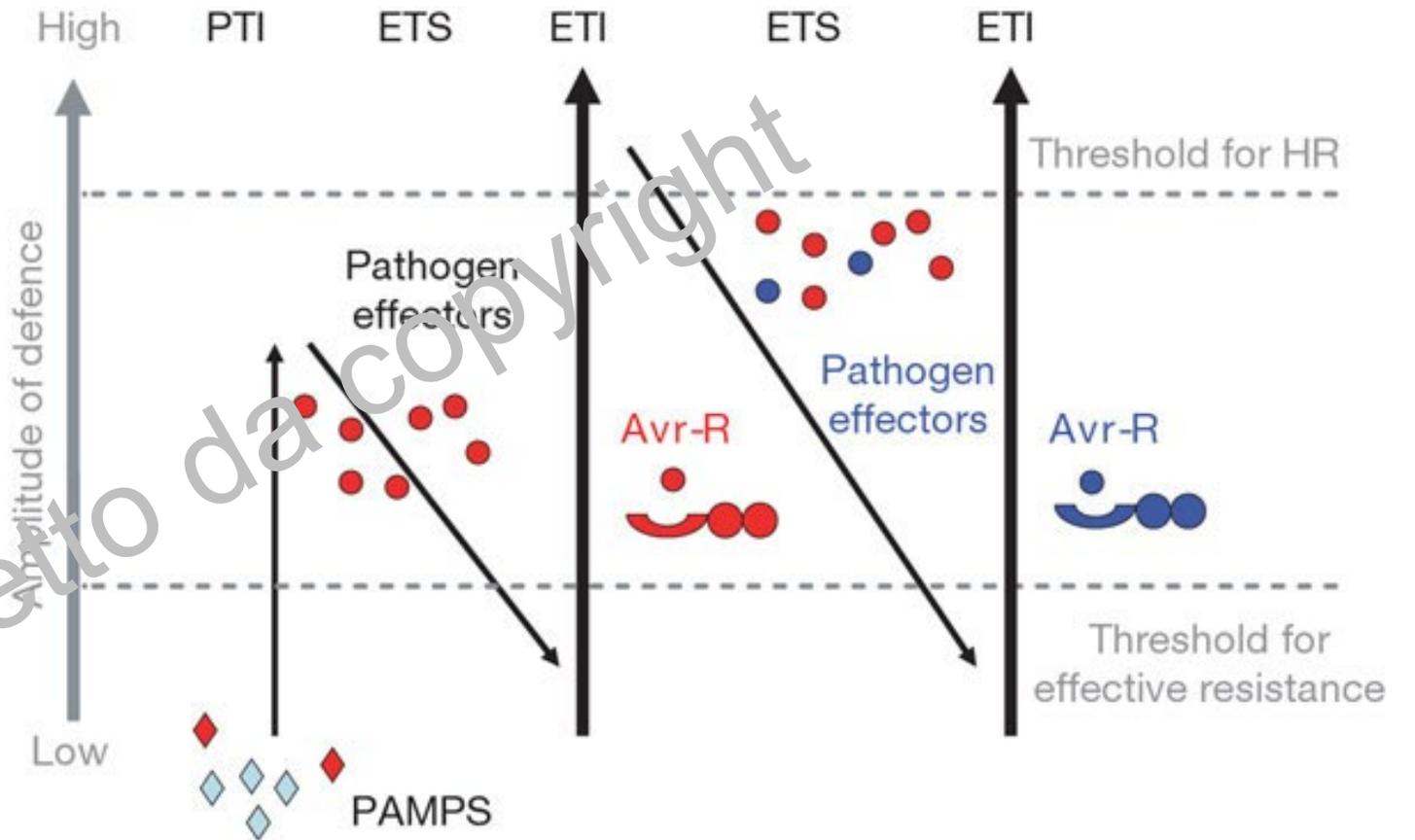
1. Le piante li percepiscono tramite PRR extracellulari e avviano l'immunità PRR-mediata (PTI)
2. I patogeni producono effettori di virulenza nell'apoplasto/cellula
3. Gli effettori sopprimono la PTI e inducono la virulenza
4. I recettori di effettori della pianta (NLR) si legano e riconoscono gli effettori del patogeno
5. Le proteine NLR coordinano l'immunità attivata dall'effettore (ETI)



Pivoting the Plant Immune System from Dissection to Deployment

BY JEFFERY L. DANGL, DIANA M. HORVATH, BRIAN J. STASKAWICZ
SCIENCE | 16 AUG 2013 : 746-751

Il modello a zig-zag



Il modello zig-zag applicato al campo

- Utilizziamo una scala colorimetrica secondo la quale si ha **resistenza** se il binomio ospite patogeno ha lo **stesso colore** (perché avviene il riconoscimento del patogeno da parte dell'ospite) e **suscettibilità** nel caso in cui ospite e patogeno abbiano **colori diversi** (perché la pianta non riconosce il patogeno)

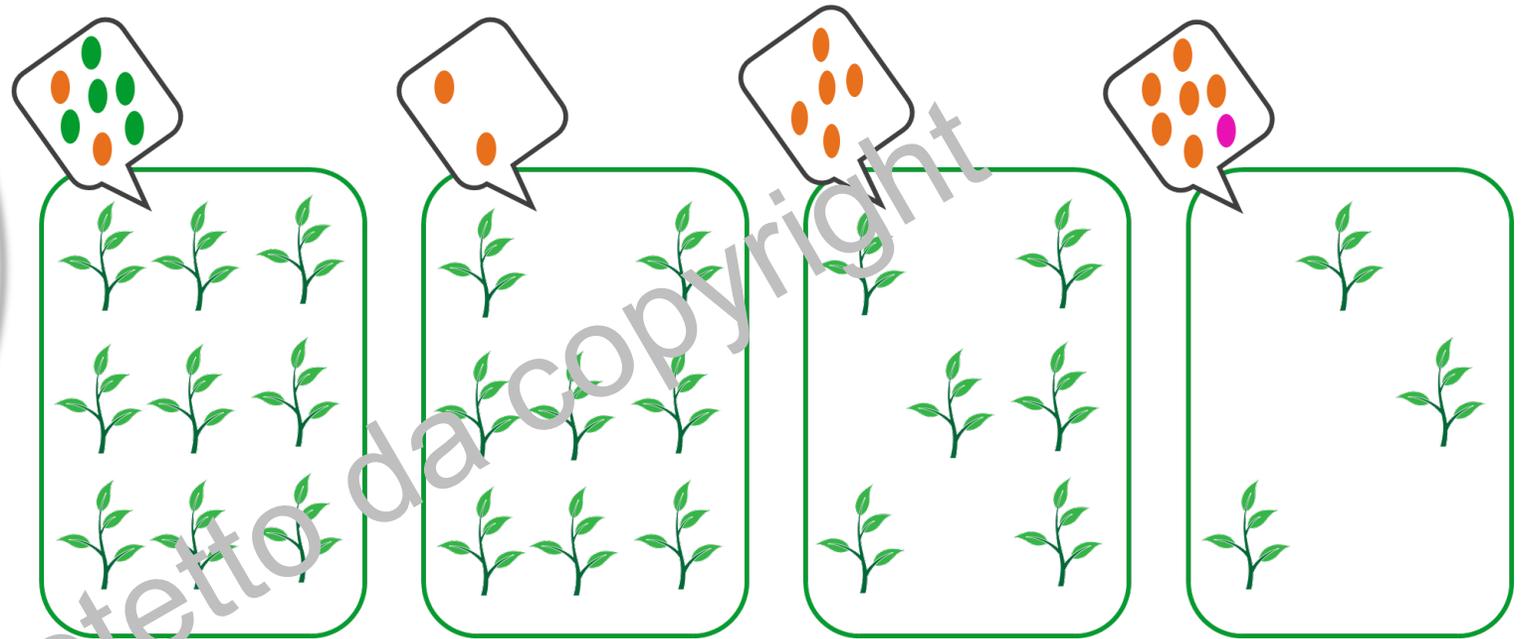
RESISTENZA



SUSCETTIBILITÀ



Conseguenze
del modello a
zig-zag sulla
coltivazione
di varietà
resistenti



- La resistenza basata sui singoli geni R può avere durata breve perché i patogeni mutano rapidamente e perciò aumenta la probabilità che si selezionino ceppi in grado di superare la resistenza



Se la pianta ha solo un gene di resistenza, è probabile che la variabilità genetica del patogeno consenta il superamento della resistenza e quindi porti a suscettibilità (malattia)

Superamento della resistenza da parte di ceppi di *P. viticola*

La resistenza della cv Bianca (*Rpv3.1*) è presente in numerose varietà resistenti: quindi l'esistenza di ceppi in grado di superare la resistenza della Bianca mette a repentaglio le nuove varietà resistenti

Peressotti *et al.* BMC Plant Biology 2010, 10:147

Toffolatti *et al.* BMC Plant Biology 2012,12:124

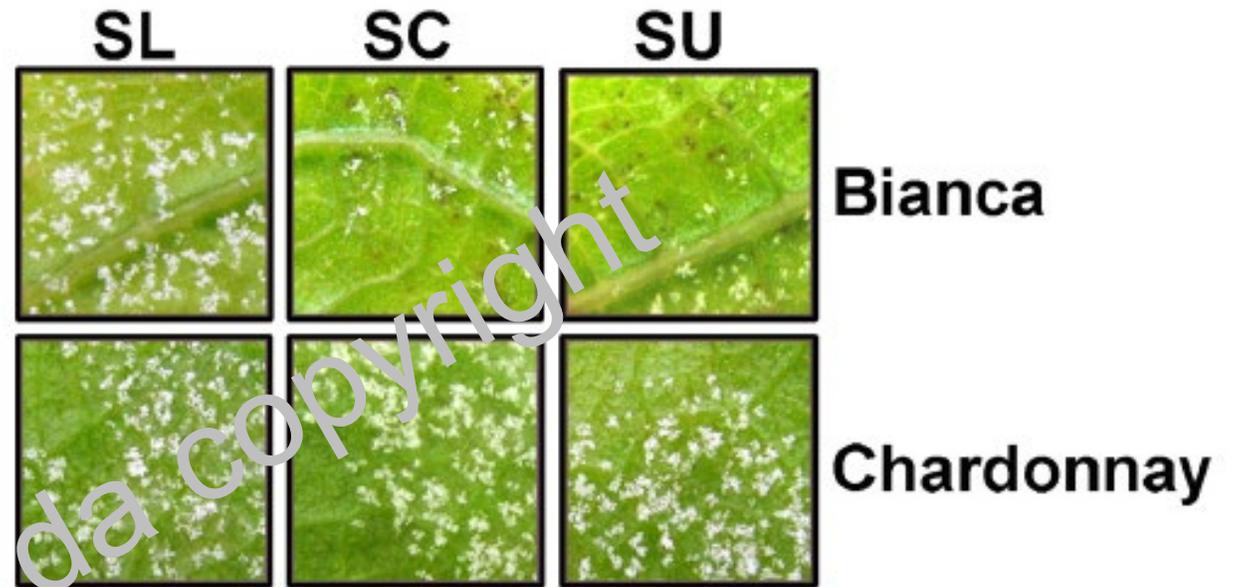
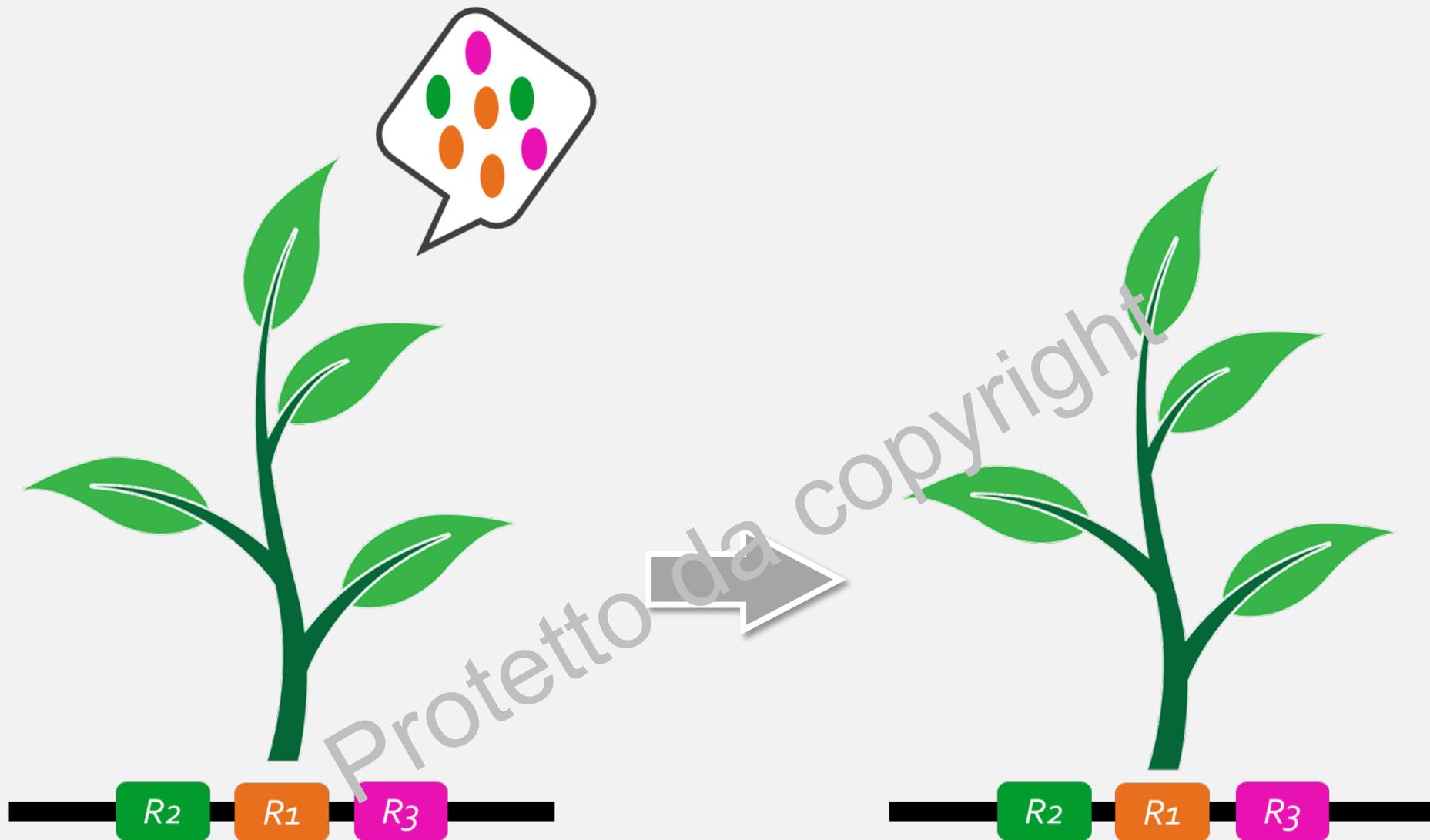


Table 2 AUDPC values and derived phenotype (P) of different cv/hybrids inoculated with each *P. viticola* strain

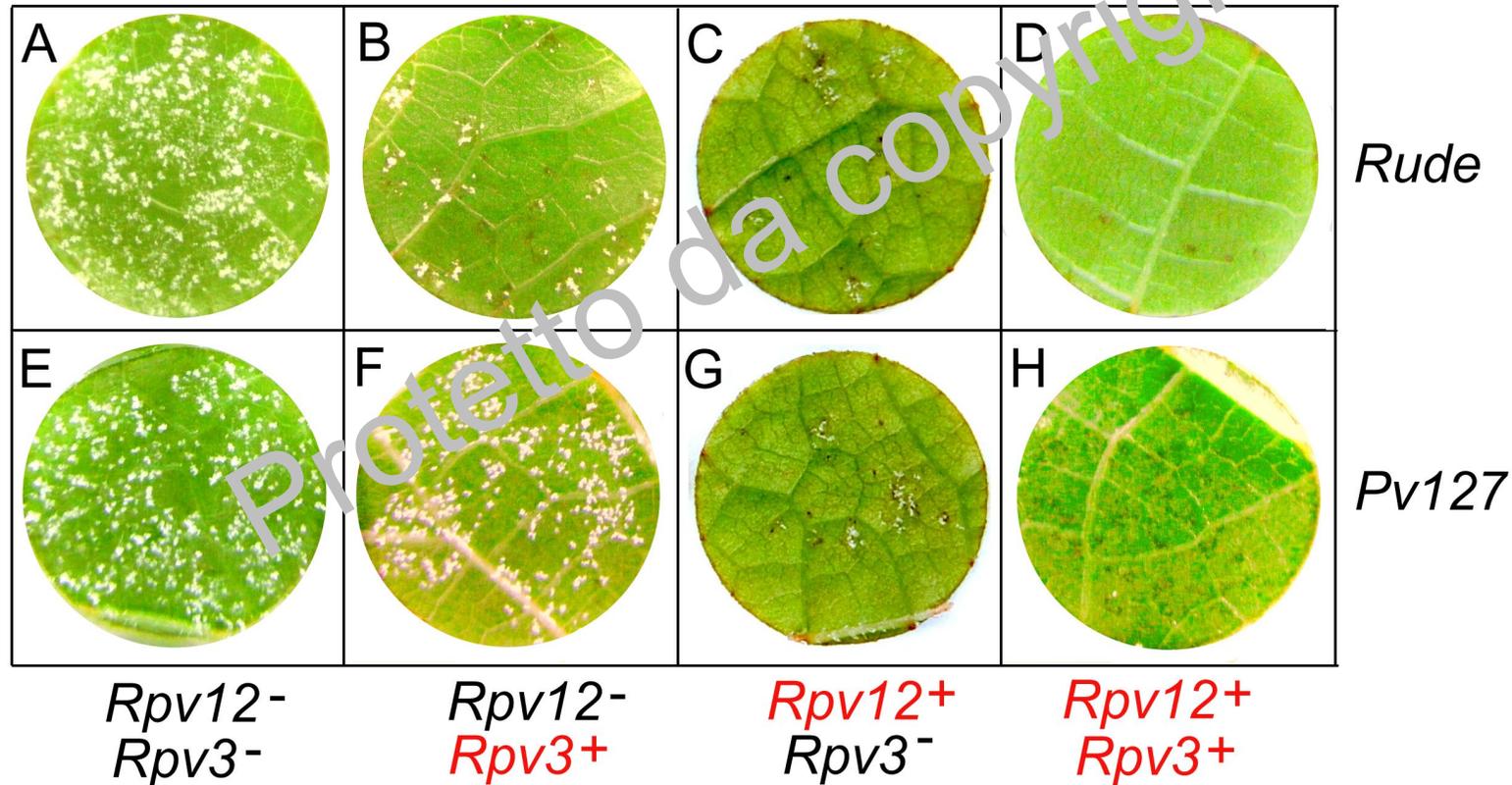
cv/hybrid	BAI		SO		C		G		M		Overall phenotype
	AUDPC	P	AUDPC	P	AUDPC	P	AUDPC	P	AUDPC	P	
Chardonnay	106.5 cdef	I	85.7 cd	S	46.4 abc	I	80.3 abcd	I	66.1 abcde	I	IS
Bianca	7.7 a	R	1.8 ab	R	50.0 abc	I	108.9 abcdef	I	71.4 abcde	I	IR



Se la pianta ha più geni di resistenza, è probabile che abbia i geni di riconoscimento per più ceppi del patogeno e che quindi la resistenza si mantenga nel tempo

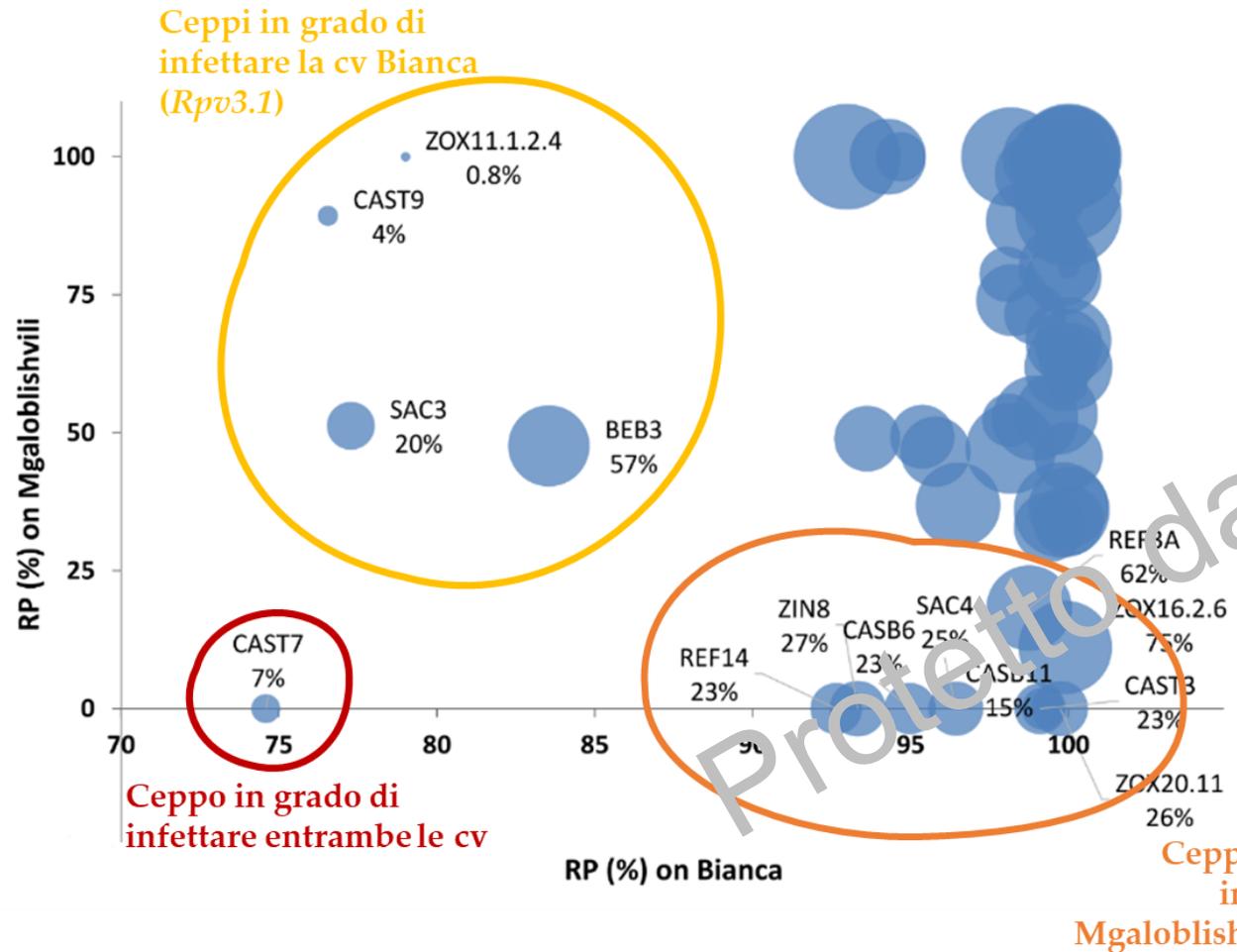
Esempio

- Venuti S, Copetti D, Foria S, Falginella L, Hoffmann S, et al. (2013) Historical Introgression of the Downy Mildew Resistance Gene *Rpv12* from the Asian Species *Vitis amurensis* into Grapevine Varieties. PLOS ONE 8(4): e61228.



La buona notizia

I ceppi in grado di superare la resistenza possono causare un danno inferiore rispetto a quello inflitto da ceppi che non superano la resistenza della pianta



Gestione dei vitigni resistenti

- Combinare diversi geni di resistenza
 - Per diminuire la possibilità di selezionare ceppi in grado di superare la resistenza
- Effettuare trattamenti cautelativi con i fungicidi
 - Quando? → modelli previsionali
 - Con quali molecole? → monitoraggio della resistenza e selezione della strategia migliore
- Ricordiamoci della protezione da malattie “secondarie”
 - Es. Black rot in vitigni resistenti a peronospora e oidio

Contatti

Silvia Laura Toffolatti

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali -
DiSAA

Università degli Studi di Milano

Via Celoria 2, 20133 Milano

Tel. 0250316776

e-mail: silvia.toffolatti@unimi.it

Grazie per
l'attenzione!

Protetto da copyright

Ringraziamenti



Demetrio Marcianò
EFFICACIA SOSTANZE ATTIVE



Giuliana Maddalena
INTERAZIONE OSPITE-PATOGENO



Beatrice Lecchi
RESISTENZA AI FUNGICIDI



Gabriella De Lorenzis
VITIGNI RESISTENTI