

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli matematici per la difesa fitosanitaria e la fertirrigazione



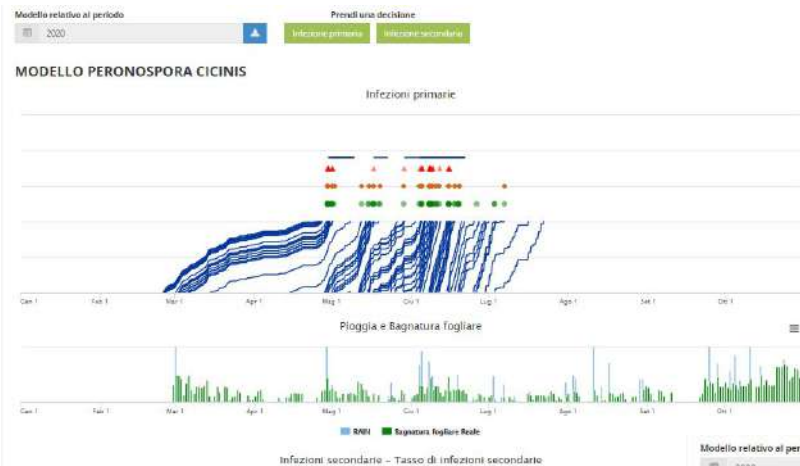
Responsabile didattica - team R&D: **Marco Sguazzin** (marco@PrimoPrincipio.it) → Referente Gruppo Agronomico-Matematico per Primo Principio

Responsabile didattica - team Marketing: **Andrea Galante** (andrea@PrimoPrincipio.it) → Project Manager per P.P.

SENSORS
DESIGN
LAB

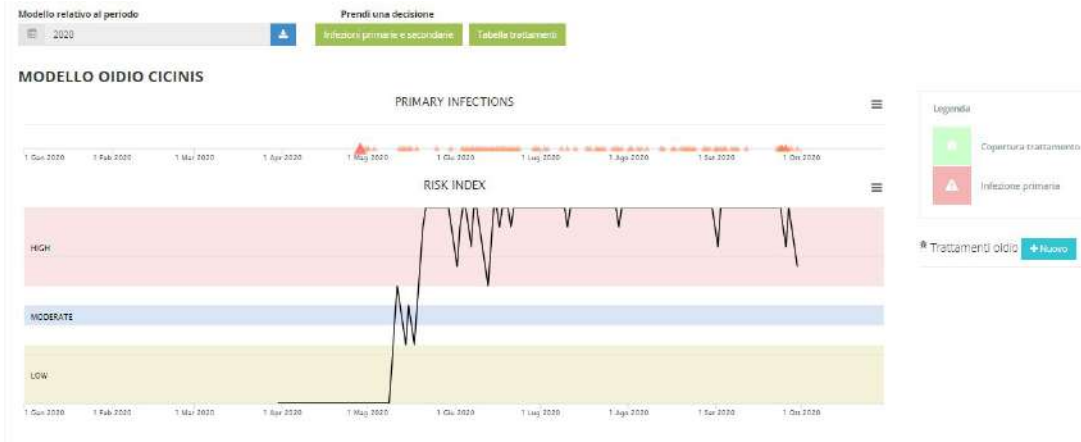


SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio



Peronospora della vite

Oidio della vite



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Perchè si utilizzano i modelli fitosanitari?

Svantaggi gestione fitosanitaria classica

- Individuazione dei sintomi sul campo richiede tempo (dove e quando guardare)
- Il momento di infezione delle spore sulle foglie (momento "chiave" per i trattamenti) anticipa la comparsa dei primi sintomi
- Trattamenti anticipati o posticipati hanno effetti minimi o nulli sulla diffusione del patogeno (Costa e Rosa, 1998)

Modelli DSS Peronospora - Oidio

- Migliorare la tempistica dei trattamenti.
- Individuare i trattamenti superflui.

(!) Un sistema DSS non deve sostituirsi alle decisioni del viticoltore, ma fornire ulteriori informazioni fitosanitarie per migliorare le decisioni



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: Origine bibliografica

- Molti modelli sviluppati per riprodurre il ciclo della Plasmopora viticola, pochi hanno fornito buone indicazioni in Italia, tra questi: modello EPI, Stryzik (1983); modello POM, Sung et al. (1990); modello SIMPO, Hill et al. (2000) ---> **Modelli semi-empirici** che utilizzano parametri quali temperatura, umidità e pioggia per calcolare la germinazione delle oospore e la severità delle infezioni
- Modello WiForAgri si ispira alla struttura di base del modello meccanicistico di Rossi et al (2008): modello più complesso basato sulla profonda conoscenza della biologia del sistema
- Rielaborato da Primo Principio con una serie di decisioni e accorgimenti modellistici con la scelta degli algoritmi che fossero in grado di meglio rappresentare lo sviluppo del patogeno
- Convalidato di recente su zone a diverse condizioni microclimatiche in collaborazione progettuale tra il team di Primo Principio, il Consorzio di Tutela dei Vini del Collio e l'Università Slovena della Primorska (progetto SUSGRAPE:
<https://www.wiforagri.com/project/susgrape-promuovere-la-viticultura-sostenibile-attraverso-le-tic-nelle-zone-transfrontaliere-ita-slo/>)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: Origine bibliografica

(progetto SUSGRAPE:

<https://www.wiforagri.com/project/susgrape-promuovere-la-viticoltura-sostenibile-attraverso-le-tic-nelle-zone-transfrontaliere-ita-slo/>)



- Studio del territorio di riferimento per l'identificazione delle **principali micro-aree**
- Rete composta da **42 stazioni di misura** con sensori in aria, su pianta e nel terreno
- **Sviluppo e validazione modelli previsionali** della Peronospora e Oidio
- **Formazione ed accompagnamento** delle imprese agricole
- **Calibrazione annuale** dei modelli previsionali su Peronospora e Oidio
- Creazione di una **rete stabile di cooperazione**

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

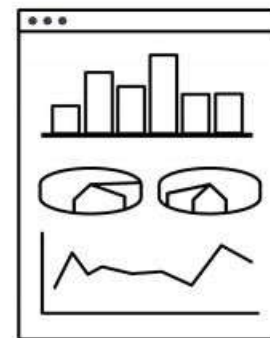
Modello Peronospora della vite: il modello e i dati di input

- Temperatura media dell'aria (dato orario) in °C
- Umidità relativa media dell'aria (dato orario) in %
- Bagnatura fogliare oraria. Variabile binaria = '1' foglia bagnata, '0' foglia asciutta
- Pioggia totale oraria (in mm)

+ **Trattamenti** (inseriti dall'utente) → il modello visualizza la copertura del trattamento



Secure Data Access Everywhere
and from any Device



Real time remote control

Stazione quido-wiforagri raccoglie i dati orari e li trasmette (protocollo di trasmissione Sigfox) al servizio di elaborazione dati "WiForAgri" --> risultati modelli

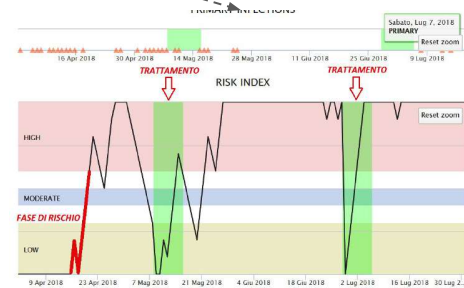
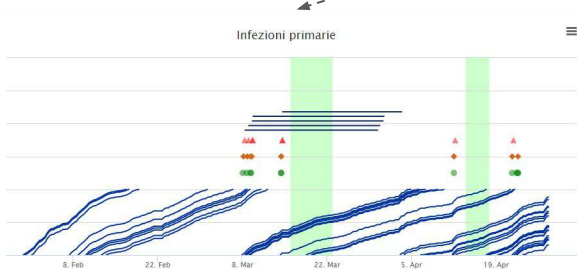
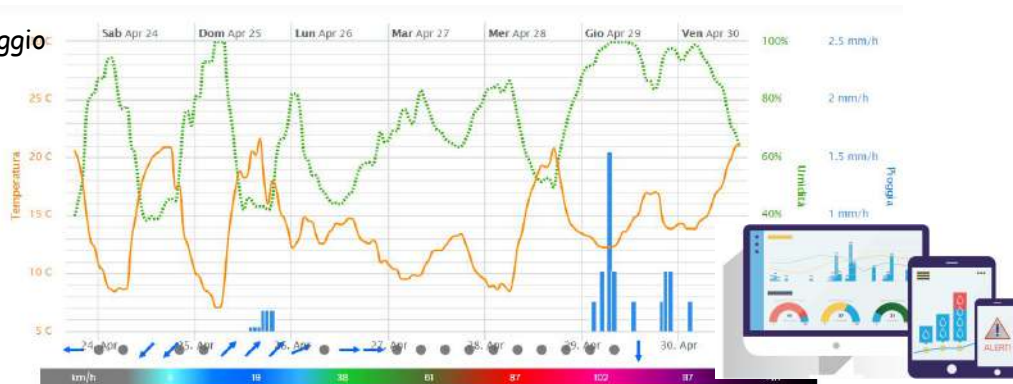
SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: il modello e i dati di input

Trasmissione LoraWan → lungo raggio
bassa potenza (radiofrequenza)



SENSORS
DESIGN
LAB



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: ciclo della peronospora



- ❑ **oospore svernano dentro le foglie cadute** e sono in fase di dormienza a inizio stagione
- ❑ **oospore** diventano fisiologicamente mature e **germinano a gruppi della stessa età fisiologica** (chiamati coorti) emettendo sporangio contenenti zoospore
- ❑ ogni gruppo germina nello stesso istante e **rilascia le spore infettanti (zoospore)** nel terreno
- ❑ in corrispondenza delle piogge **per effetto splash le zoospore arrivano sui tralci** e foglie della vite
- ❑ in presenza di bagnatura sulla foglia le zoospore possono invadere la foglia causando l'**infezioni primaria**
- ❑ dalle **lesioni fogliari** causate dalle infezioni primarie **si hanno successive sporulazioni di spore agamiche** che causano le infezioni secondarie

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: eventi calcolati dal modello

Evoluzione temporale delle infezioni primarie

Date germinazione delle oospore (della stessa età) del terreno (formazione sporangi)



Date rilascio delle zoospore nel suolo



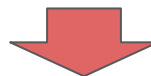
Date dispersione delle zoospore sulle foglie e sui tralci delle viti



Date di infezione dei tessuti fogliari da parte delle zoospore



Periodo di incubazione (periodo di formazione delle macchie d'olio sulle foglie).

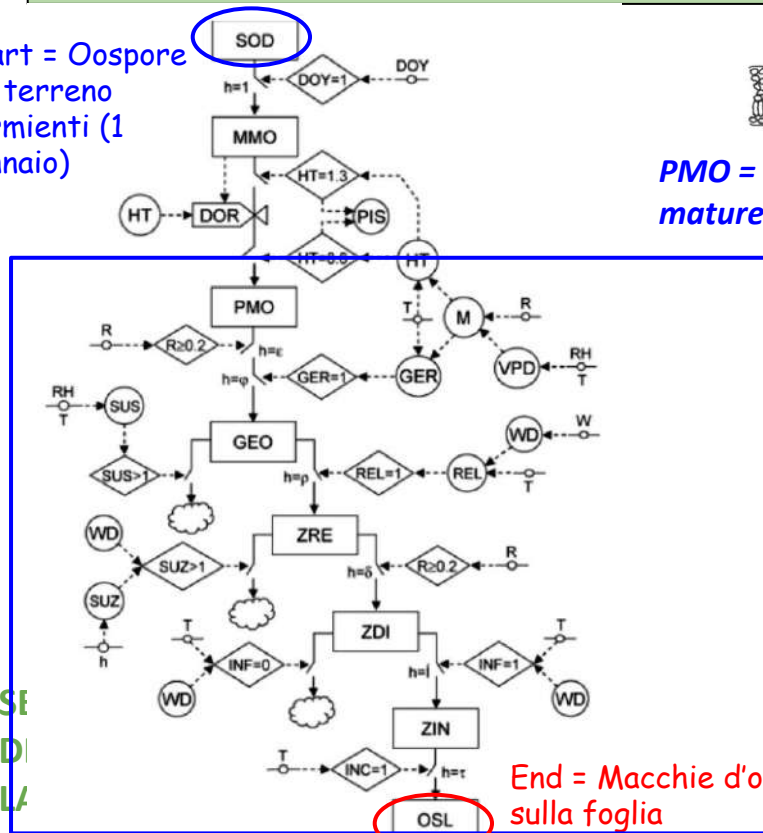


Date delle sporulazioni secondarie

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: Funzionamento del modello (diagramma di flusso)

Start = Oospore nel terreno dormienti (1 gennaio)



PMO = Oospore mature fisiolog.



GEO = Oospore germinate



ZRE = Zoospore rilasciate nel suolo



ZDI = Zoospore disperse sulle foglie



ZIN = Zoospore causano infezione



OSL = Macchie fogliari (Oil spot)

End = Macchie d'olio sulla foglia

SE
DI
LA

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: Interfaccia modello (primarie)

fasi di sviluppo della malattia successive alla germinazione dei sporangi (che portano a infezione primaria)

Infezioni primarie

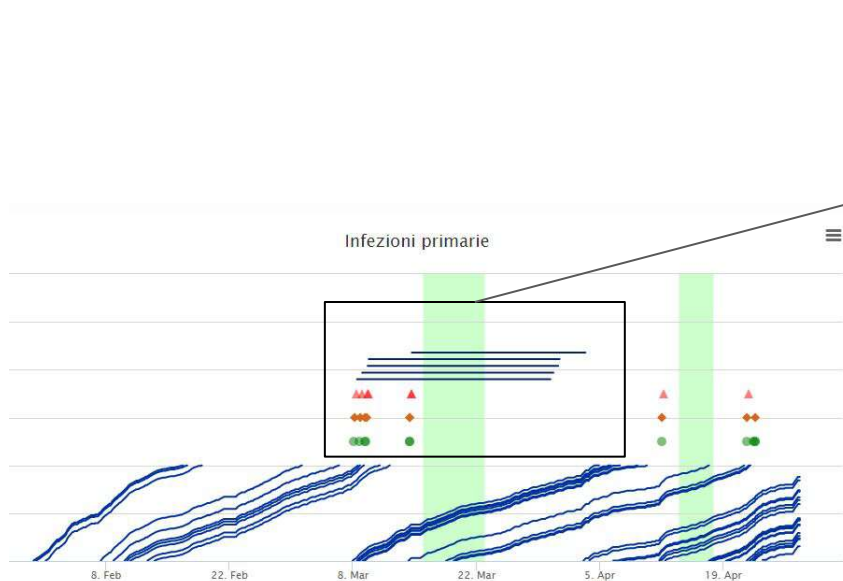
fasce di copertura dei trattamenti



diverse coorti - gruppi di sporangi della stessa età che stanno germinando ----> germinazione calcolata dal modello da 0% a 100%

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: Interfaccia modello (primarie)



eventi di infezioni primarie (var. ZIN)

eventi di zoospore disperse sulle foglie (attivazione variabile ZDI)

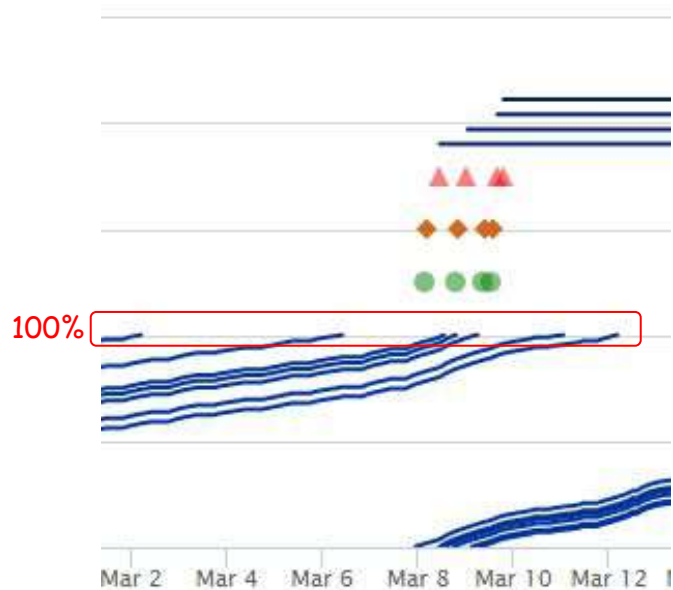
eventi di zoospore rilasciate nel terreno (attivazione variabile ZRE)

Considerazioni:

- ❑ come si vede le infezioni possono avvenire rapidamente dopo la germinazione degli sporangi (dopo 7-8 ore)
- ❑ l'agricoltore deve trattare con i preventivi in corrispondenza di tale intervallo di tempo
- ❑ non tutte le germinazioni dei sporangi finiscono in infezioni (tante linee blu - pochi cerchi, rombi, triangoli) 12

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

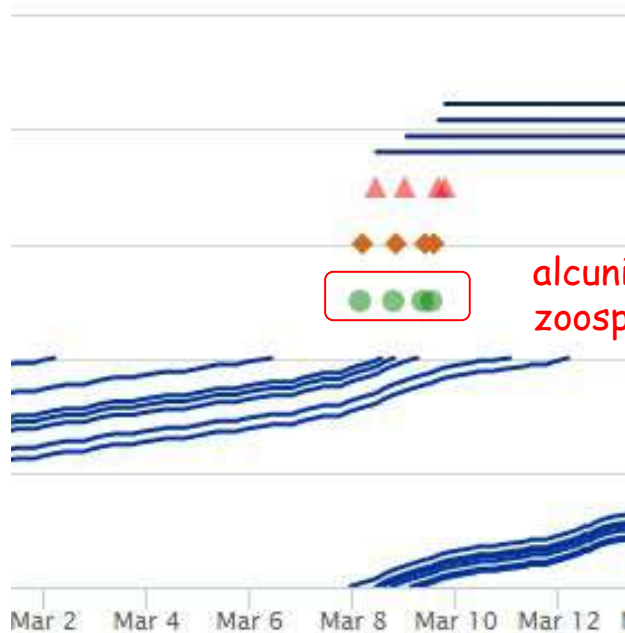
Modello Peronospora della vite: Esempio pratico di lettura del modello



Diverse gruppi di oospore (linee blu) finiscono di germinare tra il 2 marzo e il 12 marzo

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

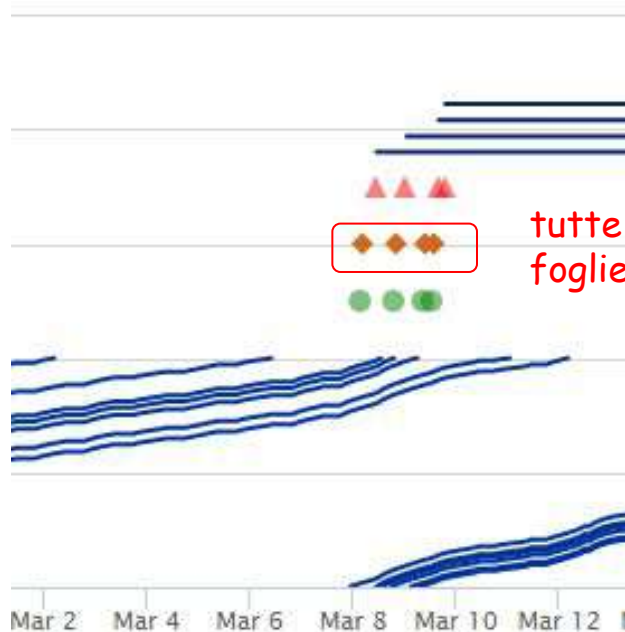
Modello Peronospora della vite: Esempio pratico di lettura del modello



alcuni gruppi di oospore germinate rilasciano le zoospore nel terreno (quattro pallini verdi)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

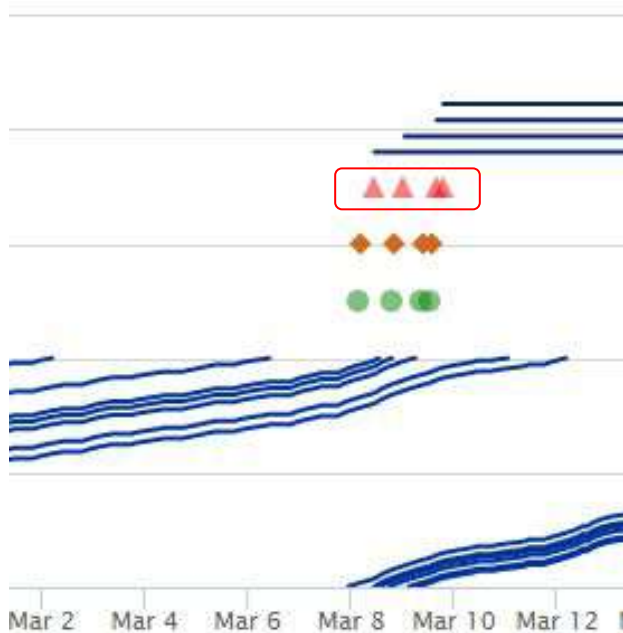
Modello Peronospora della vite: Esempio pratico di lettura del modello



tutte le zoospore del terreno finiscono sulle foglie (quattro rombi marroni)

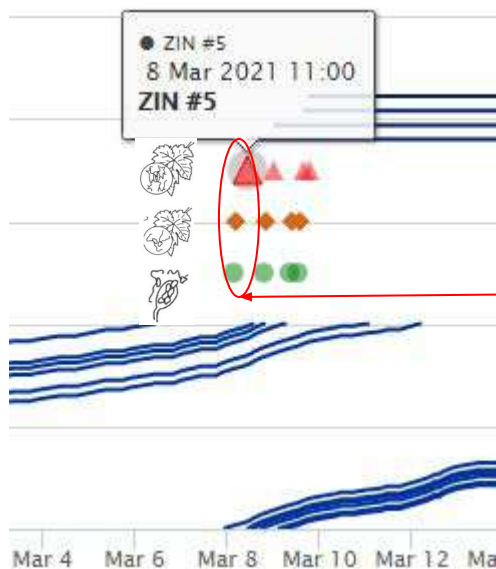
SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: Esempio pratico di lettura del modello



tutte le zoospore del terreno finiscono per causare una infezione. (in totale quattro infezioni primarie)

Modello Peronospora della vite: Esempio pratico di lettura del modello



(!) Evoluzione temporale veloce della malattia

- Una volta che la malattia arriva allo stadio di "zoospore rilasciate nel terreno" evolve velocemente ad infezione
- Caso pratico: ciclo infettivo del 8 marzo 2021
 - rilascio delle zoospore nel terreno ore 4:00 AM
 - dispersione delle zoospore sui tralci delle foglie ore 5:00 AM
 - infezione vera e propria ore 11:00 AM
- L'agricoltore avrebbe una finestra temporale di 7 ore (dalle 4:00 AM alle 11:00 AM) per fare trattamento di copertura ma purtroppo concorrono fattori esterni che potrebbero precludere la possibilità di trattare: orario notturno, disponibilità atomizzatore, pioggia, trafficabilità del vigneto --> unica soluzione (fare trattamento sistemico posteriore a infezione)

Modello Peronospora della vite: Considerazioni sull'utilizzo dei prodotti sistemici

Ore post-inoculo	Efficacia (%)
1	91,260896
2	62,93081946
3	48,07985402
4	38,93699097
5	32,74185452
6	28,26684152
7	24,88291578
8	22,2344277

Tabella perdita di efficacia dei trattamenti post-inoculo secondo Caffi et al (2015)

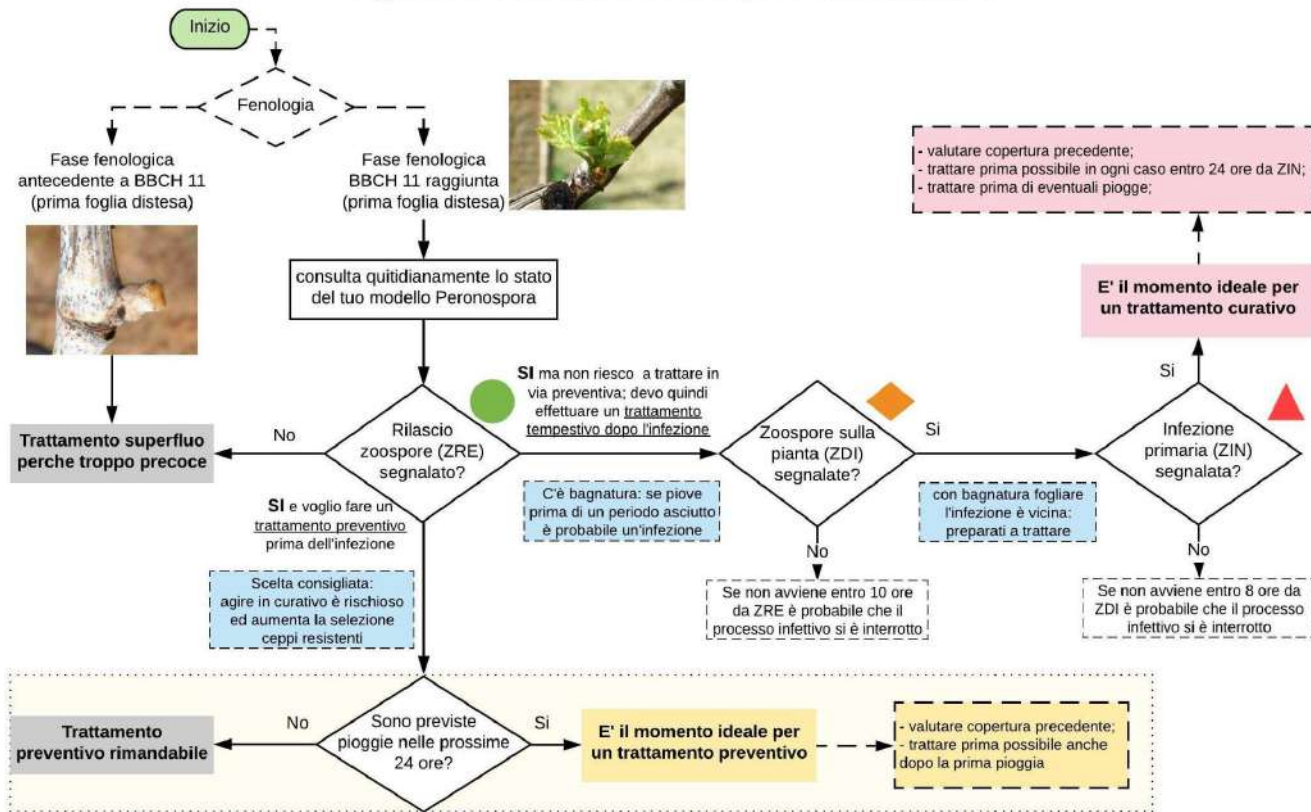
- ❑ **L'efficacia dell'applicazione dei trattamenti preventivi a base di rame diminuisce rapidamente dopo che le zoospore del fungo arrivano sulle foglie delle piante** (vedasi tabella a sinistra)
- ❑ **I trattamenti con prodotti curativi sistemici devono essere limitati durante la stagione perchè possono causare meccanismi di resistenza del fungo nel confronto del prodotto (al contrario dei preventivi come il rame)**
- ❑ Di conseguenza **abbiamo sviluppato un sistema allarmistico istantaneo ed un diagramma decisionale che aiuta l'agricoltore** a capire meglio come sincronizzare i trattamenti preventivi rispetto allo sviluppo rapido del patogeno
- ❑ **Nota bene: se lo sviluppo della malattia avviene in un orario sconveniente l'unica soluzione è utilizzare un prodotto curativo (in questo caso l'agricoltore valuterà la necessità di trattare sulla base del tasso di infezione fornita dal modello: 2% tasso basso, 10% tasso alto)**



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: diagramma decisionale infezioni primarie

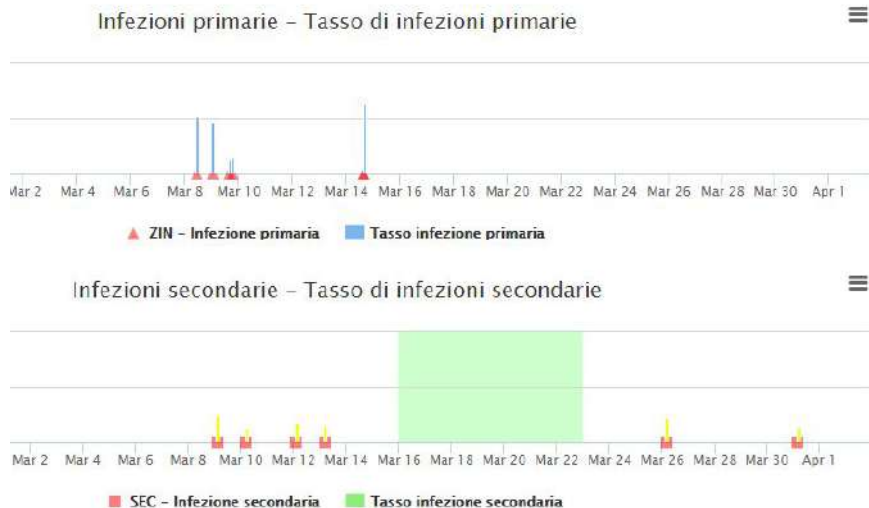
Supporto decisionale Modello Peronospora - Infezioni Primarie



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: infezioni secondarie

Sotto al grafico principale



Il primo diagramma riporta i tassi di infezioni delle primarie: tassi dell'ordine $>7\%$ provocano i maggiori danni sulle foglie delle piante

Le infezioni secondarie sono causate da nuovi sporangi so diffondono a partire dalle lesioni causate dalle infezioni primarie (muffa bianca nella pagina inferiore delle foglie)

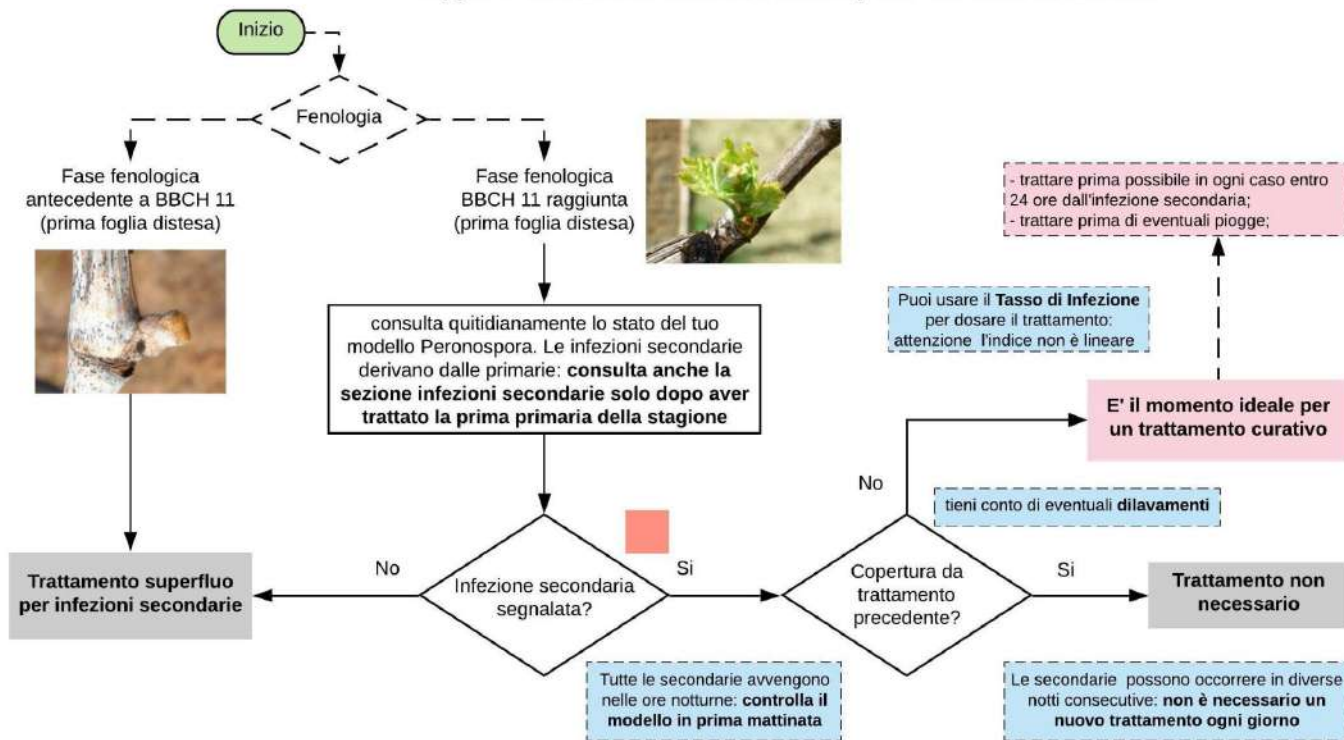
Le secondarie del modello vengono riportate nel diagramma in basso, alcune considerazioni:

- Se si trattano correttamente le infezioni primarie si riducono pesantemente o si annullano le secondarie
- Se non si trattano correttamente le infezioni primarie le secondarie provocano danni esponenziali soprattutto sui grappoli delle piante (perdita di prodotto)
- E' molto più difficile contenere le secondarie quindi la difesa sulle infezioni primarie è molto importante

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: diagramma decisionale infezioni secondarie

Supporto decisionale Modello Peronospora - Infezioni Secondarie



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: infettività delle secondarie

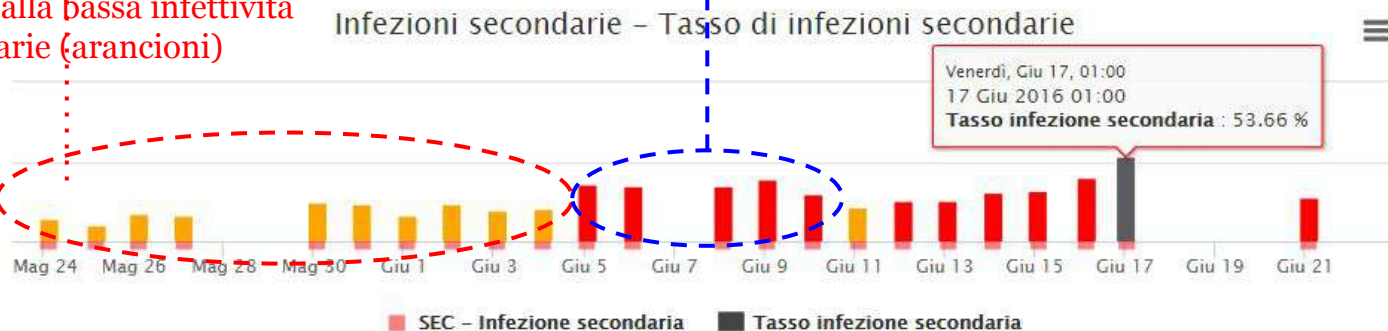
Data	n foglie vite	n grappoli vite	%diffusione Foglie	%diffusione Grappoli
16/05/2016	0,0	0,0	0,00	0,00
23/05/2016	2,0	0,0	0,00	0,00
27/05/2016	17,0	0,0	0,03	0,00
03/06/2016	102	195	0,38	9,56
08/06/2016	130	28*	2,58	8,76
13/06/2016	254	104*	9,41	61,98

Tabella: Andamento infezioni Borgagno, Cormons 2016 (5,5 km di distanza)

Fino al 3 giugno bassi sintomi sulle foglie, legati alla bassa infettività delle secondarie (arancioni)

Il sopraggiungere delle infezioni secondarie più infettive (rosse) dal 5 giugno provoca danni esponenziali sulle piante: grappoli infettati 9,56% → 61,98% !

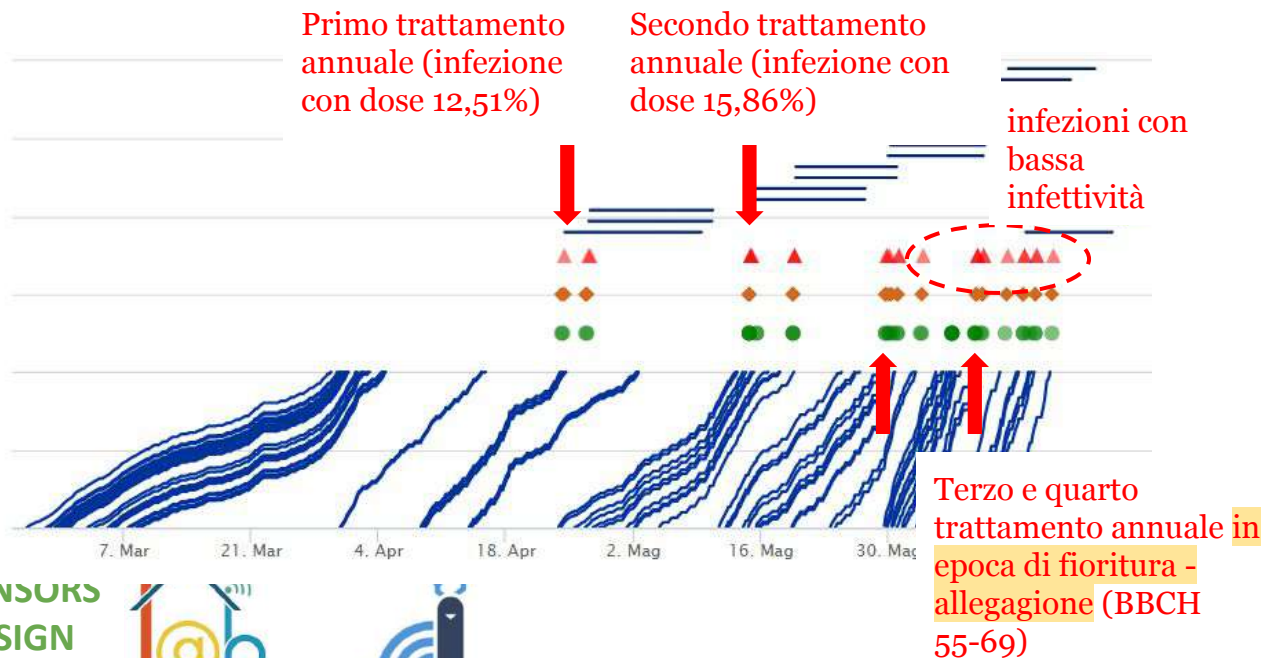
SENSOR
DESIGN
LAB



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Peronospora della vite: esempio di buona gestione primarie secondo il DSS

MODELLO PERONOSPORA San Vito Al Tagliamento



Data	#coorte oospore	Infection rate (%)
24/04/2016 11:00	24	12,51
27/04/2016 02:00	26	0,49
27/04/2016 06:00	27	0,28
14/05/2016 23:00	31	15,86
14/05/2016 23:00	32	15,86
14/05/2016 23:00	33	15,86
15/05/2016 01:00	34	0,84
19/05/2016 19:00	37	1,76
19/05/2016 20:00	38	0,99
19/05/2016 20:00	39	0,99
29/05/2016 23:00	44	3,10
29/05/2016 23:00	45	3,10
30/05/2016 05:00	46	1,11
31/05/2016 05:00	49	1,89
31/05/2016 07:00	50	0,19
02/06/2016 21:00	51	2,88
08/06/2016 20:00	60	0,78
08/06/2016 20:00	61	0,78
08/06/2016 21:00	62	0,97
09/06/2016 12:00	63	0,58
09/06/2016 13:00	64	0,20
12/06/2016 04:00	65	2,18
14/06/2016 02:00	66	1,33
14/06/2016 02:00	67	1,33
15/06/2016 09:00	69	0,35
15/06/2016 09:00	70	0,35
17/06/2016 05:00	71	0,79

**SENSORS
DESIGN
LAB**



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: Origine bibliografica

- **Basato sulla rivisitazione del modello previsionale originale UC Davis Powdery Mildew, realizzato originariamente nell'Università Californiana di Davis dal patologo Dott. Doug Gubler e testato nella lotta all'oidio da un gruppo di agricoltori californiani in un arco di tempo di 30 anni.**
- Obiettivo originale era diminuire la frequenza dei trattamenti e scongiurare lo sviluppo di meccanismi di resistenza del fungo in California → è stato riadattato dal nostro gruppo agronomico calibrando gli algoritmi più rappresentativi alle nostre condizioni meteo ed alle fenologie delle varietà nostrane.
- Si basa su un **indice di rischio giornaliero compreso tra 0 e 100** in grado di determinare la **pressione della malattia e l'intervallo di trattamento consigliato a seconda del prodotto utilizzato.**
- Testandolo sul campo, è stato verificato che l'utilizzo del modello permette di **risparmiare mediamente dai due ai tre trattamenti all'anno**, a fronte di un uguale o migliore controllo della malattia (Gubler et al 2003).
- Anch'esso validato all'interno del progetto SUSGRAPE:
<https://www.wiforagri.com/project/susgrape-promuovere-la-viticultura-sostenibile-attraverso-le-tic-nelle-zone-transfrontaliere-ita-slo/>)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

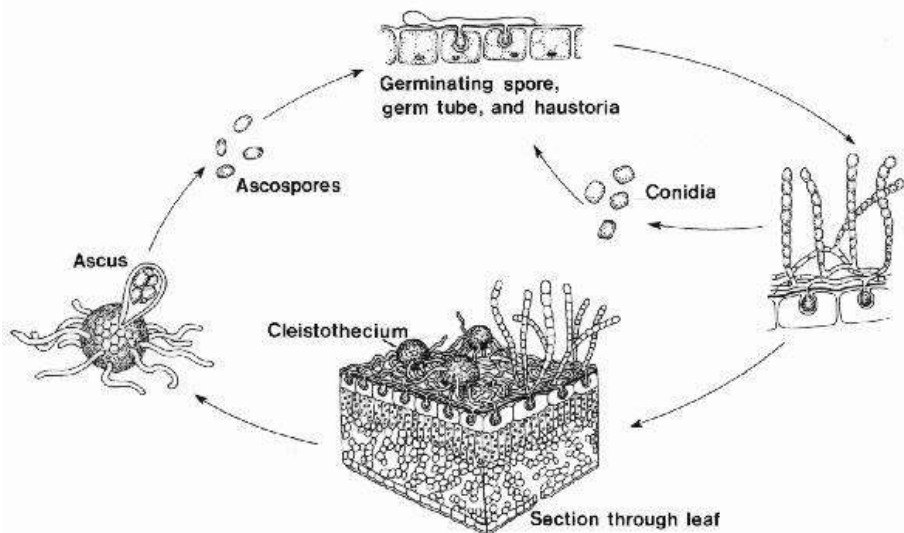
Modello Oidio della vite: il modello e i dati di input

- Temperatura media dell'aria (dato orario) in °C
- Umidità relativa media dell'aria (dato orario) in %
- Bagnatura fogliare oraria. Variabile binaria = '1' foglia bagnata. '0' foglia asciutta
- Pioggia totale oraria (in mm)
- Ad inserimento dell'utente: trattamenti fitosanitari, fasi fenologiche (necessari al fine dell'affidabilità del modello).



SMART AGRICOLTURE E DSS: Modelli previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: ciclo biologico



Il fungo sverna nelle perule delle **gemme dormienti** sotto forma di micelio (forma poco presente) oppure negli **anfratti della corteccia dei tralci** sotto forma di cleistoteci (corpi fruttiferi contenenti le ascospore).

A seconda della presenza di piogge dilavanti in periodo autunnale che precede la stagione la quantità di cleistoteci può risultare più o meno abbondante

A condizioni climatiche primaverili favorevoli (temperature e umidità relativamente alte) si ha la diffusione, tramite vento, delle ascospore sulle foglie basali più vicine al ritidoma (infezioni primarie)

A infezione primaria avvenuta si ha la formazione del micelio secondario (muffa), che su determinati rami, portano i conidi che sono le spore che tramite il vento si diffondono e provocano le infezioni secondarie

A temperature comprese tra i 22° e i 28° gradi si ha la massima attività di germinazione dei conidi dell'oidio (calcolo del modello)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: interfaccia del modello (primarie e secondarie)



Diagramma delle infezioni primarie segnalate dal modello

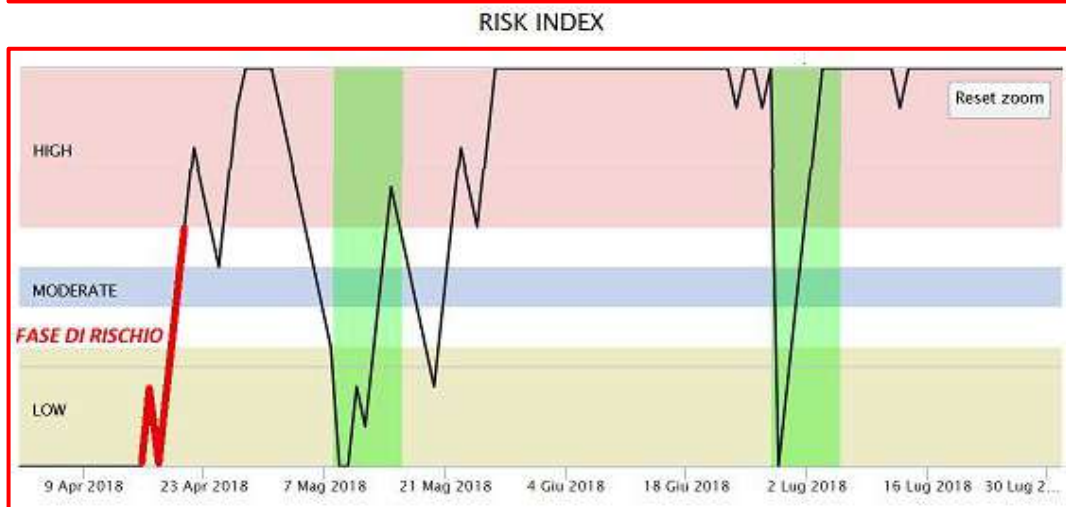


Diagramma delle infezioni secondarie (velocità di sporulazione* - tre classi di rischio)



*A temperature comprese tra i 22° e i 28° gradi si ha la massima attività di germinazione dei conidi dell'oidio (calcolo del modello)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: Vantaggi del modello

Migliore gestione delle infezioni primarie:

- ❑ Segnala l'avvento delle prime infezioni ascosporiche primarie ed indica se trattare o no valutando la pericolosità
- ❑ Maggiore controllo nelle prime sensibili fasi di assestamento del patogeno indicando le primarie quando queste non risultano visibili ad occhio nudo

Migliore gestione delle infezioni secondarie:

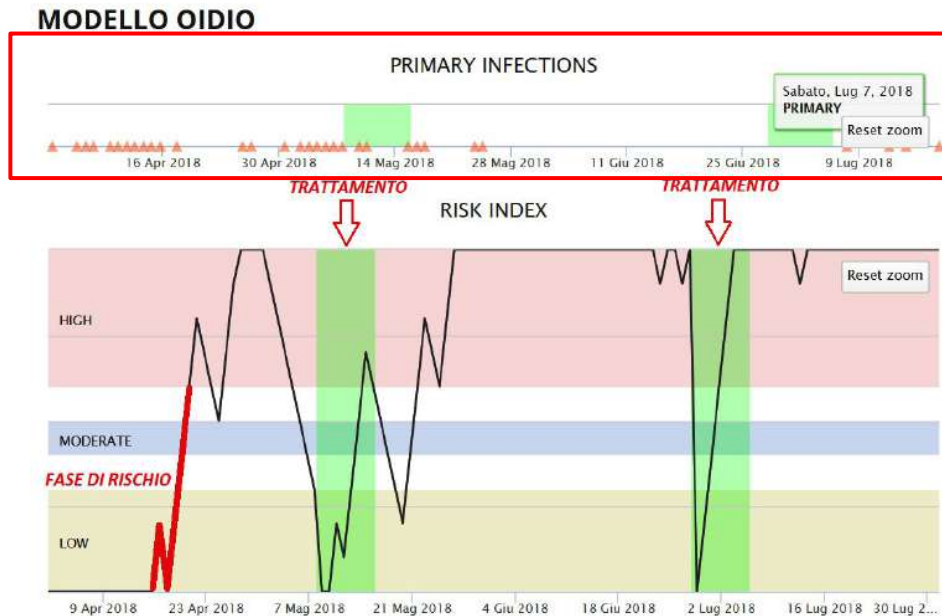
- ❑ Sulla base di un indice di rischio (da 0 a 100) sincronizza la frequenza dei trattamenti con la presunta frequenza di sporulazione dei propaguli del fungo (modello valuta temperatura)



- + Durante i periodi di bassa pressione → allungare gli intervalli di trattamento e risparmiare sui costi
- + Durante i periodi di alta pressione → abbreviare il turno di trattamento e scongiurare significative perdite economiche. Questo vantaggio è sostanziale in quanto le epidemie di oidio possono talvolta sfuggire al controllo dei viticoltori.

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: calcolo delle infezioni primarie



- Primarie calcolate da apertura gemme (inserimento fase fenologica utente o 31 marzo)
- Primarie calcolate sulla base di un periodo minimo di bagnatura fogliare (ore continuative) la cui lunghezza varia a seconda della temperatura

Hours of Leaf Wetness required for heavy ascospore infection (2/3 original Mills value)	Leaf Wetness Hours required for heavy infection (original Mills value)	Daily Average Temperature (°C)
40	60	5.6
34	51	6.1
30	45	6.7
27.3	41	7.2
25.3	38	7.8
23.3	35	8.3
20		8.9
20	30	9.4
19.3	29	10.0
18	27	10.6
17.3	26	11.1
16.7	25	11.7
16	24	12.2
16		12.8
14.7	22	13.3
14.7		13.9
14	21	14.4
14		15.0
13.3	20	15.6
13.3		16.1
12.7	19	16.7

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: interfaccia del modello (primarie e secondarie)

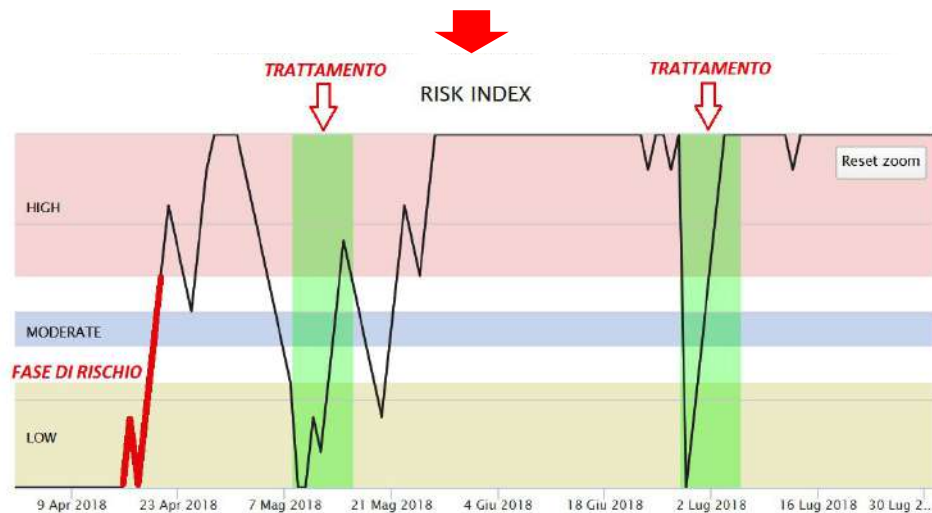


- ❑ Tramite un intervento curativo/eradicante sulla prima primaria si potrà ritardare la comparsa e l'evoluzione della malattia, contenendo in maniera significativa i danni a carico del vigneto a stagione inoltrata.
- ❑ Il modello suggerisce di posticipare il trattamento sulla primaria se il grado della malattia dell'annata precedente è stato lieve e se si è fatto un trattamento eradicante post-raccolta
- ❑ Dalla prima primaria il modello calcola in ogni caso (anche se si è fatto il trattamento) l'evoluzione della malattia legato alle infezioni secondarie (vedasi slide seguente)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: interfaccia del modello (infezioni secondarie)

Conclusasi la prima infezione primaria (germinazione delle ascospore sulle foglie e invasione dell'epidermide fogliare) il modello simula l'indice di rischio secondarie (linea del grafico)



- ❑ La prima fase di rischio (linea rossa), fino che l'indice di rischio non diventa alto, simula l'asestamento del micelio (muffa bianca) sulle foglie (**fase di non trattamento**)
- ❑ Dalla data di fine asestamento l'agricoltore dovrà valutare l'attuale stato di pressione della malattia (rischio basso, moderato, alto) e trattare **sulla base della tabella dei trattamenti (fase di trattamento)**

(!) Ogni volta che l'agricoltore tratta, l'indice di rischio torna a 0 (vedasi figura a sinistra)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: Tabella dei trattamenti consigliati

			Intervalli di trattamento consigliati			
Indice	Livello di pressione	Status patogeno	Biologici ¹ , SARs ²	Zolfo	Inibitori della demetilazione (DMI) ³ , Ammine ⁴	Strobilurine e Chinoline ⁵
0-30	Bassa	Nessuna riproduzione	ogni 7-14 giorni	Ogni 14-21 giorni	Ogni 21 giorni o da etichetta	Ogni 21 giorni o da etichetta
40-50	Moderata	Riproduzione ogni 15 giorni	Ogni 7 giorni	Ogni 10-17 giorni	Ogni 21 giorni	Ogni 21 giorni
>60	Alta	Riproduzione ogni 5 giorni	Uso non consigliato	Ogni 7 giorni	Ogni 10-14 giorni	Ogni 14 giorni

¹ Bacillus pumilus (Sonata) e Bacillus subtilis (Serenade Max)

² SARs = Induttori di resistenza sistemica acquisita

³ Tebuconazolo (Elite), triflumizole (Viticure), e myclobutanil (Rally)

⁴ Spiroxamina (Prosper)

⁵ Trifloxystrobin (Flint), kresoxim – methyl (Sovran), e pyraclostrobin / boscalid (Pristine)

Tabella dei trattamenti: Riporta l'intervallo di trattamento consigliato a seconda del tipo di prodotto fitosanitario utilizzato e della pressione della malattia indicata giornalmente dell'indice di rischio.

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: Esempio di utilizzo

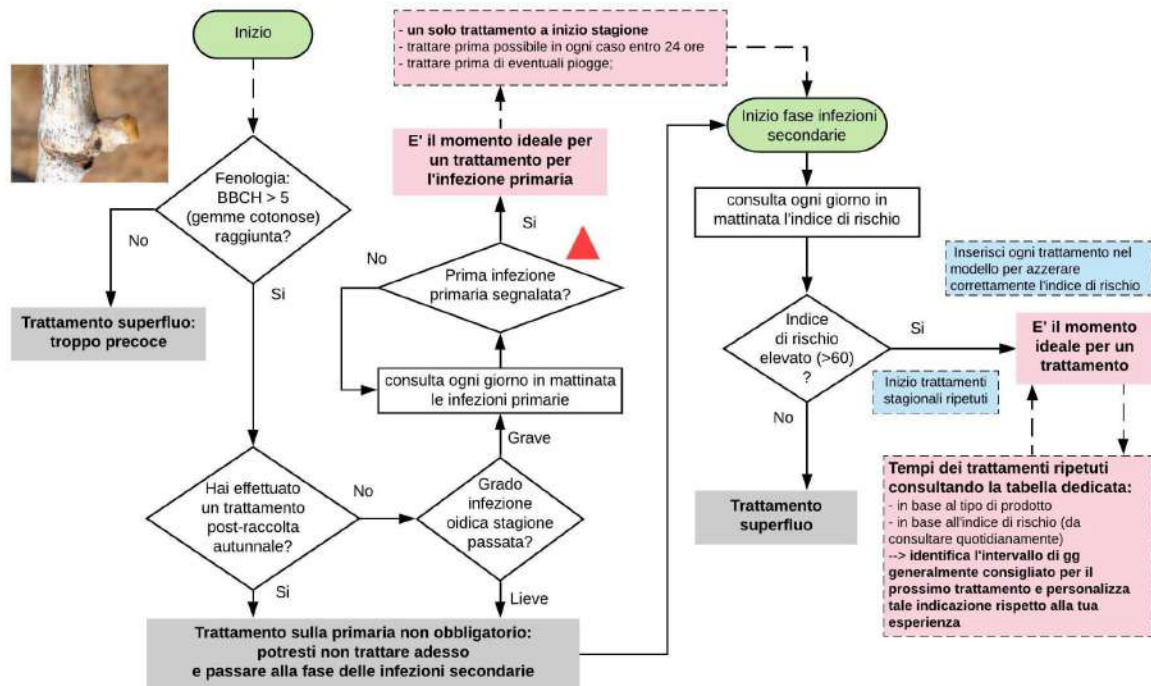
Indice	Livello di pressione	Status patogeno	Biologici ¹ , SARs ²	Intervallo di trattamento consigliati		
				Zolfo	Inibitori della demetilazione (DMI) ³ , Ammine ⁴	Strobilurine e Chinoline ⁵
0-30	Bassa	Nessuna riproduzione	ogni 7-14 giorni	Ogni 14-21 giorni	Ogni 21 giorni o da etichetta	Ogni 21 giorni o da etichetta
40-50	Moderata	Riproduzione ogni 15 giorni	Ogni 7 giorni	Ogni 10-17 giorni	Ogni 21 giorni	Ogni 21 giorni
>60	Alta	Riproduzione ogni 5 giorni	Uso non consigliato	Ogni 7 giorni	Ogni 10-14 giorni	Ogni 14 giorni

- L'agricoltore tratta la prima volta con zolfo il 23 aprile (per esempio) in corrispondenza di un livello di pressione alto. L'indice di rischio torna a 0
- La tabella dei trattamenti riporta che per lo zolfo tratto nel peggiore dei casi (livello alto) bisogna trattare ogni 7 giorni. --> **dopo 7 giorni dal trattamento torna a consultare il grafico** --> se l'indice di rischio è alto torna a trattare, se l'indice di rischio è moderato o basso posso posticipare il trattamento (vedasi tabella)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio della vite: diagramma decisionale infezioni primarie e secondarie

Supporto decisionale Modello Oidio - Infezioni primarie e secondarie



Utilizzando il modello l'agricoltore:

- ❑ Valuta la gravità della infezione oidica passata per determinare la carica di inoculo ad inizio stagione
- ❑ Valuta l'effettuazione di un trattamento post-raccolta autunnale eradicante
- ❑ Viene informato se è necessario eseguire il trattamento sulla prima primaria
- ❑ Viene informato sulla frequenza ottimale di trattamento per le infezioni secondarie (sulla base dell'indice di rischio e della tabella)

SMART AGRICOLTURE E DSS: Modello Previsionali della Peronospora e dell'Oidio

Modello Oidio e Peronospora della vite: Considerazioni conclusive

- **Migliora di molto la gestione delle malattie sul campo e la consapevolezza del viticoltore** circa lo sviluppo dei patogeni
- Permettono di **validare la correttezza previsionale** del modello grazie al calcolo dei periodi di incubazione (confronto rispetto a dati di campo) → progetto di campo svolto con la scuola
- Abilitano **la difesa integrata obbligatoria** per legge dal 1 gennaio 2014 (D.lgs 2012) e **l'agricoltura biologica** (ammessi solo prodotti naturali)
- Meno trattamenti → minor rischio per la salute umana e dell'ambiente; meno costi gestionali; meno rischio di resistenza rispetto ai PF (uso preventivi)
- Usati nei bollettini dei servizi fitosanitari regionali e provinciali
- **Attività del viticoltore:** sopralluoghi sul campo, rimanere all'erta rispetto alle indicazioni dei modelli (breve finestra di trattamento), focus su fase fenologica di sensibilità, su previsioni meteo (trafficeabilità e dilavamento), e su tassi di gravità delle infezioni
- Ulteriori informazioni (guida web): <https://wiki.wiforagri.com/wiki/modelli-previsionali>