



GIORNATE FITOPATOLOGICHE 2024

Centro Congressi Unahotels Bologna San Lazzaro | 14 marzo

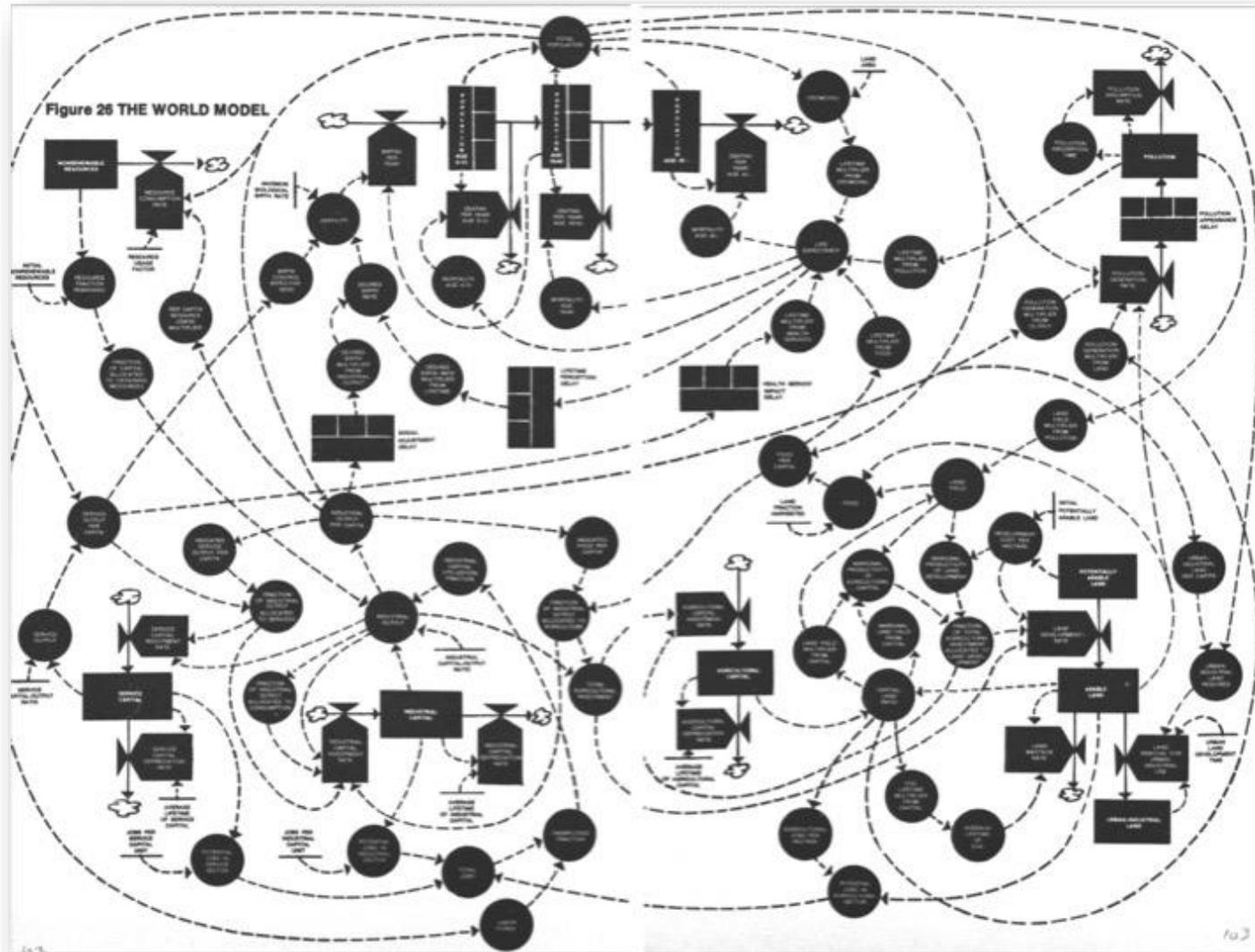
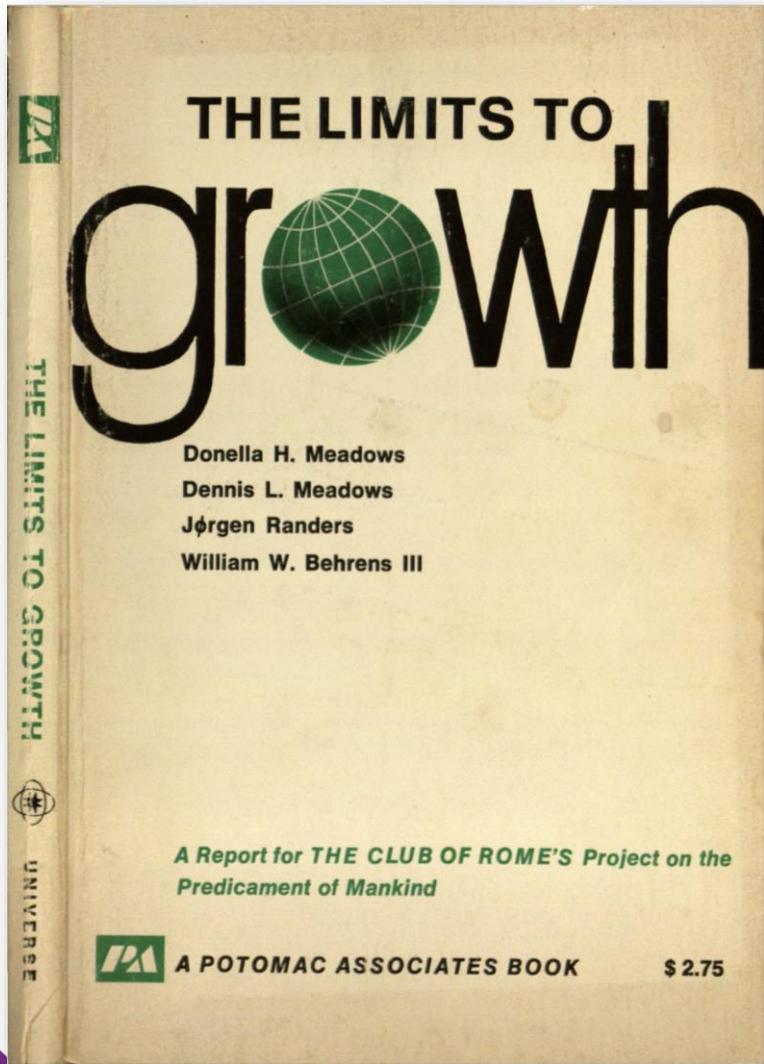


Presentazione dei lavori sperimentali LE TECNOLOGIE DIGITALI NELLA DIFESA DELLE COLTURE

A cura di: TITO CAFFI

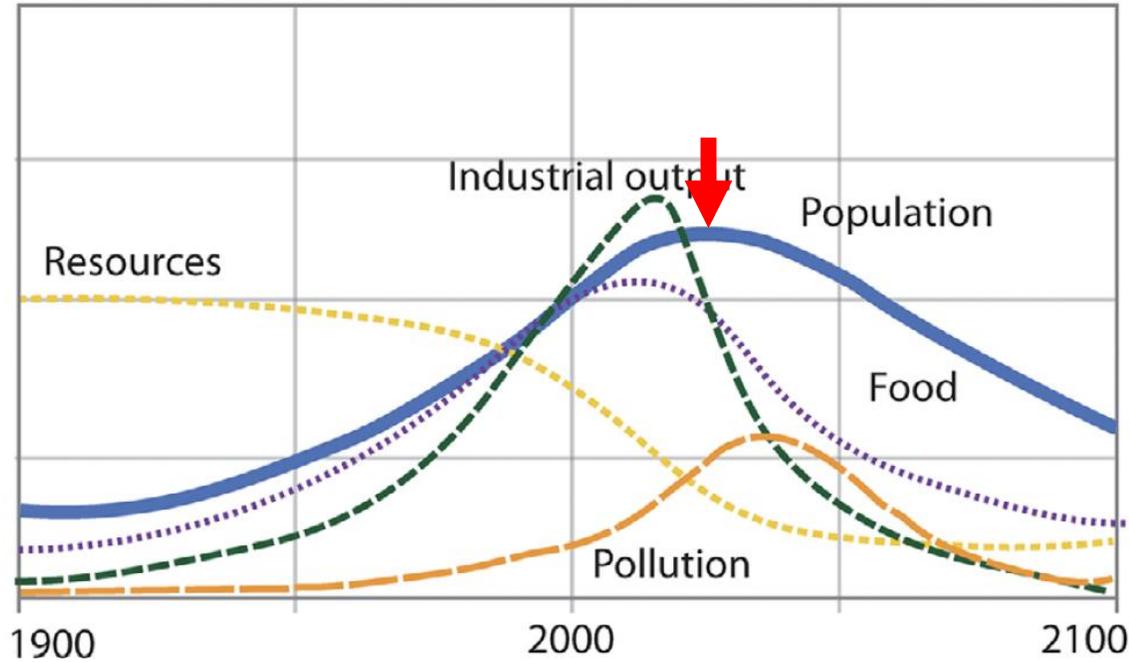
Presentazione complessiva dei lavori sperimentali

LE TECNOLOGIE DIGITALI NELLA DIFESA DELLE COLTIVE

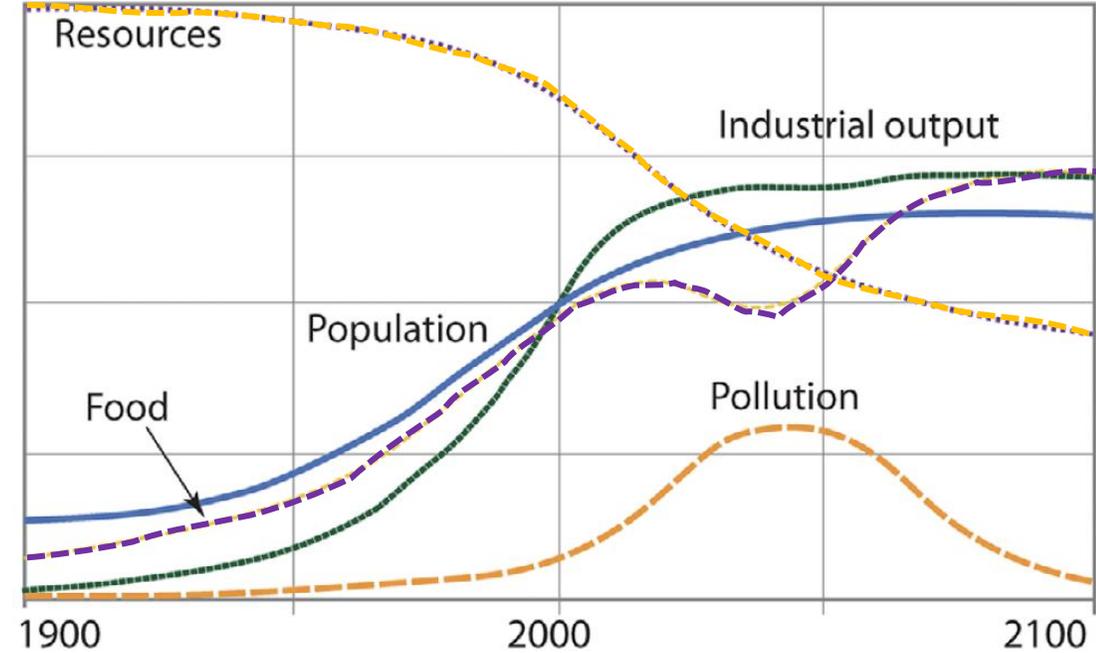


The «Club of Rome»

Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



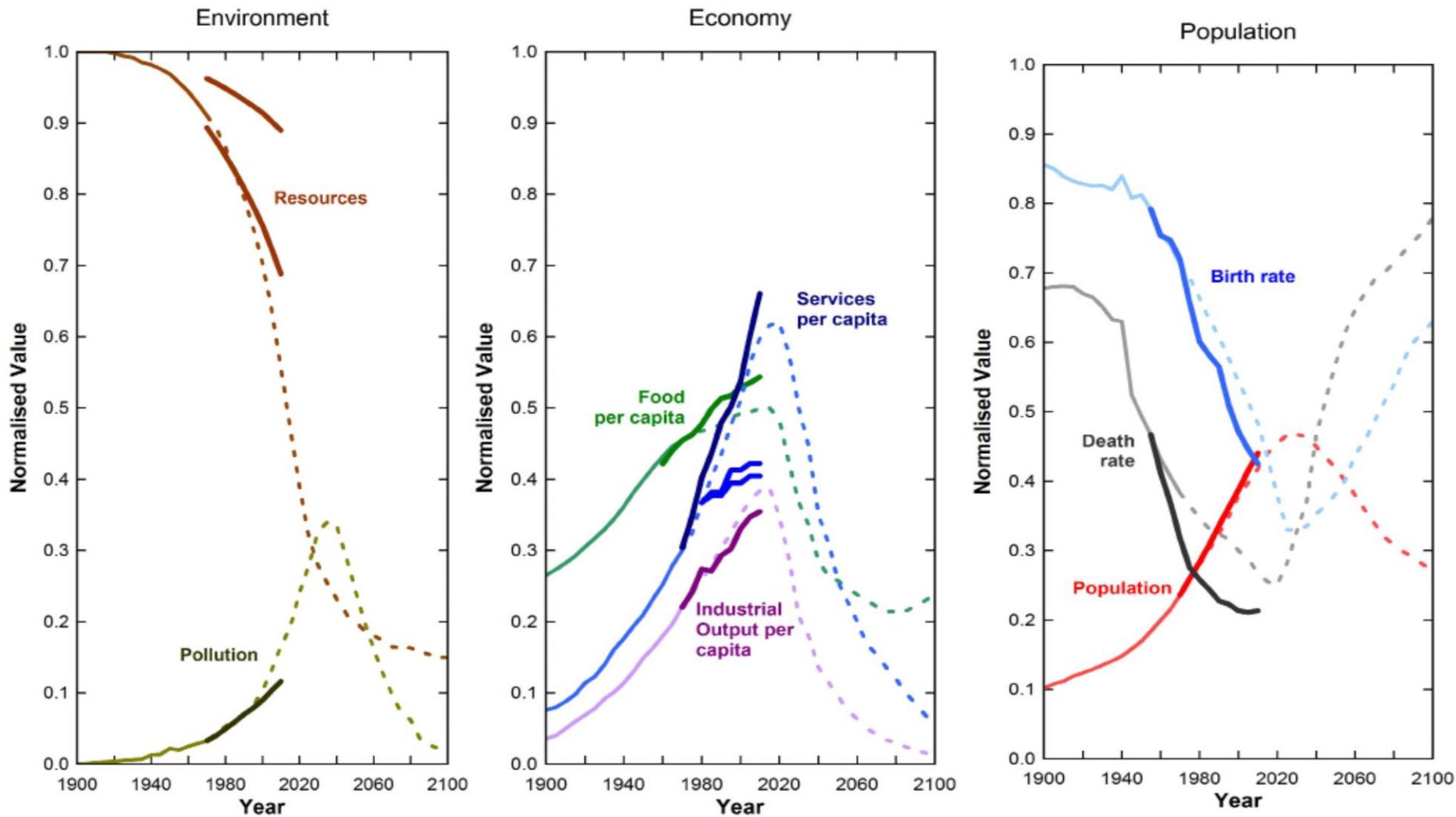
Nessuna assunzione è stata fatta in aggiunta ai dati storici disponibili
=> **Collasso del sistema dovuto all'esaurimento delle risorse naturali**



Più risorse naturali (= minori consumi) + altissima adozione delle tecnologie + cambio radicale nei valori e nelle priorità della società
=> **La popolazione mondiale e il livello di benessere pro-capite si stabilizzano su valori alti**



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



Turner, G. (2014) 'Is Global Collapse Imminent?', MSSI Research Paper No. 4
The University of Melbourne

Agricoltura 4.0 non una rivoluzione ... ma un'evoluzione



Impiego di nuove tecnologie per migliorare i processi produttivi e la gestione delle aziende agricole



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali

EUROPEAN PARLIAMENT

DIRECTORATE-GENERAL FOR INTERNAL POLICIES
POLICY DEPARTMENT B
STRUCTURAL AND COHESION POLICIES

Agriculture and Rural Development

Culture and Education	Yellow bar
Fisheries	Blue bar
Regional Development	Orange bar
Transport and Tourism	Red bar

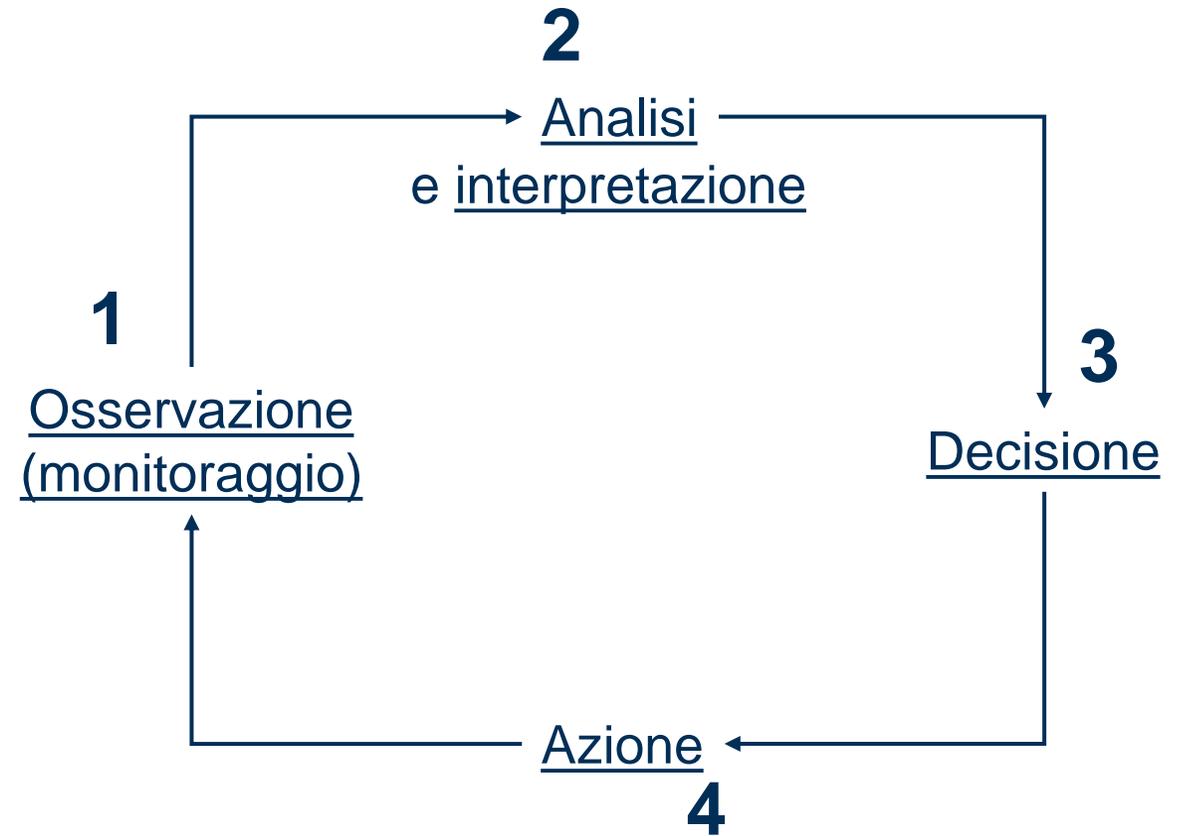
PRECISION AGRICULTURE:
AN OPPORTUNITY FOR EU

“Fare la cosa giusta al posto giusto nel momento giusto”

(Gebbers and Adamchuk, 2010)



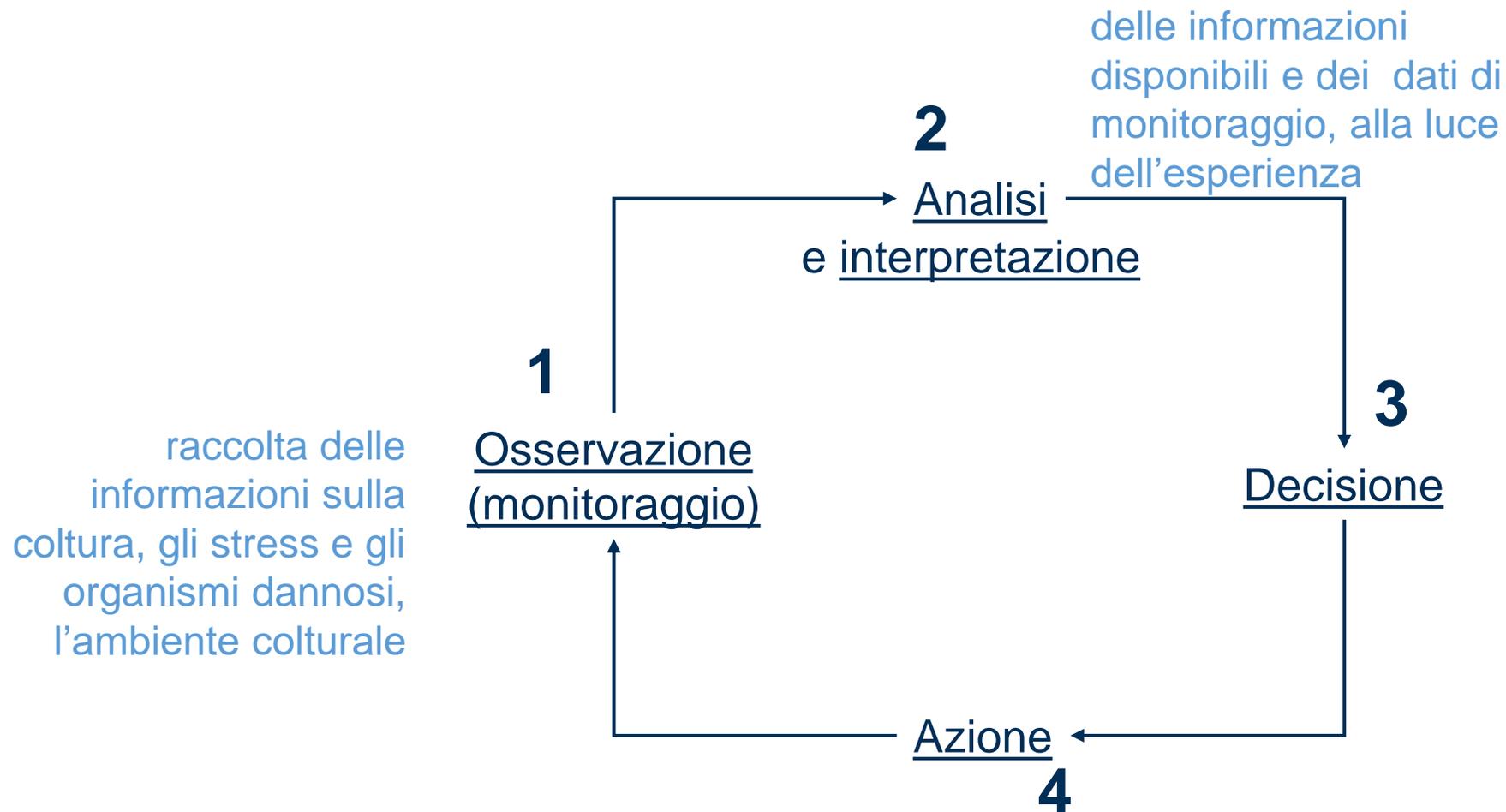
Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



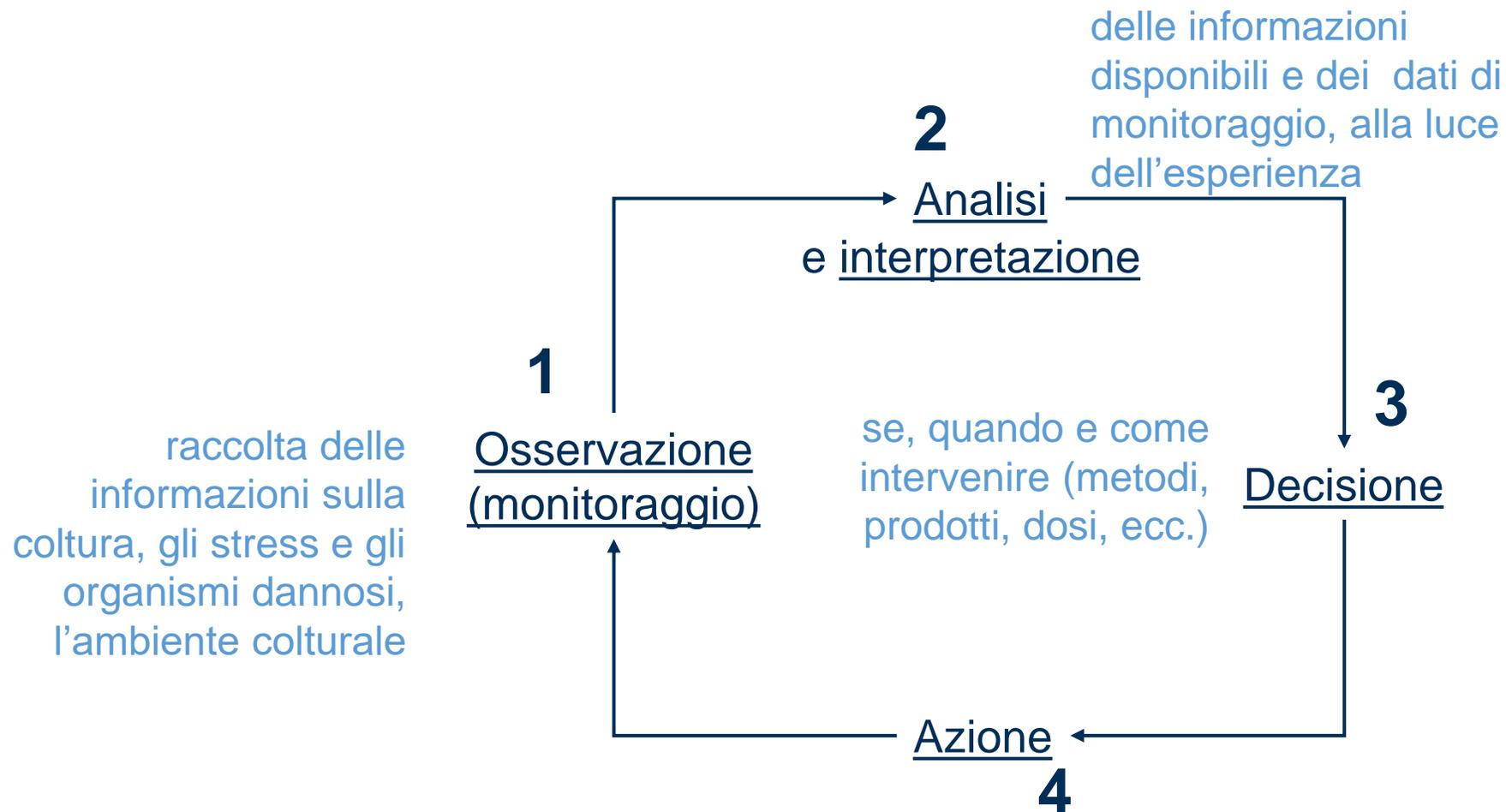
Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali

DIAGNOSI Istantanea di funghi patogeni per
le piante mediante un dispositivo basato
su una matrice di sensori fluorescenti

R. Parlascino *et al.*



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali

DIGITAL GRAPE: TECNOLOGIE DIGITALI PER UNA VITICOLTURA SOSTENIBILE

A. Agnusdei *et al.*

CONFRONTO FRA LE PREVISIONI DELLE INFEZIONI DI *PLASMOPARA VITICOLA* FORNITE DA TRE SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI IN VIGNETI DEL RAVENNATE

L. Fagioli & R. Bugiani

APPLICAZIONE E VERIFICA DEL MODELLO DI DINAMICA DI POPOLAZIONE DELLE COCCINIGLIE COTONOSE (COC-S) NEL TERRITORIO EMILIANO-ROMAGNOLO A SUPPORTO DELLE STRATEGIE DI DIFESA PER DRUPACEE E VITE

S. Pesolillo *et al.*



Presentazione complessiva dei lavori sperimentali

VALUTAZIONE DI UN APPROCCIO “ENSEMBLE MODELLING” PER LA DIFESA DEL POMODORO DALLA PERONOSPORA

Salotti *et al.*

GESTIONE DELLA MUFFA GRIGIA IN VIGNETO TRAMITE MODELLI PREVISIONALI E AGENTI DI BIOCONTROLLO

Altieri *et al.*



Presentazione del lavoro sperimentale

DIAGNOSI ISTANTANEA DI FUNGHI PATOGENI PER LE PIANTE MEDIANTE UN DISPOSITIVO BASATO SU UNA MATRICE DI SENSORI FLUORESCENTI

R. Parlascino, M. Riolo, R. Santonocito, A. Cavallaro, R. Puglisi, A. Pappalardo,
F. Aloi, A. Licciardello, N. Tuccitto, G. Trusso Sfrazzetto, S. O. Cacciola

OBIETTIVO

Realizzare il prototipo di un dispositivo basato sulla tecnologia della **matrice di sensori**, contenente diversi recettori organici fluorescenti che hanno dimostrato di essere in grado di rilevare selettivamente *Penicillium italicum*, *Alternaria alternata* e *Fusarium sacchari* anche in basse concentrazioni



PROTOCOLLO DELLE PROVE

- ⇒ La matrice è stata progettata per contenere sonde molecolari con diversi intervalli di eccitazione/emissione e la possibilità di stabilire diverse interazioni non covalenti con gli analiti (legami idrogeno, ione-dipolo, dipolo-dipolo, π - π ed effetto idrofobico)
- ⇒ Le sospensioni di conidi o zoospore sono state preparate in acqua distillata sterile a $[1,7-2,0]10^6$ e $[1,0-1.5]10^5$ conidi/m
- ⇒ Fatta evaporare l'acqua, la matrice è stata ulteriormente sottoposta alla lampada UV e fotografata e trasformata in immagine RGB



RISULTATI

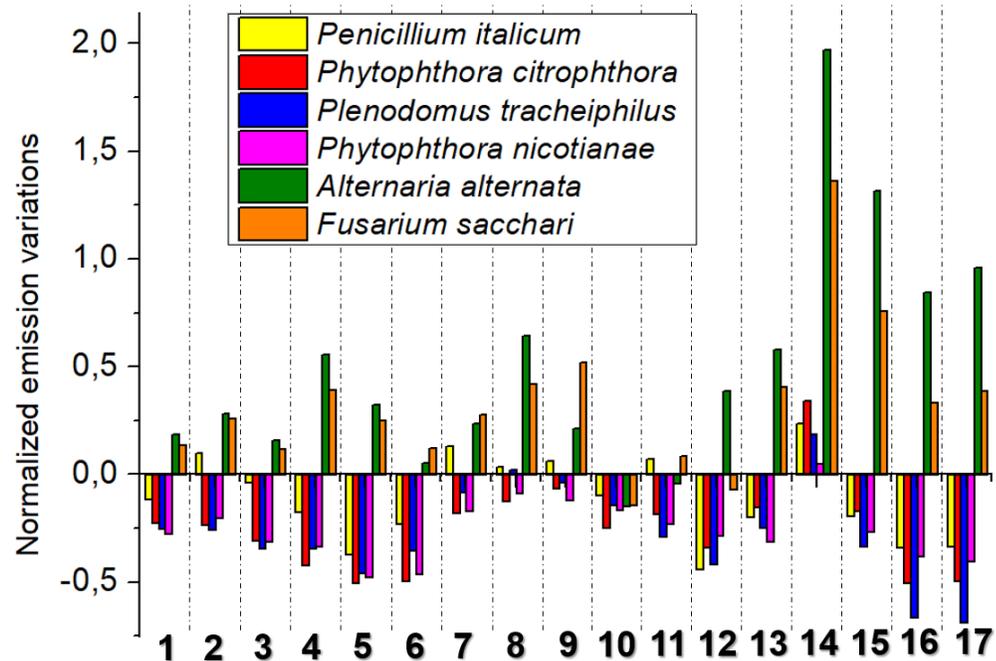
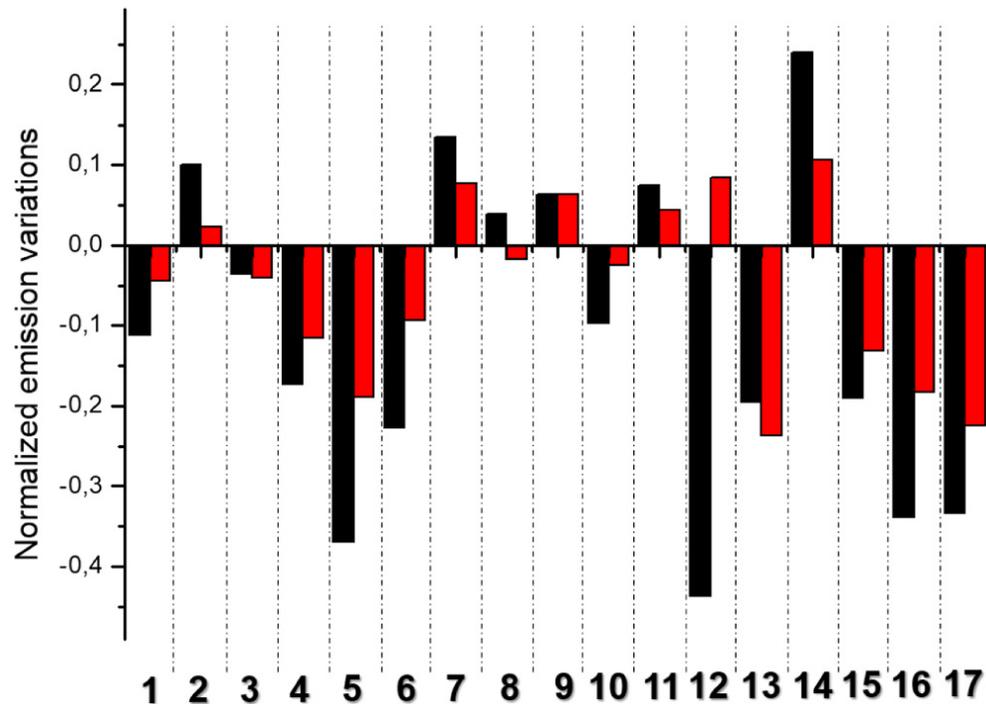


Grafico che mostra la risposta della matrice di sensori, in termini di variazione dell'emissione di ciascuna sonda, in presenza di sospensioni di conidi o zoospore di diverse specie di funghi e oomiceti



RISULTATI



Per valutare la sensibilità del dispositivo in condizioni reali è stata misurata la variazione di emissione di fluorescenza saggiando acque di lavaggio di frutti di limone inoculati artificialmente con *P. italicum*. Sono stati utilizzati frutti con sintomi manifesti (7 giorni dopo l'inoculazione). La figura mostra che non vi sono differenze significative tra acque di lavaggio e sospensioni conidiche preparate in laboratorio, confermando la validità di questo metodo diagnostico



CONCLUSIONI

- ⇒ Primo esempio di rilevamento di funghi patogeni delle piante microscopici mediante matrici di sensori fluorescenti utilizzando uno smartphone come strumento rilevatore
- ⇒ Possibilità di realizzare strumenti sensoristici pratici in grado di rilevare agenti patogeni fungini non solamente in prodotti vegetali, ma anche negli alimenti o in campioni ambientali, al fine di garantire la sicurezza alimentare e la salute umana



Presentazione del lavoro sperimentale

DIGITAL GRAPE: TECNOLOGIE DIGITALI PER UNA VITICOLTURA SOSTENIBILE

A. Agnusdei, D. Gerin, S. Pollastro, E. De Lillo, G. Tamburini, G. Perrone,
K. Gialluisi, C. Dongiovanni, M. Carrieri, M. Di Carolo, R. Coronelli, F. Dalena,
R. M. De Miccolis Angelini, E. Del Prete, V. Buono, M. Corsi, F. Faretra

OBIETTIVI

Validazione (stagioni 2021, 2022 e 2023) di:

- Tre modelli per le infezioni primarie di *Plasmopara viticola* [DMCast (Park et al., 1997), EPI Strizyk et al. (1983), EPI Maurin (1983)]
- Un modello per la comparsa di sintomi di oidio [Pmaxacc (Carisse et al., 2009)]
- Un modello per *Lobesia botrana* [Mariani et al. (2008)]
- Un modello per la contaminazione da Ocratossina A nei mosti [OTA-Grapes (Battilani et al., 2015)]



PROTOCOLLO DELLE PROVE

- ⇒ comparsa e progressione dei sintomi delle principali malattie fungine e dei fitofagi sono state monitorate settimanalmente, a partire dallo stadio fenologico di infiorescenze completamente sviluppate (BBCH 57) fino ad acini maturi per la raccolta (BBCH 89), in 46 vigneti per uva da vino e 81 per uva da tavola, raggruppati in 21 aree rappresentative delle diverse condizioni pedoclimatiche della regione Puglia
- ⇒ i tre modelli previsionali per la peronospora e il modello previsionale per la tignoletta sono stati validati rispettivamente in 8 e 7 vigneti, nei quali non è stata adottata nessuna strategia di protezione contro queste avversità
- ⇒ nei vigneti a uva da vino, una rilevazione dell'incidenza delle varie forme di marciume del grappolo è stata condotta al momento della vendemmia e sono stati raccolti campioni per ammostamento e analisi delle OTA



RISULTATI

- ⇒ Il modello per la tignola ha correttamente interpretato 5 infestazioni nulle o scarse nel 2021 e 4 nel 2022, una discreta corrispondenza con infestazioni di bassa intensità (2 nel 2021 e 1 nel 2022) mentre ha evidenziato un certo limite nel simulare voli più lunghi (1 nel 2021 e 2 nel 2022).
- ⇒ Il modello OTA ha evidenziato coefficienti di correlazione positiva con *A. carbonarius* in 3 combinazioni (anno x località) su 6

Areale	Coefficiente di correlazione (r) ^a	
	2021	2022
Salento	0,50*	0,42*
Arco Jonico	0,35	0,97***
Bari-BAT-Valle d'Itria	0,93***	0,71*



RISULTATI

DMCast					EPI Strizyk					
		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale			Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	
2021	Infezioni osservate (O+)	PVP = 0	PFN = 1	32	2021	Infezioni osservate (O+)	PVP = 0,88	PFN = 0,13	32	
	Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0,22	PVN = 0,78	86		Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0,86	PVN = 0,14	86	
	Totale		19	99		118	Totale		102	16
2022		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	2022		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	
	Infezioni osservate (O+)	PVP = 0	PFN = 1	7		Infezioni osservate (O+)	PVP = 1	PFN = 0	7	
	Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0	PVN = 1	112		Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0,78	PVN = 0,22	112	
	Totale		0	119	119	Totale		94	25	119
2023		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	2023		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	
	Infezioni osservate (O+)	PVP = 0	PFN = 1	13		Infezioni osservate (O+)	PVP = 1	PFN = 0	13	
	Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0	PVN = 1	4		Infezioni non osservate (O-)	PFP = 1	PVN = 0	4	
	Totale		0	17	17	Totale		17	0	17
EPI Maurin					Pmaxacc					
		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale			Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	
2021	Infezioni osservate (O+)	PVP = 1	PFN = 0	32	2021	Infezioni osservate (O+)	PVP = 0,65	PFN = 0,35	20	
	Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0,95	PVN = 0,05	86		Infezioni non osservate (O-)	PFP = 1	PVN = 0	98	
	Totale		114	4		118	Totale		111	7
2022		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	2022		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	
	Infezioni osservate (O+)	PVP = 1	PFN = 0	7		Infezioni osservate (O+)	PVP = 0,44	PFN = 0,56	16	
	Infezioni non osservate (O-)	PFP = 0,63	PVN = 0,37	112		Infezioni non osservate (O-)	PFP = 1	PVN = 0	103	
	Totale		78	41	119	Totale		110	9	119
2023		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	2023		Infezioni predette (P+)	Infezioni non predette (P-)	Totale	
	Infezioni osservate (O+)	PVP = 1	PFN = 0	13		Infezioni osservate (O+)	PVP = 0	PFN = 0	0	
	Infezioni non osservate (O-)	PFP = 1	PVN = 0	4		Infezioni non osservate (O-)	PFP = 1	PVN = 0	17	
	Totale		17	0	17	Totale		17	0	17



CONCLUSIONI

- ⇒ I dati raccolti nel 2021 e 2022 evidenziano come il modello Mariani et al. (2008) consenta di identificare l'andamento dell'inizio dei voli. Sono stati registrati piccoli scostamenti che potrebbero richiedere una “correzione” del modello
- ⇒ I risultati hanno sostanzialmente confermato la correlazione fra concentrazione di OTA nei mosti e densità di popolazione di *A. carbonarius* sui grappoli, ma la capacità di predire il rischio di contaminazione da Ocratossina A del modello OTA-Grapes è risultata generalmente modesta nelle condizioni colturali sottoposte a indagine
- ⇒ I risultati ottenuti evidenziano la necessità di validare i modelli previsionali nei vari contesti colturali, specialmente se questi sono di tipo empirico come quelli per peronospora e oidio saggiati



CONFRONTO FRA LE PREVISIONI DELLE INFEZIONI DI *PLASMOPARA VITICOLA* FORNITE DA TRE SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI IN VIGNETI DEL RAVENNATE

L. Fagioli, R. Bugiani

OBIETTIVO

Valutazione della capacità di tre diversi DSS di prevedere in modo accurato le infezioni di *P. viticola*:

- vite.net[®] (Horta, gruppo BASF, <https://horta-srl.it>)
- RIMpro[®] (<https://rimpro.cloud/it>)
- GrapeVision[®] (Bayer Cropscience, www.cropscience.bayer.it/landing-page/grapevision)



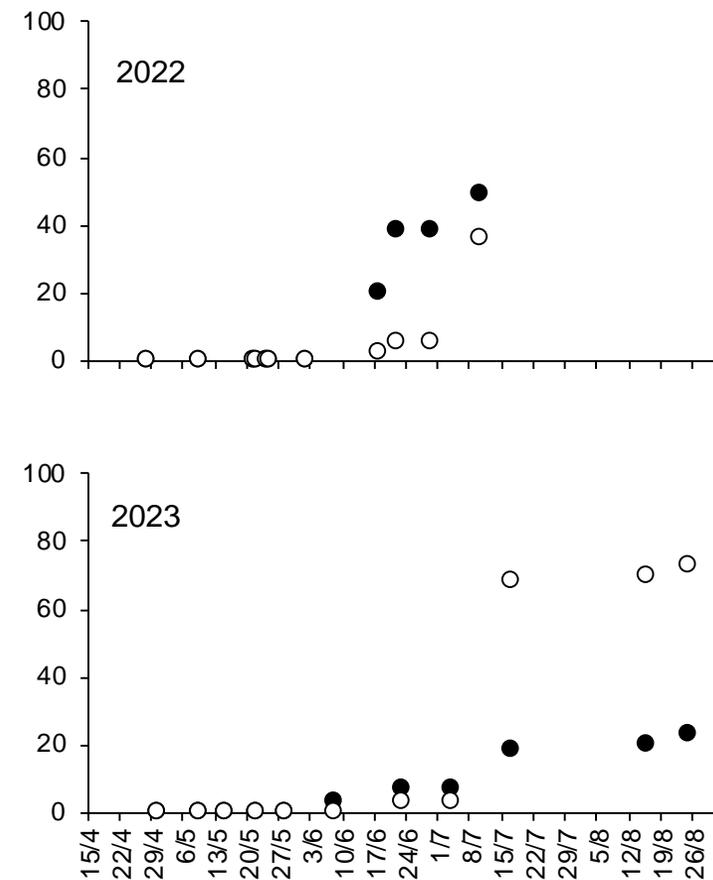
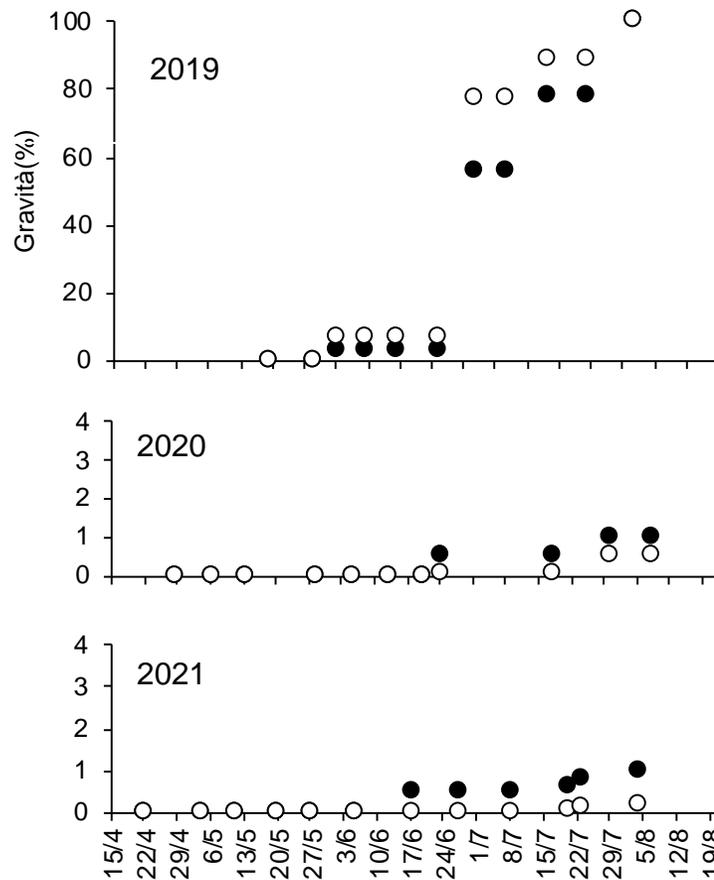
PROTOCOLLO DELLE PROVE

- ⇒ Prove in due vigneti commerciali del ravennate (Fusignano e Lugo) dal 2019 al 2023
- ⇒ La dinamica della malattia nei vigneti in oggetto è stata valutata su parcelle ‘spia’ (5-6 piante non trattate)
- ⇒ I probabili periodi infettivi (considerati come date delle infezioni reali) sono stati confrontati con i periodi infettivi segnalati dai tre modelli matematici (date delle infezioni predette)
- ⇒ Statistica Bayesiana per calcolare **sensibilità** (proporzione dei veri positivi segnalati dal modello sul totale dei positivi), **specificità** (proporzione dei veri negativi segnalati dal modello sul totale dei negativi, ossia giorni senza infezione reale), e **accuratezza** (come sensibilità -(1-specificità))



RISULTATI

La corretta previsione dei periodi infettivi è un elemento fondamentale per l'accuratezza del modello, che è risultata nel complesso superiore per vite.net (J=0,96) rispetto a RIMpro (J=0,74) e GrapeVision (J=0,68)



RISULTATI

DSS	N. periodi infetti (2019 - 2023)			Prestazioni dei modelli		
	Predetti ¹	Non predetti ²	Sovrastimati ³	Sensibilità	Specificità	Accuratezza
GrapeVision	13	5	19	0.72	0.96	0.68
RIMpro	16	5	10	0.76	0.98	0.74
vite.net	21	0	19	1.00	0.96	0.96

¹ veri positivi; ² falsi negativi (mancati allarmi); ³ falsi positivi (falsi allarmi)



CONCLUSIONI

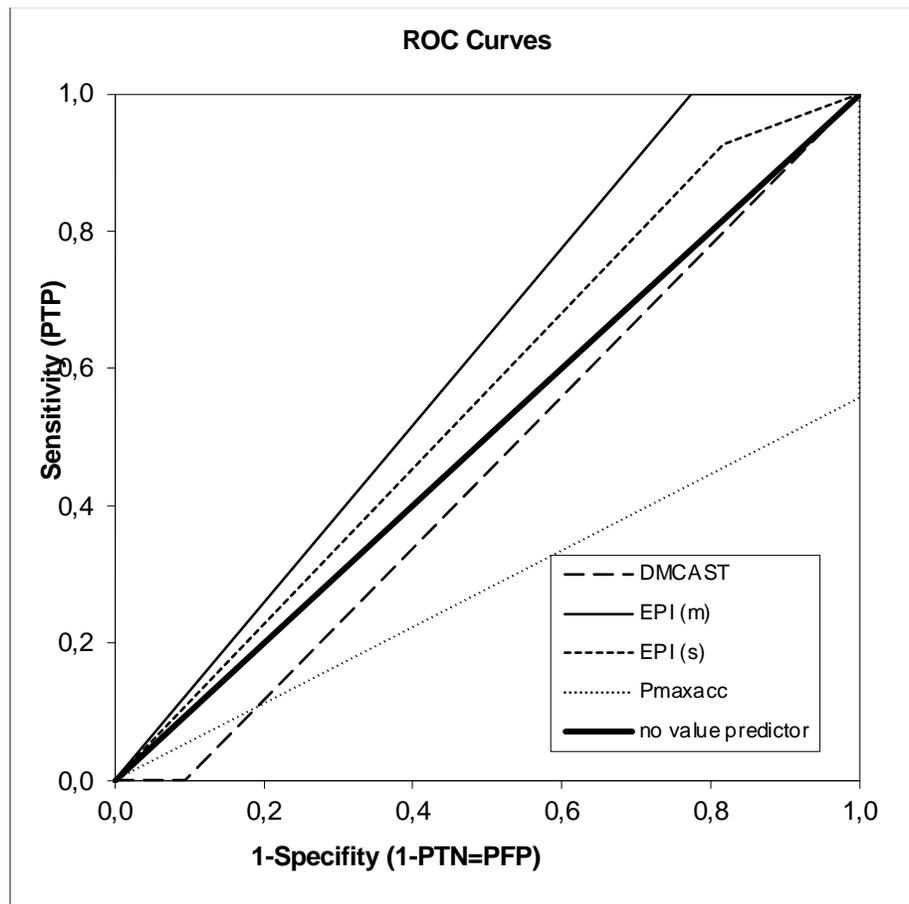
- ⇒ La disponibilità di vari DSS rende necessario procedere a una valutazione delle loro prestazioni nelle varie condizioni operative, come pure nei vari areali di coltivazione
- ⇒ La presente ricerca si pone quindi in questa linea, e fornisce indicazioni sull'accuratezza delle previsioni fornite dai modelli inseriti in tre DSS



RISULTATI

Digital Grape: tecnologie digitali per una viticoltura sostenibile

Confronto fra le previsioni delle infezioni di *Plasmopara viticola* fornite da tre sistemi di supporto alle decisioni in vigneti del Ravennate



Le curve ROC (**Receiver Operating Characteristic**) sono degli schemi grafici per un classificatore binario: lungo i due assi si possono rappresentare la sensibilità e (1-specificità), rispettivamente rappresentati da True Positive Rate (TPR, frazione di veri positivi) e False Positive Rate (FPR, frazione di falsi positivi).

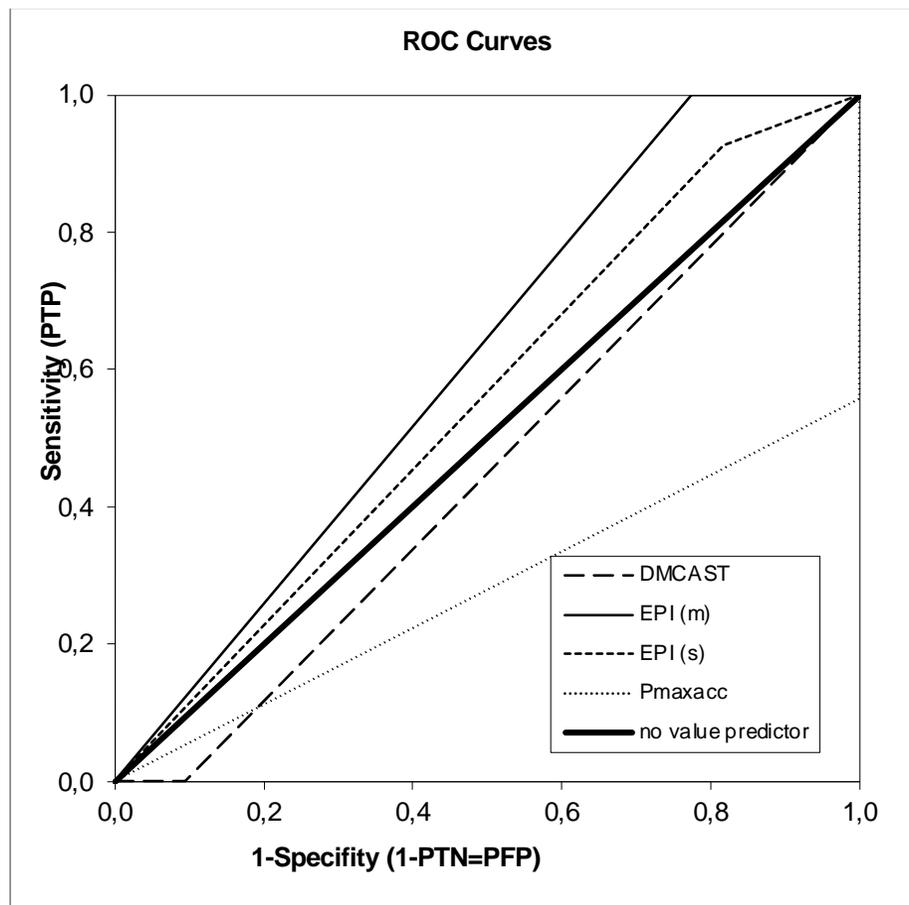
In altre parole, si studiano i rapporti fra allarmi veri e falsi allarmi.



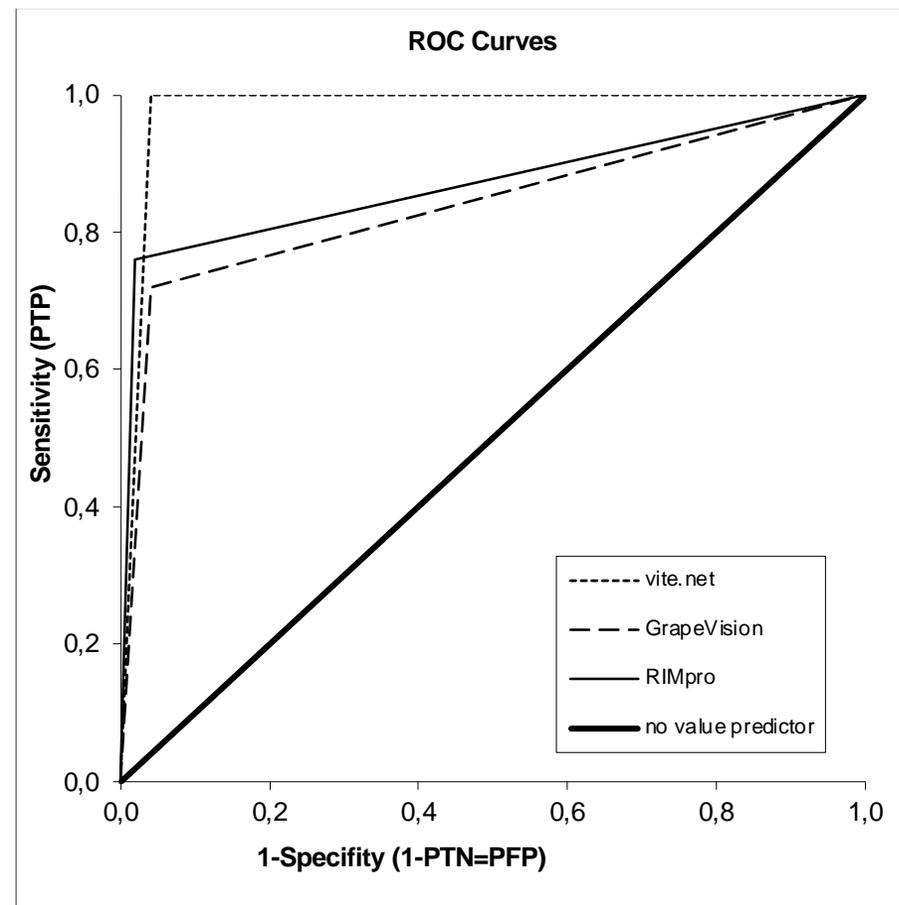
Digital Grape: tecnologie digitali per una viticoltura sostenibile

Confronto fra le previsioni delle infezioni di *Plasmopara viticola* fornite da tre sistemi di supporto alle decisioni in vigneti del Ravennate

RISULTATI



Agnusdei et al.



Fagioli & Bugiani



Presentazione del lavoro sperimentale

VALUTAZIONE DI UN APPROCCIO “ENSEMBLE MODELLING” PER LA DIFESA DEL POMODORO DALLA PERONOSPORA

I. Salotti, P. Meriggi, V. Rossi

OBIETTIVO

Testare i modelli IPI, MISP e FRY (combinati con un approccio *ensemble modelling*) per guidare il posizionamento dei trattamenti di difesa in prove pluriennali (2018-2022)



PROTOCOLLO DELLE PROVE

- ⇒ Prove condotte presso l’azienda sperimentale-dimostrativa Cà Bosco (Horta), in provincia di Ravenna
- ⇒ Schema sperimentale a blocchi randomizzati, con quattro repliche per ogni tesi
- ⇒ Tre tesi a confronto per l’applicazione dei prodotti antiperonosporici:
 - i) approccio “ensemble modelling” (combinazione dei modelli IPI, MISP e FRY)
 - ii) calendario aziendale (basato sulle indicazioni dei Disciplinari di Produzione Integrata, DPI, dell’Emilia-Romagna)
 - iii) testimone non trattato



PROTOCOLLO DELLE PROVE

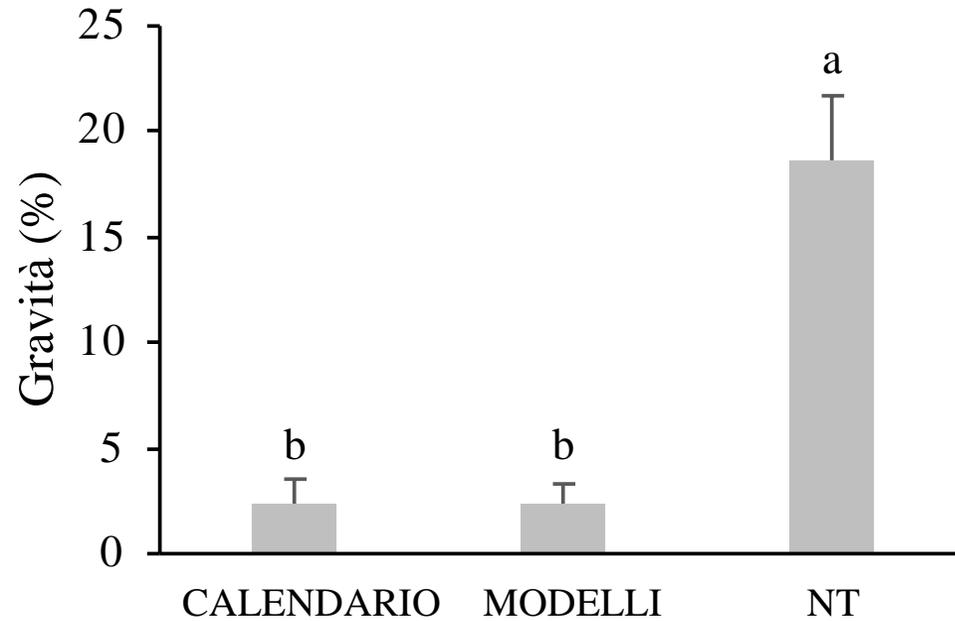
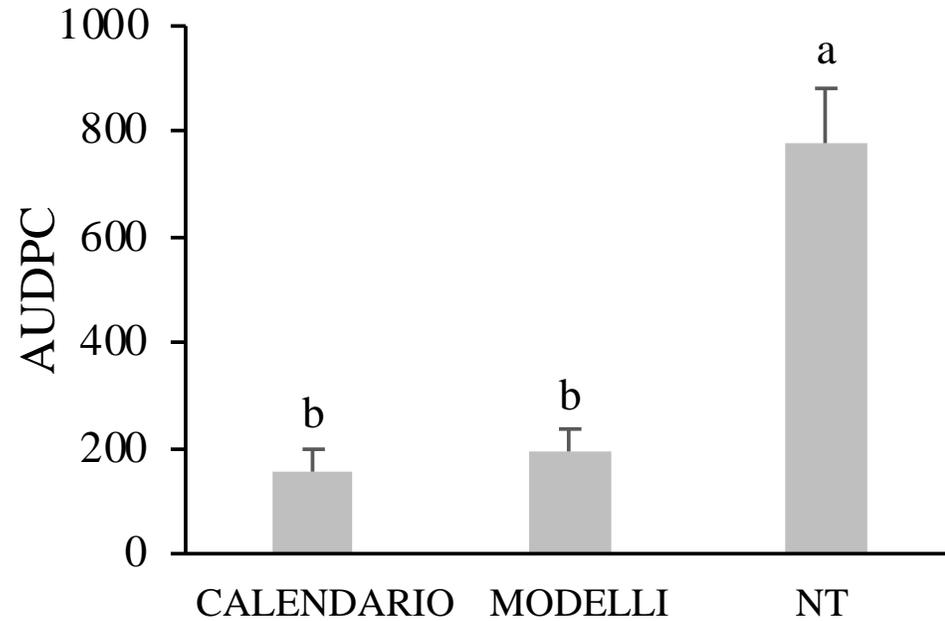
A partire dalla data trapianto, il modello IPI fornisce giornalmente un indice di potenziale infettivo cumulato; quando il valore cumulato di IPI raggiunge la soglia 15, i periodi infettivi vengono individuati in base ai periodi infettivi predetti da IPI cumulato a 7 giorni, MISP e FRY

I periodi infettivi di **ciascun modello sono categorizzati in 3 o 4 categorie di rischio** (da basso a alto) e le categorie di rischio, combinate fra loro utilizzando pesi diversi per i tre modelli, generano un **rischio giornaliero** (anch'esso da basso ad alto)

I trattamenti sono stati eseguiti in previsione di un rischio **giornaliero medio o alto**, nel caso in cui la protezione garantita da un precedente trattamento fungicida fosse inferiore all'80%



RISULTATI



No. trattamenti

46

26

- 43,5%



CONCLUSIONI

la combinazione dei modelli matematici previsionali IPI e MISP, attraverso l’approccio “ensemble modelling”, ha permesso l’identificazione, nel corso di ogni stagione, dei pochi momenti a maggior rischio epidemico nel corso dei quali era necessario intervenire con prodotti antiperonosporici

la predizione del rischio di infezione è stata **accurata in annate molto diverse** in termini di pressione della malattia



Presentazione del lavoro sperimentale

GESTIONE DELLA MUFFA GRIGIA IN VIGNETO TRAMITE MODELLI PREVISIONALI E AGENTI DI BIOCONTROLLO

V. Altieri, V. Rossi, G. Fedele

OBIETTIVO

Valutare l'impiego di BCA per il controllo di epidemie di muffa grigia in diverse condizioni e posizionando i trattamenti secondo una strategia a calendario ed una in funzione del rischio (secondo modello previsionale)



PROTOCOLLO DELLE PROVE

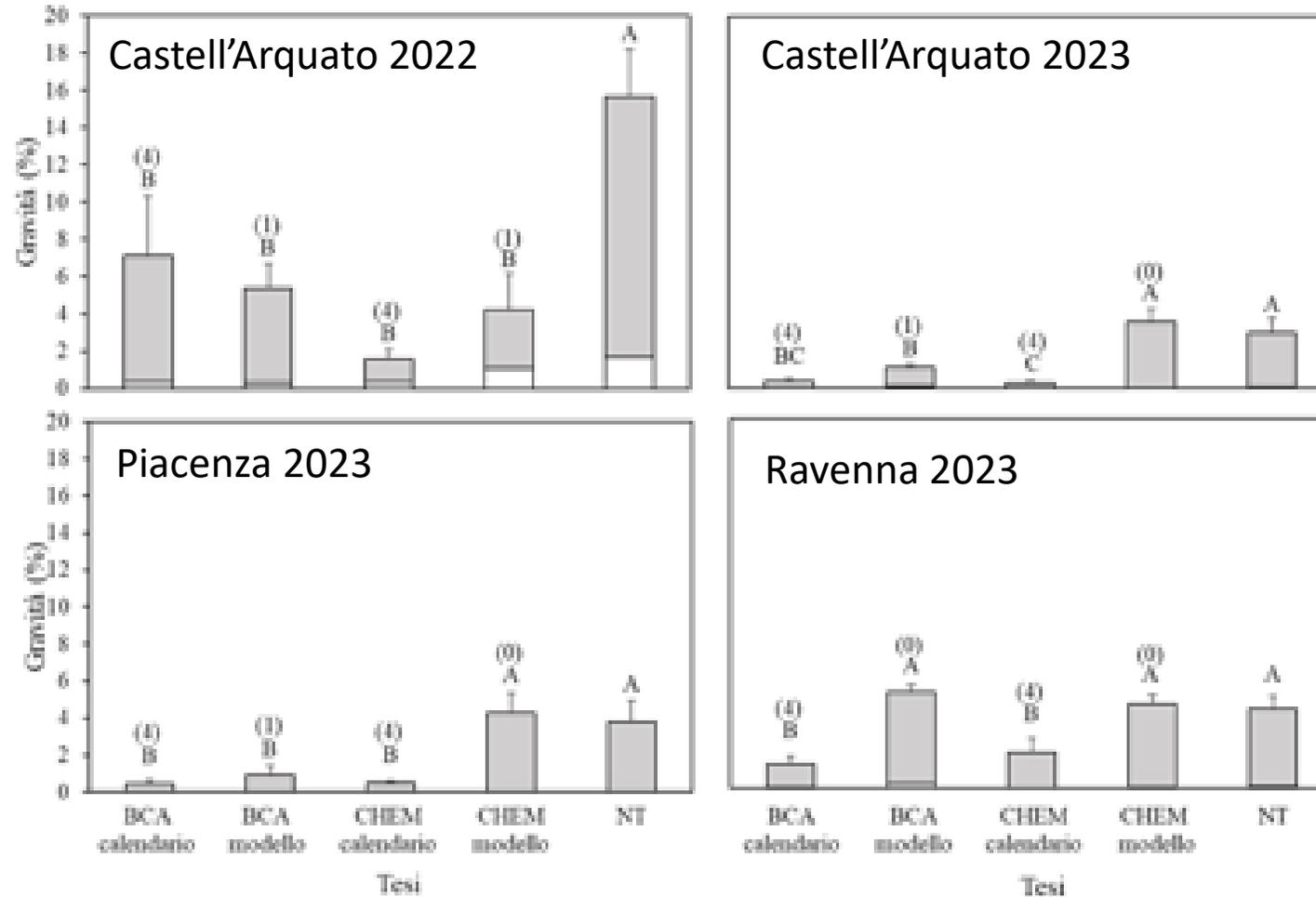
- ⇒ 3 vigneti (Piacenza, Castell'Arquato e Ravenna) e 2 stagioni (2022-2023)
- ⇒ Strategia a calendario (A - B - C - D) e secondo modello (Gonzalez et al., 2015)
- ⇒ Incidenza e gravità di 100 grappoli/parcella alla raccolta + 25 bacche/parcella camere umide per inf. latenti

Sostanza attiva	Prodotto (Società)	Tempi
<i>Aureobasidium pullulans</i> DMS 14941-14940	Botector (Manica)	A
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> D747	Amylo-X (CBC)	C
<i>Metschnikowia fructicola</i> NRRL Y-27328	Noli (Koppert)	D
<i>Trichoderma atroviride</i> SC1	Vintec (Belchim)	B ¹
<i>Trichoderma gamsii</i> ICC080 e <i>T. asperellum</i> ICC012	Remedier (Gowan)	B ²
Boscalid	Cantus (BASF)	C
Cyprodinil + fludioxonil	Switch (Syngenta)	B, D
Fluazinam	Nando maxi (Sumitomo)	A



RISULTATI

□ Gravità (in campo)
■ Inf latenti



CONCLUSIONI

I BCA sono stati applicati in base alle fasi fenologiche della vite (strategia a calendario), oppure in base al rischio di malattia previsto da modello (strategia basata sul rischio secondo modello). I risultati hanno mostrato che **il modello ha fornito un livello di controllo della malattia simile a quello della strategia a calendario, risparmiando dal 75 al 100% dei trattamenti**

- ⇒ risultati sono stati ottenuti in condizioni di bassa pressione della malattia, ma [...] In due set di dati indipendenti di 21 e 23 epidemie verificatesi tra il 1997 e il 2018 in tutta Europa, le epidemie con gravità < 5% hanno rappresentato rispettivamente il 42,8% e il 69% dei casi
- ⇒ importante considerare anche le nicchie ecologiche dei BCA sono necessari ulteriori studi per integrare la risposta dei BCA alle previsioni meteorologiche al momento dell'applicazione in campo, con l'obiettivo di selezionare i BCA più adatti alle condizioni di temperatura e umidità previste e, di conseguenza, aumentare la probabilità che i BCA controllino efficacemente l'agente patogeno



Presentazione del lavoro sperimentale

APPLICAZIONE E VERIFICA DEL MODELLO DI DINAMICA DI POPOLAZIONE DELLE COCCINIGLIE COTONOSE (COC-S) NEL TERRITORIO EMILIANO-ROMAGNOLO A SUPPORTO DELLE STRATEGIE DI DIFESA PER DRUPACEE E VITE

S. Pesolillo, F. Manucci, L. Fagioli, R. Nannini, P. P. Bortolotti, A. Butturini, R. Tiso

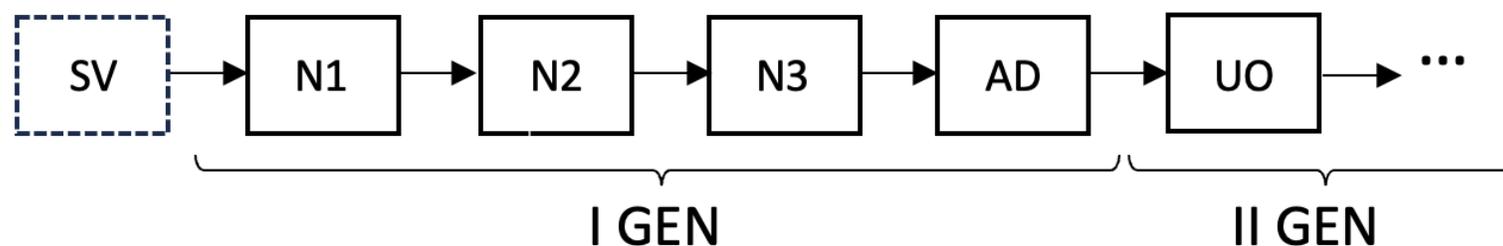
OBIETTIVO

Calibrazione del modello per cocciniglie cotonose



PROTOCOLLO DELLE PROVE

⇒ **Modello a ritardo variabile** strutturato per simulare la presenza delle neanidi di prima, seconda e terza età, degli adulti e delle uova deposte di *P. comstocki* che si sviluppano in più generazioni a partire dall'inizio dell'anno in funzione delle temperature misurate in campo

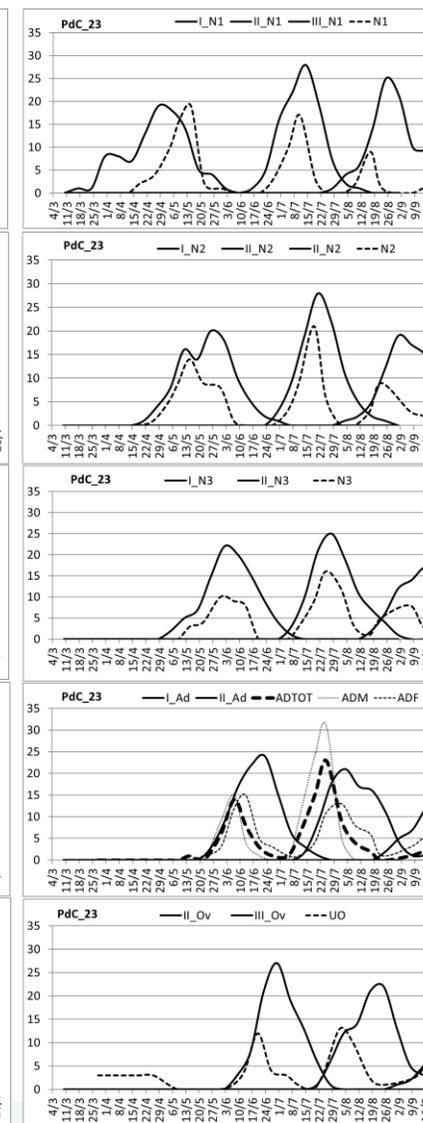
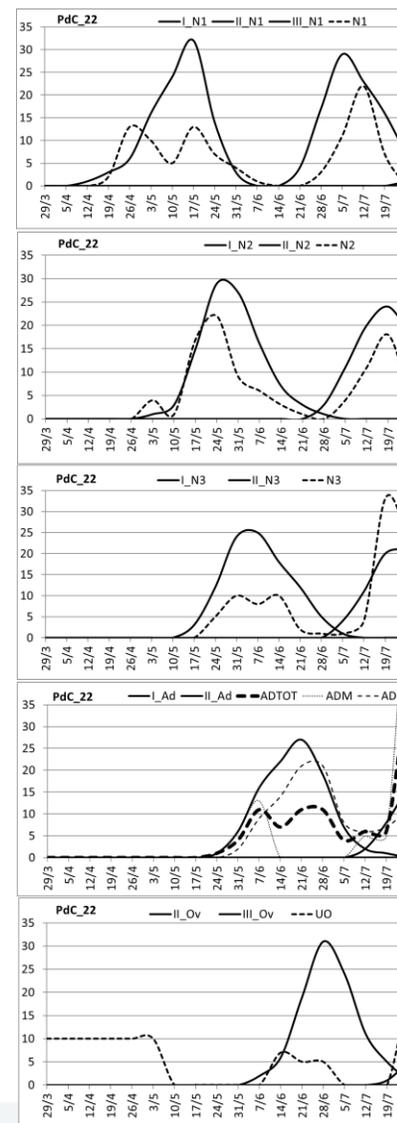
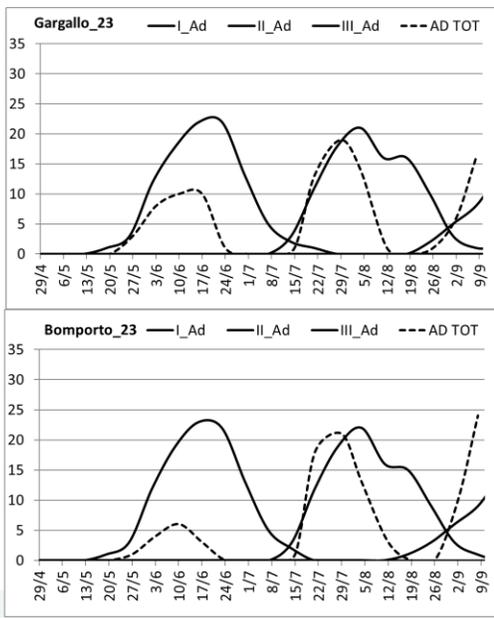
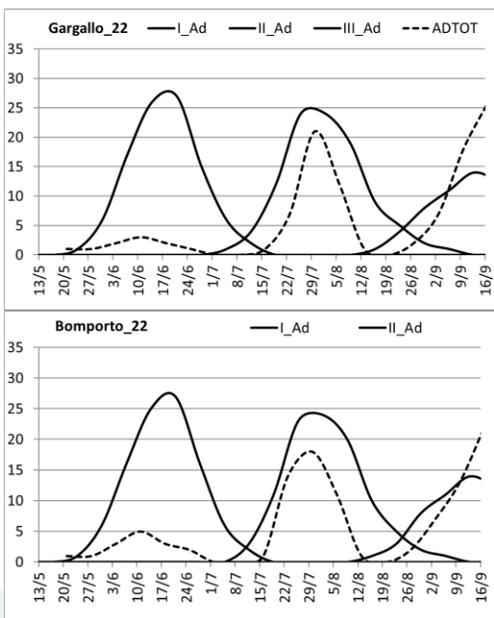


⇒ Il modello è stato calibrato tramite il confronto tra i dati di presenza di *P. comstocki* rilevati nella provincia di Ravenna (pescheto) e nella provincia di Modena (vigneto) per il biennio 2022-2023



RISULTATI

Risultati delle simulazioni (linee continue) e delle catture (linee tratteggiate) degli adulti di cocciniglie



CONCLUSIONI

Il COC-S è stato costruito utilizzando la teoria dei Modelli a Ritardo Variabile ed i parametri bioclimatici elaborati dalla letteratura per la specie *P. comstocki* mentre la sua calibrazione è avvenuta col confronto con i dati di presenza osservati in campo

- ⇒ Dal confronto è emersa una buona corrispondenza tra osservato e simulato, sia per la comparsa delle prime neanidi, sia per lo sviluppo degli stadi e delle generazioni successive
- ⇒ Le simulazioni risultano essere in linea con l'andamento della popolazione mista (*P. comstocki* e *P. ficus*) osservata nei vigneti nella provincia di Modena, un aspetto positivo per poter estendere con buona approssimazione l'applicazione del modello alle due specie di cocciniglie.



Considerazioni sui risultati di tutte le prove

... integrazione di sistemi ...



Considerazioni sui risultati di tutte le prove

