



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

DIPROVES

Area Difesa Sostenibile

Prof. Tito Caffi
tito.caffi@unicatt.it

Gestire la batteriosi: un modello previsionale per migliorare la difesa sostenibile del noce



Presenting: Dr. Irene Salotti

Cambiamento climatico – *Agricoltura che cambia*

Anomalia di temperatura media a 2m (°C) - primavera 2021



meteonetnetwork

Anomalia di temperatura media a 2m (°C) - primavera 2022



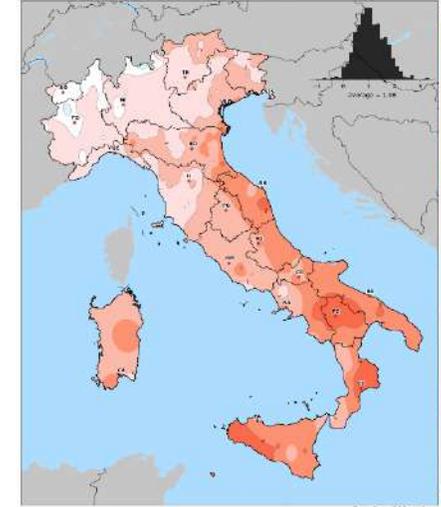
meteonetnetwork

2 meters temperature (daily average) anomaly (degC) 2023-03-01 to 2023-05-31



meteonetnetwork

2 meters temperature (daily average) anomaly (degC) 2024-03-01 to 2024-05-31



meteonetnetwork

primavera

Anomalia di precipi 2021



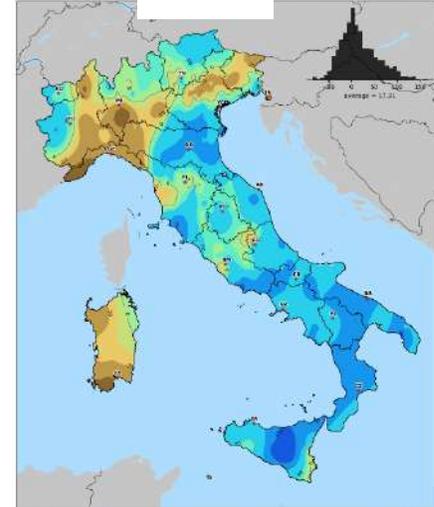
meteonetnetwork

Anomalia di precipi 2022



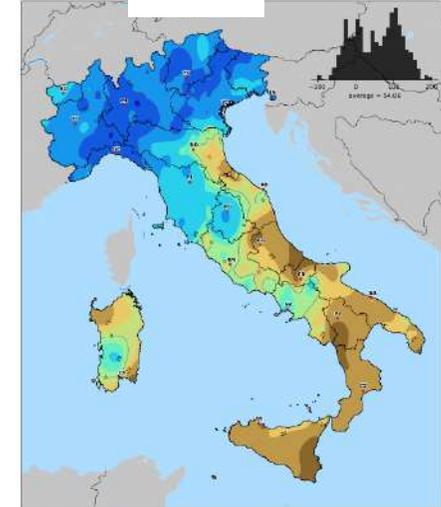
meteonetnetwork

Surface daily accumule 2023 (%) 2023-05-01 to 2023-05-31



meteonetnetwork

Surface daily accum 2024 sly (%) 2024-05-01 to 2024-05-31

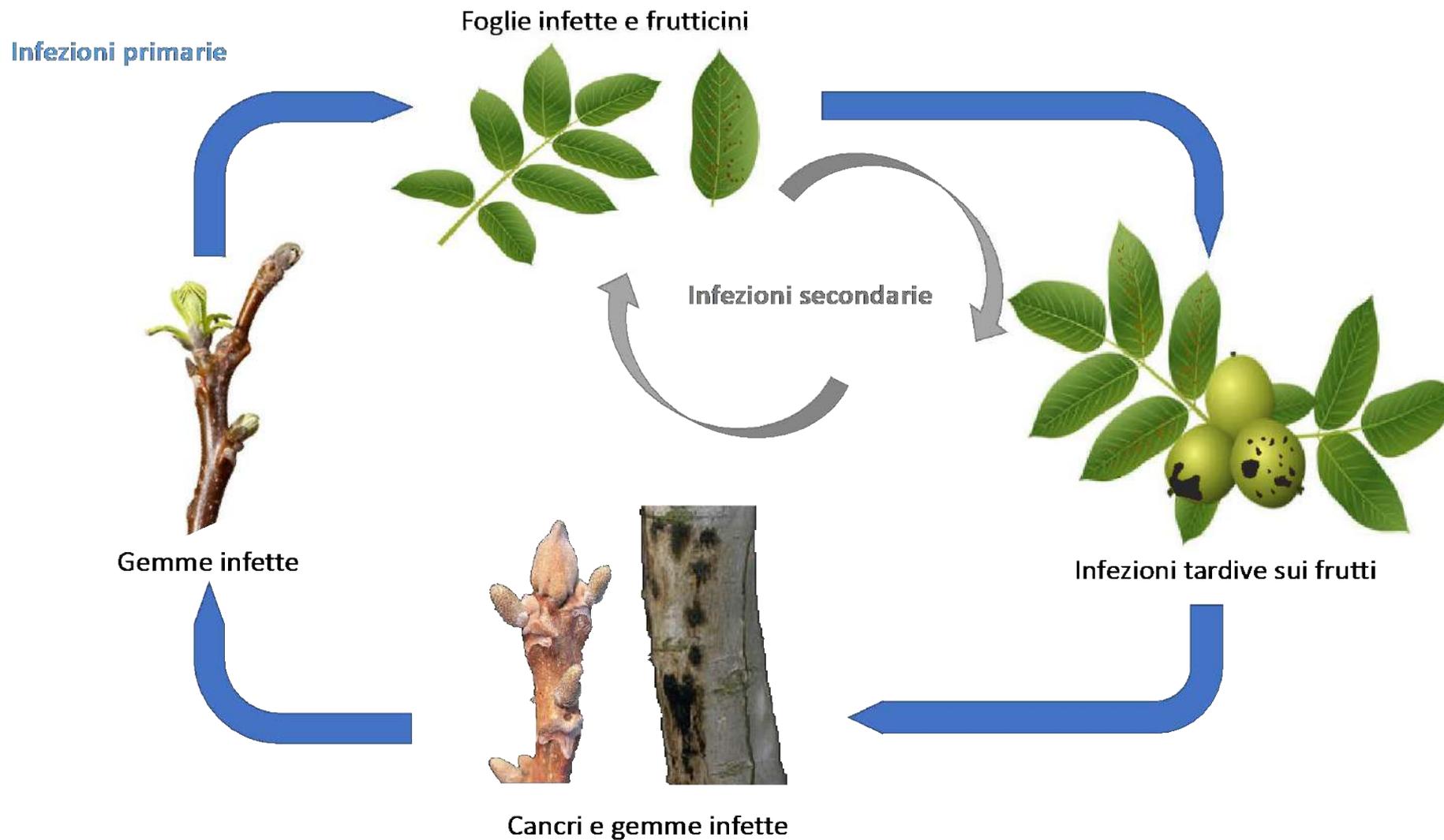


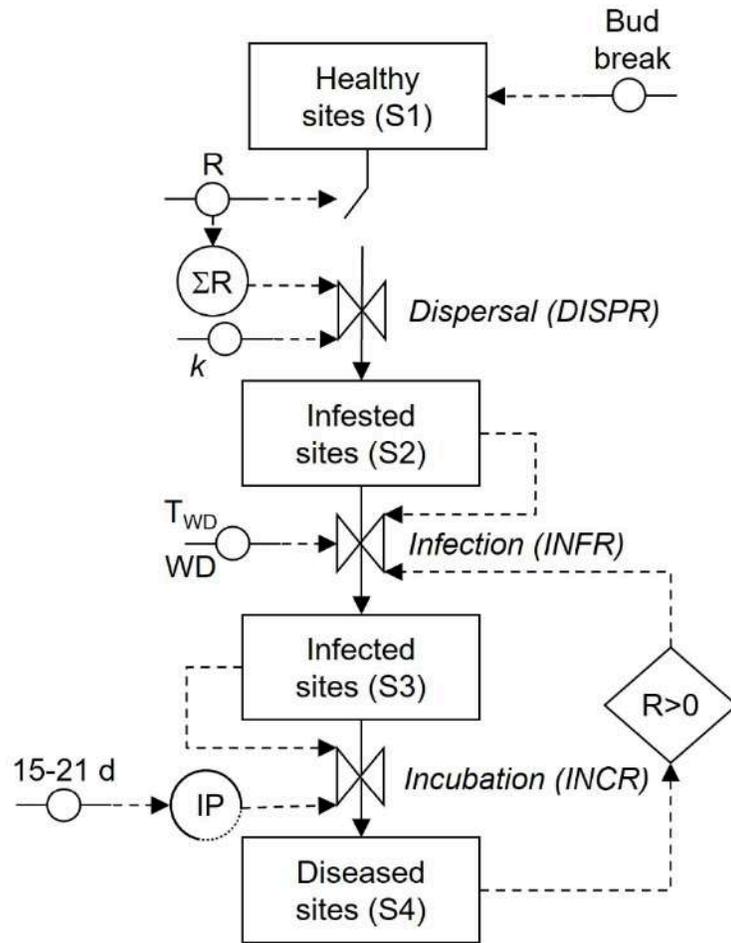
meteonetnetwork

La batteriosi del noce – *Xantomonas arboricola* pv. *juglandis*



La batteriosi del noce – *Il ciclo biologico*





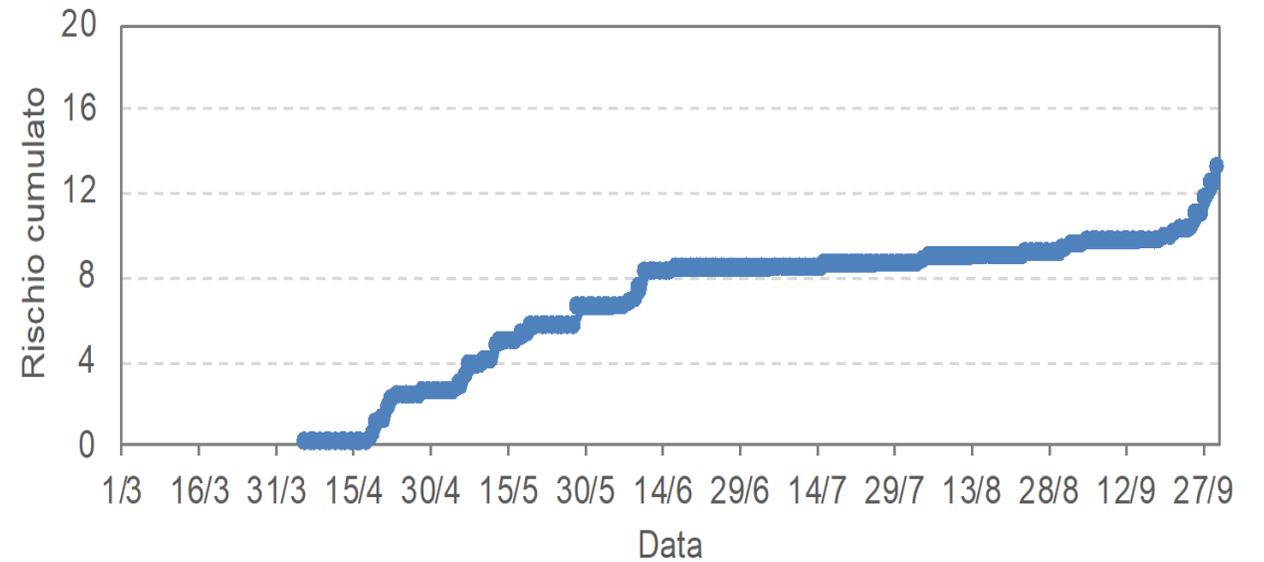
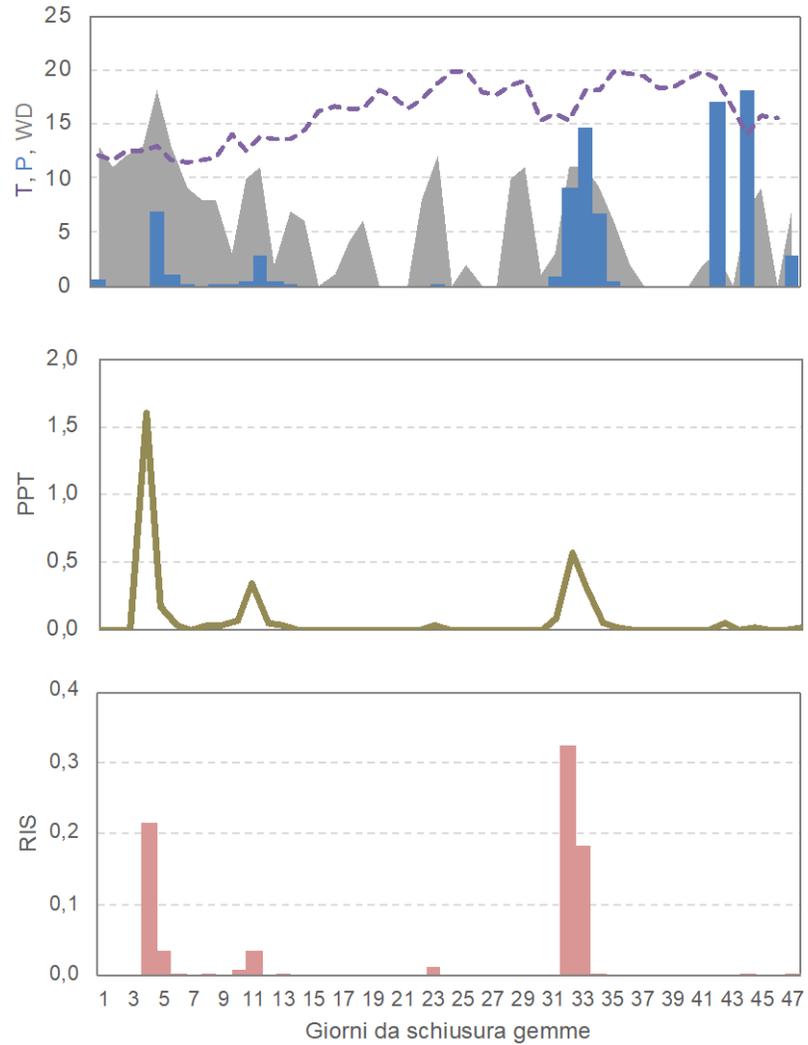
Il modello definisce il **livello d'infestazione potenziale del noceto** in base a una **stima delle gemme colonizzate** dal batterio.

A far data **dalla rottura delle gemme**, la popolazione batterica presente nelle gemme si trasferisce sulla vegetazione, in funzione delle piogge, dove può causare infezione, in relazione alla temperatura e alla durata della bagnatura delle superfici vegetali.

Al termine del periodo d'incubazione **le infezioni diventano visibili come lesioni su foglie e frutti**.

In condizioni idonee di temperatura **il batterio si moltiplica** nei tessuti vegetali e, per un certo periodo di tempo, **produce essudati** che, grazie alla dispersione operata dalle piogge, possono raggiungere nuovi tessuti vegetali.

La batteriosi del noce – *Il modello*



Batteriosi del noce – *La validazione*

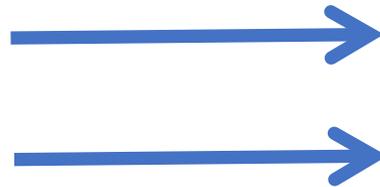


12 epidemie in CA, US (1994-2007)



9 epidemie in ER, IT (2019-21)
PSR Input-ARB

In **piante non trattate** sono state segnate 40 gemme prima della fioritura (**inizio aprile**) e settimanalmente (**fino a luglio**) è stata seguita l'evoluzione del germoglio



Scale per la gravità dei sintomi

FOGLIE

La foglia è considerata nel suo complesso, ossia composta da 5 foglioline

0: foglia sana

1: foglia con 1-2 macchie isolate

2: foglia con alcune (3-6) macchie isolate

3: foglia con varie (6-10) macchie isolate

4: foglia con molte macchie (>10) isolate o confluenti

5: foglia con foglioline ampiamente necrotiche

GERMOGLI

Il germoglio è considerato nella sua intera lunghezza

0: germoglio sano

1: germoglio con 1-2 macchie isolate

2: germoglio con alcune (3-6) macchie isolate

3: germoglio con varie (6-10) macchie isolate

4: germoglio con molte macchie (>10) isolate o confluenti

5: germoglio con ampie aree necrotiche

FRUTTI

0: frutto sano

1: frutto con 1-2 macchie isolate

2: frutto con alcune (3-6) macchie isolate

3: frutto con varie (6-10) macchie isolate

4: frutto con molte (>10) macchie isolate o confluenti

5: frutto con ampie aree necrotiche

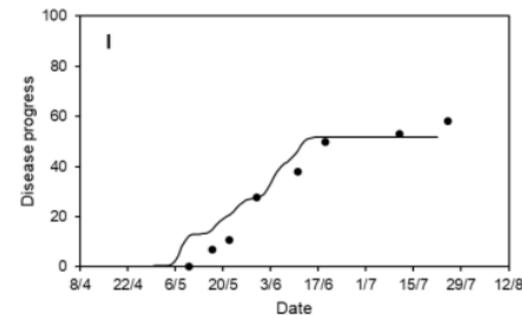
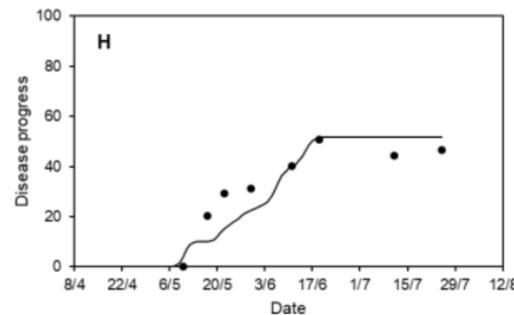
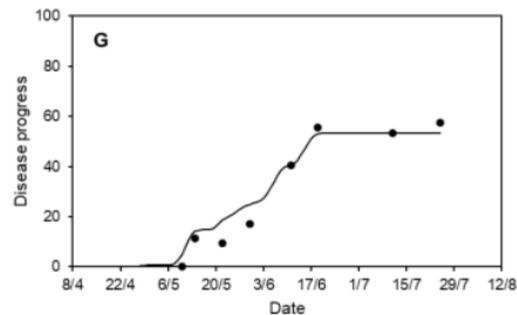
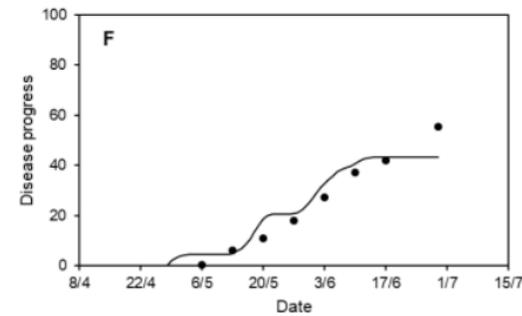
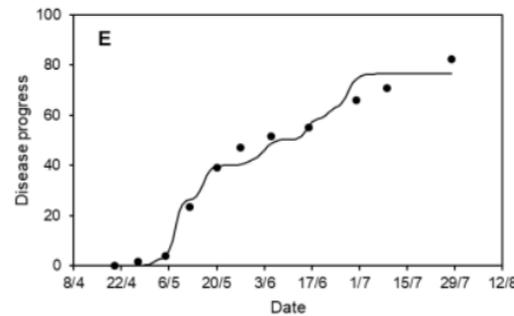
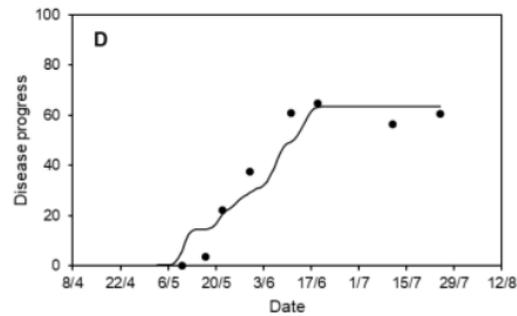
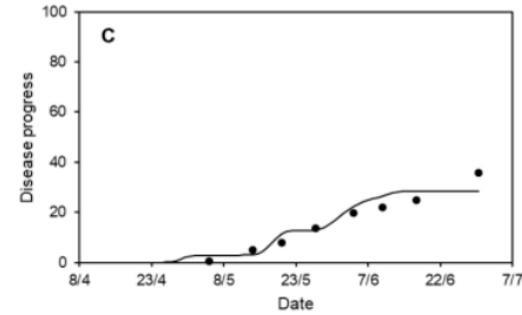
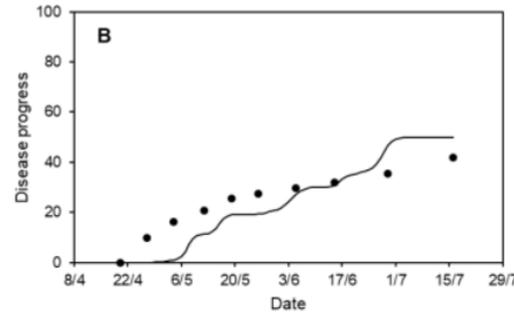
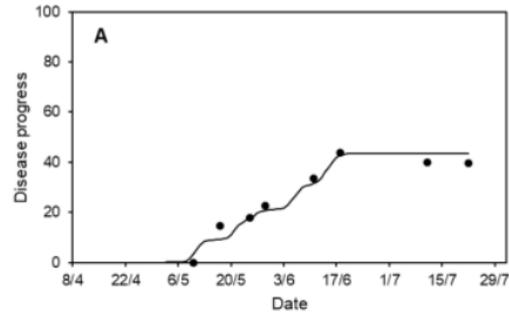
In ogni rilievo è stato indicato lo stadio fenologico della pianta considerando dapprima lo sviluppo della gemma, poi la fioritura, infine la lunghezza del germoglio e il diametro del frutto. In ogni rilievo è stata valutata la presenza di batteriosi (utilizzando classi di severità) sulle foglie, germogli e sui frutti (su questi ultimi è stata indicata anche l'eventuale cascola)



I dati meteo registrati dalle stazioni meteo (piogge, temperatura, umidità e bagnatura fogliare) sono stati utilizzati per ottenere le simulazioni del modello

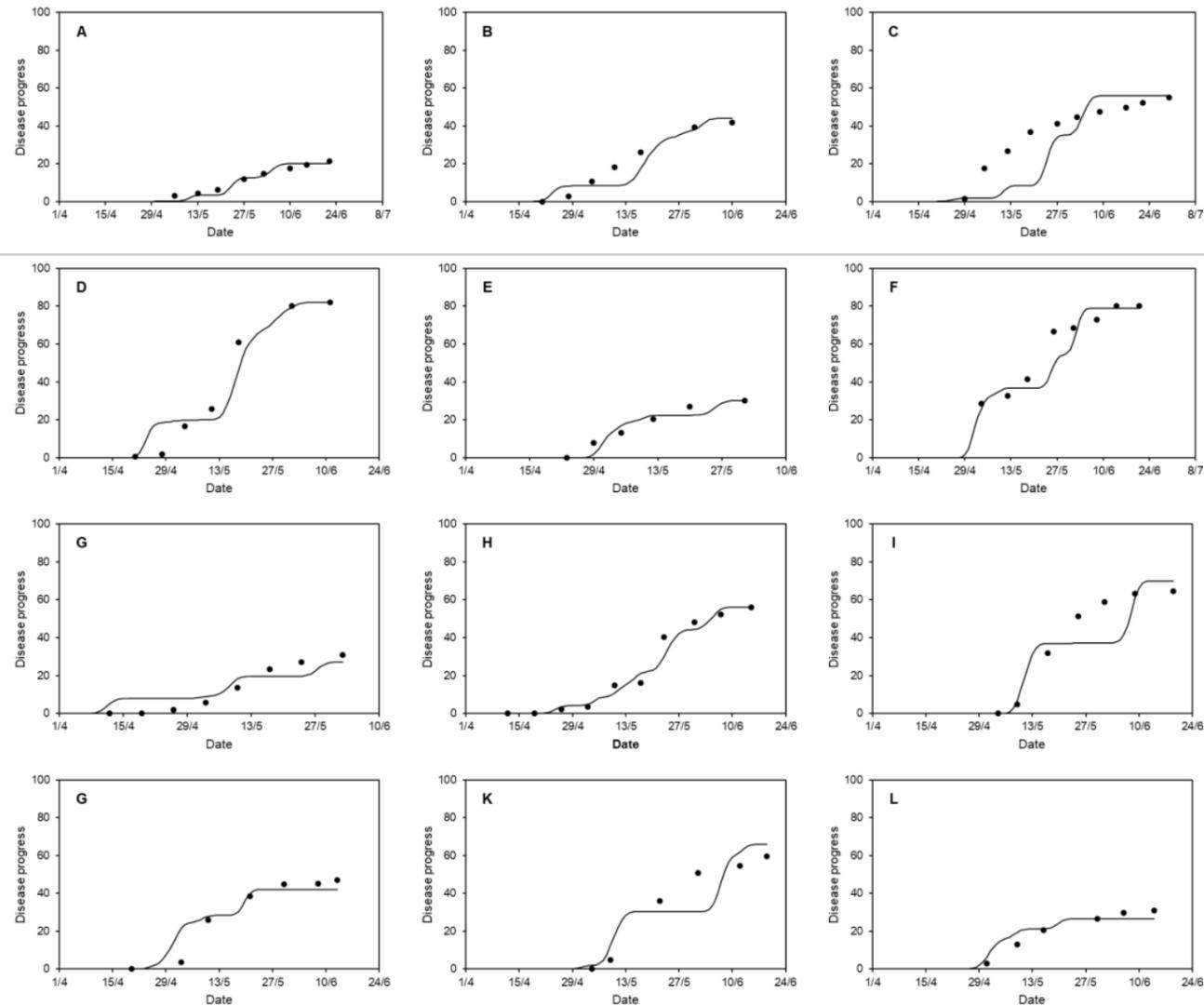
I dati di malattia raccolti sono stati messi in correlazione con quelli elaborati dal modello per la sua validazione

Batteriosi del noce – *I risultati*



9 epidemie in ER, IT
(2019-21)
PSR Input-ARB

Batteriosi del nocce – *I risultati*



12 epidemie in CA, US
(1994-2007)

Dataset		P (+) ^a	P (-) ^a	Total	Precision ^c	F1-score ^d	Prior probability	Posterior probability	
Leaf	O (+) ^b	62 TPP = 0.97	2 FNP = 0.03	64	0.838	0.899	P(O+) = 0.831	P(P+O+) = 0.838	P(P-O+) = 0.133
	O (-) ^b	12 FPP = 0.92	1 TNP = 0.08	13			P(O-) = 0.169	P(P+O-) = 0.162	P(P-O-) = 0.867
	Total	74	3	77					
Fruit	O (+)	67 TPP = 0.85	12 FNP = 0.15	79	0.893	0.870	P(O+) = 0.888	P(P+O+) = 0.893	P(P-O+) = 0.545
	O (-)	8 FPP = 0.80	2 TNP = 0.20	10			P(O-) = 0.112	P(P+O-) = 0.107	P(P-O-) = 0.455
	Total	75	14	89					
Overall	O (+)	129 TPP = 0.90	14 FNP = 0.10	143	0.866	0.884	P(O+) = 0.861	P(P+O+) = 0.866	P(P-O+) = 0.378
	O (-)	20 FPP = 0.87	3 TNP = 0.13	23			P(O-) = 0.139	P(P+O-) = 0.136	P(P-O-) = 0.622
	Total	149	17	166					

^a P+ and P- denote cases in which the model predicted or did not predict infection, respectively; TPP = true positive proportion, or sensitivity; FNP = false negative proportion; FPP = false positive proportion; TNP = true negative proportion, or specificity.

^b O+ and O- denote cases in which the disease symptoms originated by *Xaj* infection were or were not observed in the orchard, respectively.

^c Precision = TP/(TP + FP).

^d F1-score = (2 × Precision × Recall)/(Precision + Recall), where Recall = TP/(TP + FN).

- ✓ Il clima sta cambiando (anzi, è già cambiato): **la stagione è più lunga con germogliamenti sempre più precoci**
- ✓ La variabilità meteorologica richiede **interventi mirati e tempestivi** (sin dall'inizio della stagione)
- ✓ **I modelli epidemiologici** ci aiutano a **interpretare questi cambiamenti** e soprattutto **il loro effetto sulle malattie**

- ✓ Gli obiettivi dell'agricoltura sostenibile e le normative europee ci chiedono (e continueranno a farlo) **una riduzione dell'impiego di fungicidi**
- ✓ Questo non comporta necessariamente una ridotta efficacia, **ma servono interventi precisi**
- ✓ I **modelli epidemiologici** ci permettono di **definire meglio le tempistiche di intervento** per una difesa efficace **anche in situazioni complesse**



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

DIPROVES

Area Difesa Sostenibile

Grazie per l'attenzione!