



Bologna, 13 Febbraio 2025

# Direzioni di sviluppo della modellistica nella gestione dei parassiti delle colture

Gianni Gilioli, Andrea De Francesco

Università degli Studi di Brescia  
Agrofood Research Hub



# Stato dell'arte



# Stato dell'arte delle regioni italiane: Da portali

Modelli utilizzati dalle Regioni → 26 parassiti individuati

- *Agriotes brevis*
- *Agriotes litigiosus*
- *Agriotes sordidus*
- *Agriotes ustulatus*
- *Agrotis ipsilon*
- *Agrotis segetum*
- *Anarsia lineatella*
- *Aonidiella aurantii*
- *Argyrotaenia pulchellana*
- *Bactrocera oleae*
- *Cacopsylla pyri*
- *Cydia funebrana*
- *Cydia molesta*
- *Cydia pomonella*
- *Diabrotica virgifera*
- *Dociostaurus maroccanus*
- *Dysaphis plantaginea*
- *Eupoecilia ambiguella*
- *Halyomorpha halys*
- *Hoplocampa testudinea*
- *Leptinotarsa decemlineata*
- *Lobesia botrana*
- *Ostrinia nubilalis*
- *Pandemis cerasana*
- *Scaphoideus titanus*
- *Thrips meridionalis*



# Stato dell'arte delle Regioni italiane: Interviste

Regione/parassita	<i>Agriotes brevis</i>	<i>Agriotes litigiosus</i>	<i>Agriotes sordidus</i>	<i>Agriotes ustulatus</i>	<i>Agrotis ipsilon</i>	<i>Agrotis segetum</i>	<i>Anarsia lineatella</i>	<i>Aonidiella aurantii</i>	<i>Argyrotaenia pulchellana</i>	<i>Bactrocer oleae</i>	<i>Cacopsylla pyri</i>	<i>Cydia funebrana</i>	<i>Cydia molesta</i>	<i>Cydia pomonella</i>	<i>Diabrotica virgifera</i>	<i>Dociostaurus maroccanus</i>	<i>Dysaphis plantaginea</i>	<i>Eupoecilia ambiguella</i>	<i>Halyomorpha halys</i>	<i>Hoplocampa testudinea</i>	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	<i>Lobesia botrana</i>	<i>Ostrinia nubilalis</i>	<i>Pandemis cerasana</i>	<i>Scaphoideus titanus</i>	<i>Thrips meridionalis</i>	
Abruzzo																											
Alto Adige																											
Basilicata																											
Calabria																											
Campania																											
Emilia Romagna																											
Friuli Venezia Giulia																											
Lazio																											
Liguria																											
Lombardia																											
Marche																											
Molise																											
Piemonte																											
Puglia																											
Sardegna																											
Sicilia																											
Toscana																											
Trentino																											
Umbria																											
Valle d'Aosta																											
Veneto																											



# Stato dell'arte del settore privato: Da portale



- |  |  |  |   |  |   |
|--|--|--|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prays citri</b></li> <li>• <i>Diabrotica virgifera virgifera</i></li> <li>• <i>Ostrinia nubilalis</i></li> <li>• <i>Halyomorpha halys</i></li> <li>• <b>Planococcus citri</b></li> <li>• <i>Cydia pomonella</i></li> <li>• <i>Cydia molesta</i></li> <li>• <b>Cryptoblabes gnidiella</b></li> <li>• <b>Frankliniella occidentalis</b></li> <li>• <b>Drosophila suzukii</b></li> <li>• <i>Bactrocera oleae</i></li> <li>• <b>Prays oleae</b></li> <li>• <b>Euzophera pinguis</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Phtorimaea operculella</b></li> <li>• Elateridi</li> <li>• <b>Tuta absoluta</b></li> <li>• <b>Ceratitis capitata</b></li> <li>• <i>Aonidiella aurantii</i> (in arrivo)</li> <li>• <i>Helicoverpa armigera</i></li> <li>• <i>Eupoecilia ambiguella</i></li> <li>• <i>Lobesia botrana</i></li> <li>• <i>Scaphoideus titanus</i></li> <li>• <b>Planococcus ficus</b></li> <li>• <b>Empoasca spp.</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Planococcus ficus</b></li> <li>• <b>Palpita vitralis</b> (in arrivo?)</li> <li>• <i>Bactrocera oleae</i></li> <li>• <i>Helicoverpa armigera</i></li> <li>• <i>Lobesia botrana</i></li> <li>• <i>Scaphoideus titanus</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bactrocera oleae</i></li> <li>• <i>Lobesia botrana</i></li> <li>• <i>Helicoverpa armigera</i></li> <li>• <i>Diabrotica virgifera</i></li> <li>• <i>Ostrinia nubilalis</i></li> <li>• <i>Agrotis ipsilon</i></li> <li>• <b>Tuta absoluta</b></li> <li>• <b>Ceratitis capitata</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lobesia botrana</i></li> <li>• <i>Argyrotaenia pulchellana</i></li> <li>• <i>Cydia pomonella</i></li> <li>• <i>Cydia molesta</i></li> <li>• <i>Helicoverpa armigera</i></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tripidi del ciliegio</li> <li>• Euilia</li> <li>• <i>Ostrinia nubilalis</i></li> <li>• Afidi del melo</li> <li>• <i>Cydia pomonella</i></li> <li>• <i>Bactrocera oleae</i></li> <li>• <i>Cydia funebrana</i> (tignoletta del pesco?)</li> <li>• <i>Helicoverpa armigera</i></li> <li>• <i>Lobesia botrana</i></li> </ul> |
|--|--|--|---|--|---|





# Nove direzioni di sviluppo/sfide



# Direzioni di sviluppo: 1 - Realismo

## Descrizione del ciclo di vita

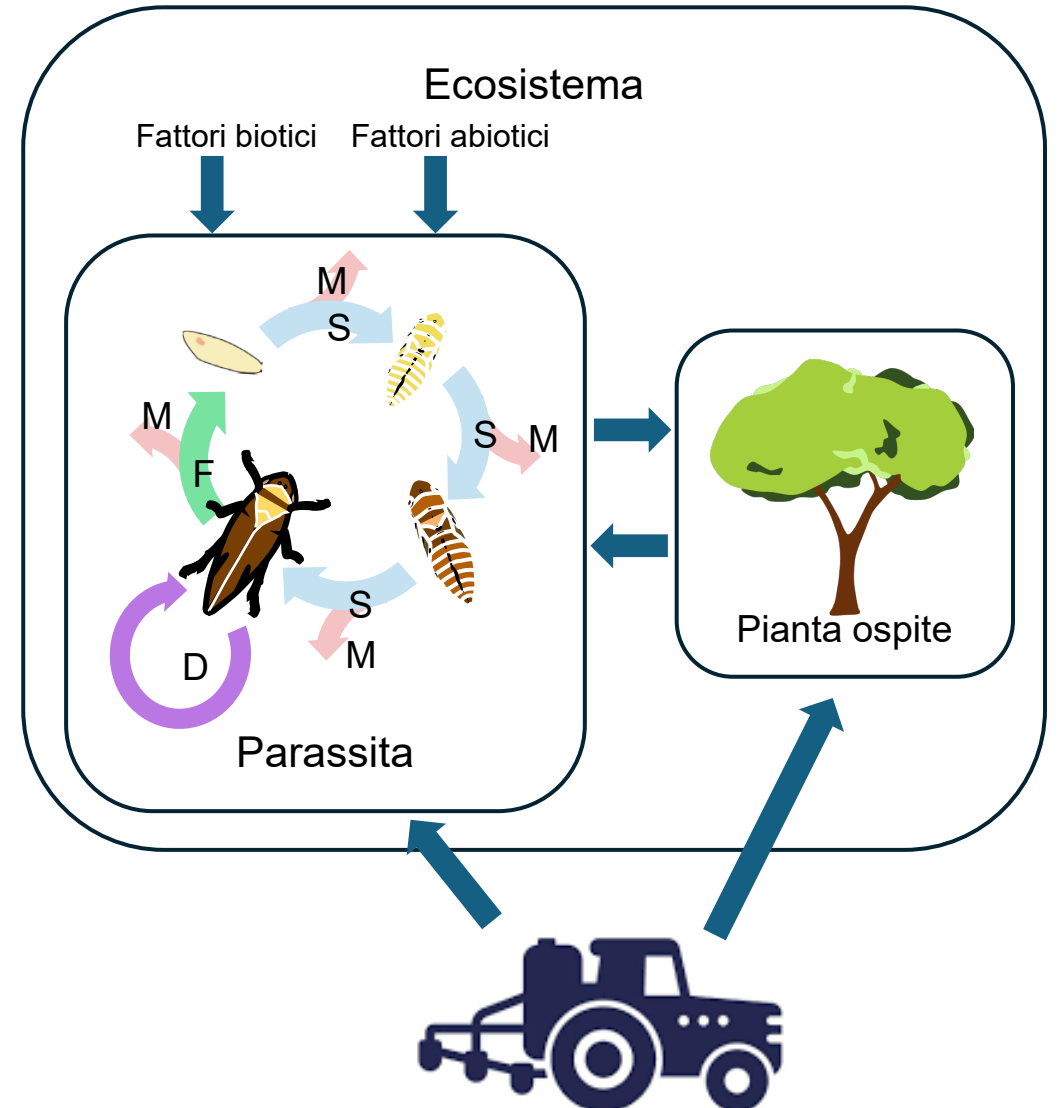
- Struttura del ciclo (stadi, diapausa, etc.)
- Determinismo multiplo (temperatura, umidità, stadio fenologico pianta ospite, etc.)
- Condizioni iniziali

## Ruolo delle interazioni biotiche

- Interazione pianta-parassita
- Ruolo dei fattori biotici

## Ruolo della gestione

- Modellazione degli effetti



# Direzioni di sviluppo: 2 - Meccanicismo/empirismo

## Tradizionale dicotomia

- Modelli meccanicistici (process-based)
- Modelli empirici (o data-driven)

## Nuovi sviluppi

- Ruolo machine learning nei modelli data-driven
- Modelli misti

Table 1. Main characteristics of empiric and mechanistic models.

Characteristic	Mechanistic Models	Empiric Models
Data requirements	Data on biological response to external drivers are needed	Wide and representative field data are required for developing the model
Knowledge on the organism to be modelled	Detailed knowledge on biological processes is required	A specific knowledge on the pest is not needed
Explanatory ability	Seek for a mechanistic exploration of biological processes	Do not provide an explanation of the biological mechanisms underlying a process
Predictive ability	Prediction is possible in a wide range of agricultural contexts	No prediction is possible outside the range of input data (extrapolation) and under different agricultural contexts



# Direzioni di sviluppo: 3 - Oltre la fenologia

Output modelli fenologici

Curve di emergenza

Posizionamento dei monitoraggi

Posizionamento dei trattamenti

Fenologia

Posizionamento dei monitoraggi

Posizionamento dei trattamenti

Abbondanza

Superamento delle soglie di danno



# Direzioni di sviluppo: 4 - Framework teorico

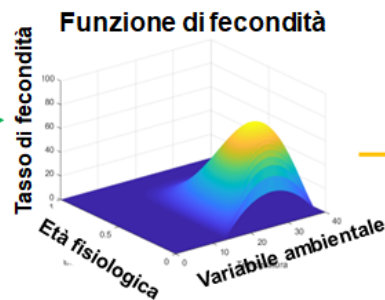
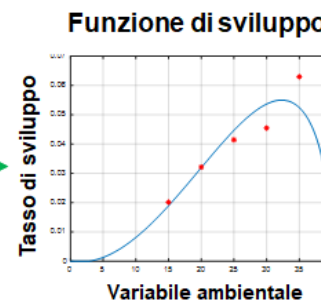
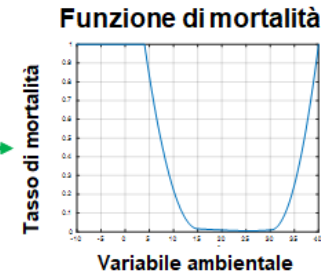
## Due questioni fondamentali

- Difficoltà a dare un pieno fondamento teorico ai processi
- Esistono teorie e framework più promettenti di altri

Forzanti  
ambientali

Interazioni  
ecologiche

Gestione  
agronomica



$$\frac{\partial \phi^i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[ v^i(t) \phi^i - \sigma^i \frac{\partial \phi^i}{\partial x} \right] + m^i(t) \phi^i = 0, \quad t > 0, x \in (0,1),$$

$$\left[ v^i(t) \phi^i(t, x) - \sigma^i \frac{\partial \phi^i}{\partial x} \right]_{x=0} = F^i(t),$$

$$\left[ -\sigma^i \frac{\partial \phi^i}{\partial x} \right]_{x=1} = 0,$$

$$\phi^i(0, x) = \hat{\phi}^i(x), \quad F^1(t) = \int_0^1 g(t) h(x) \phi^4(t, x) dx$$

# Direzioni di sviluppo: 5 - Parametrizzazione

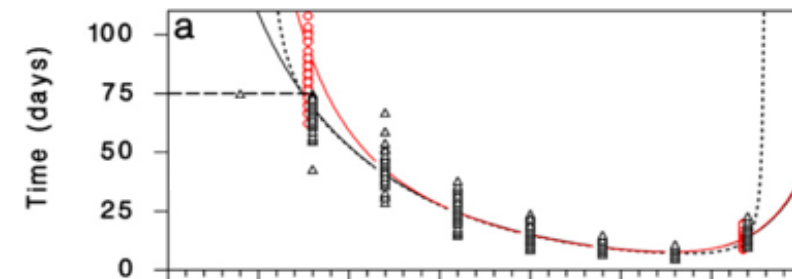
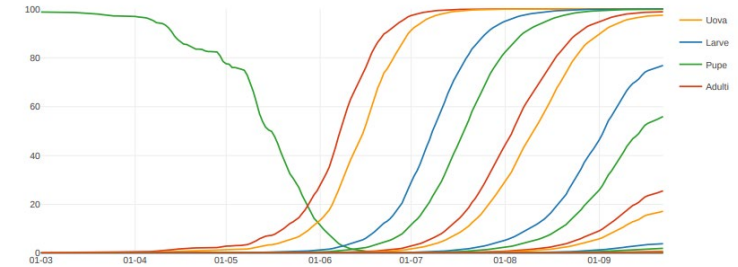
## Parametrizzazione e validazione

- Bottom-up (sperimentali)
  - Coordinare gli sforzi sperimentali
- Top-down (da dinamiche di popolazione)
  - Standardizzare i protocolli
  - Basi statistiche solide

## Aggiornamento

- Pochi modelli sono aggiornati
- Standardizzazione delle procedure di aggiornamento

Dati vs modelli: chi ha «ragione»?

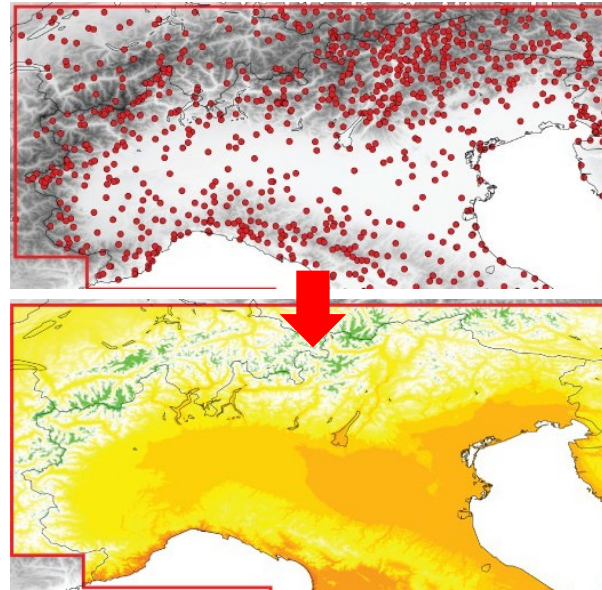


# Direzioni di sviluppo: 6 - Spazialità

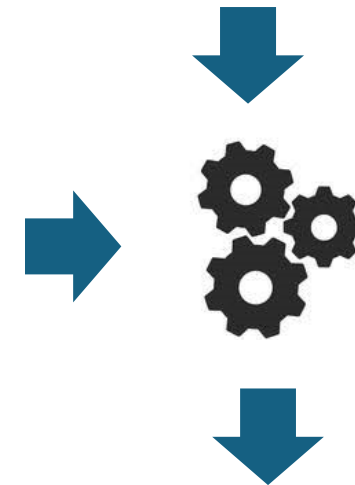
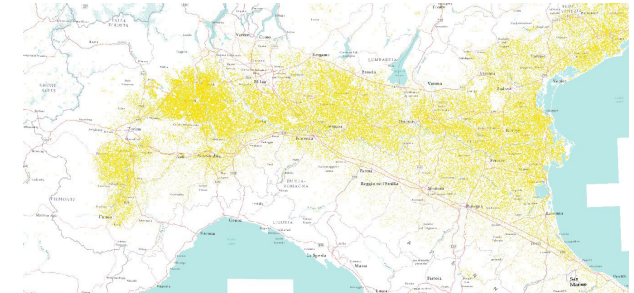
## Spazializzazione

- Input
  - Dati meteo
  - Dati suolo
  - Distribuzione piante ospiti
- Output
  - Dinamiche di popolazione
  - Mappe di rischio

Dati meteo



Distribuzione piante ospiti

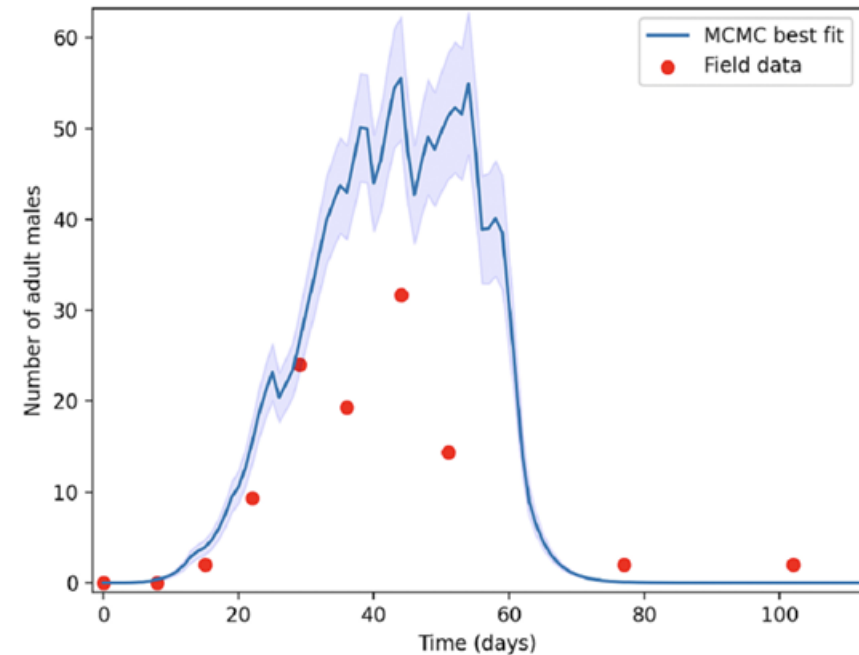
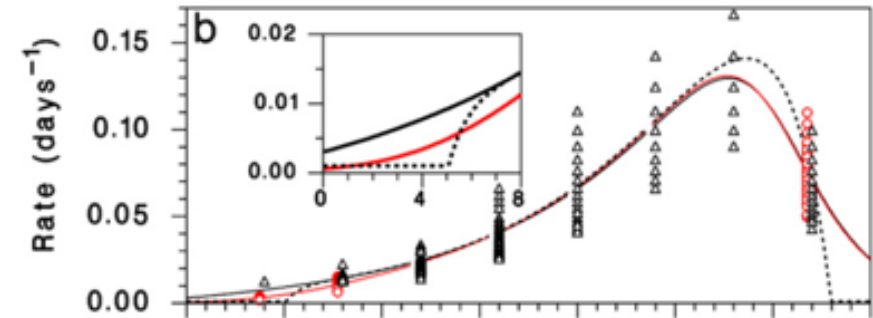


# Direzioni di sviluppo: 7 - Incertezza

## Trattamento dell'incertezza

- Sui parametri
- Sulle funzioni
- Sull'intero modello

## Implicazioni output sui processi decisionali



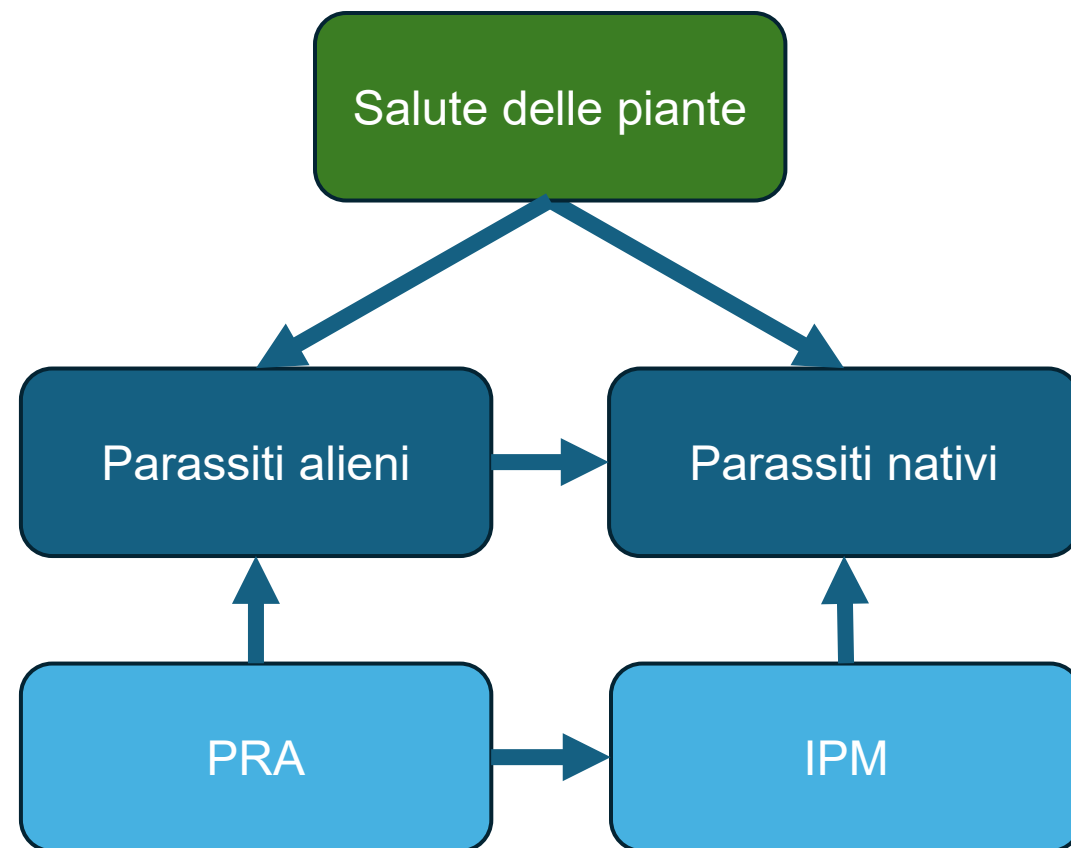
## Direzioni di sviluppo: 8 - Dominio

La salute delle piante passa dalla valutazione di tutti i tipi di parassiti

- Non solo parassiti nativi
  - IPM – Integrated Pest Management
- Anche parassiti alieni
  - PRA – Pest Risk Assessment

Progressiva transizione di status

- Da PRA ---> a IPM



# Direzioni di sviluppo: 9 - Scala

## Considerazione aspetti di scala

- Processo
  - Spaziali
  - Temporali
- Decisione
  - Operazionali
  - Tattiche
  - Strategiche
  - Policy





Note conclusive





## Note conclusive: **XX**

---

- Il panorama della modellistica in Italia
  - Numero limitato di parassiti modellati
  - Poca innovazione
  - Strumenti spesso «vecchi» di unica derivazione
- Contributo della ricerca
  - Limitato
  - Scarsa adesione ai bisogni
- Attenzione delle istituzioni
  - Scarsa attenzione
  - Difficoltà a coordinare gli sforzi
- Problema della integrazione con i DSS





Bologna, 13 Febbraio 2025

*Grazie per l'attenzione!*

Gianni Gilioli, Andrea De Francesco

Università degli Studi di Brescia