



# Sviluppo di uno strumento per l'analisi e la gestione del rischio da *Spodoptera frugiperda*

Gilioli G., Sperandio G., Simonetto A.

Università degli Studi di Brescia  
gianni.gilioli@unibs.it



# Obiettivo: rispondere a queste 5 domande



Q1: Può stabilirsi in Europa?

Q2: Se sì, dove e con che abbondanza?

Q3: Quali sono le dinamiche di popolazione che ci attendiamo?

Q4: Può dare origine a popolazioni transienti?

Q5: Le popolazioni transienti costituiscono un rischio effettivo?

Mathematical Biosciences 335 (2021) 108573

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

 **Mathematical Biosciences** 

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/mbs](http://www.elsevier.com/locate/mbs)

---

Original Research Article

**A nonlinear model for stage-structured population dynamics with nonlocal density-dependent regulation: An application to the fall armyworm moth** 

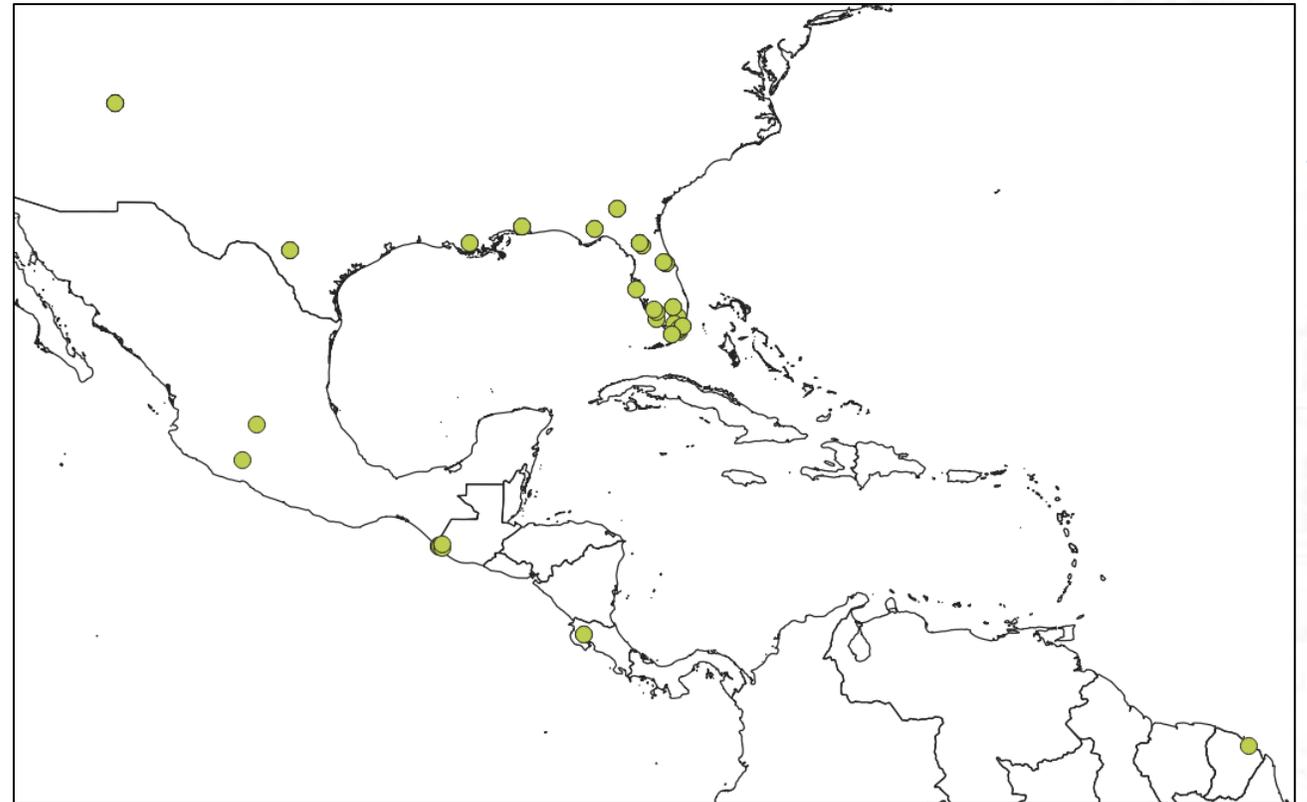
Gianni Gilioli <sup>a</sup>, Pierluigi Colli <sup>b</sup>, Michele Colturato <sup>b,\*</sup>, Paola Gervasio <sup>c</sup>, Giorgio Sperandio <sup>a</sup>

<sup>a</sup> DMMT, Università degli Studi di Brescia, viale Europa, 11, 25121 Brescia, Italy  
<sup>b</sup> Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Pavia, via Ferrata 5, 27100 Pavia, Italy  
<sup>c</sup> DICATAM, Università degli Studi di Brescia, via Branze 38, 25123 Brescia, Italy

# Dati: origine



- Indagine sulla presenza e sulla dinamica di *S. frugiperda* in Centro- e Nord-America
- Pattern della dinamica di popolazione in località dove la specie è insediata e in località dove la specie è transiente
- Selezione di dataset di dinamica di popolazione per la stima dei parametri del modello



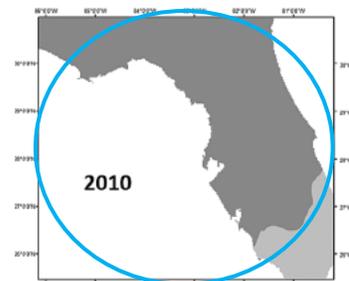
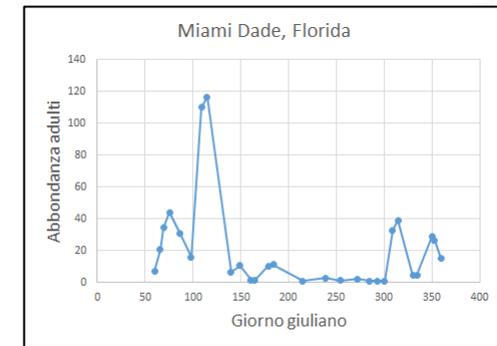
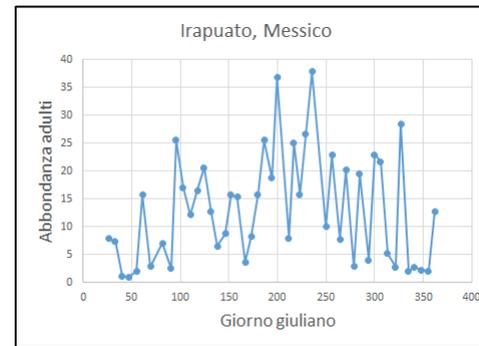
# Dati: variabilità e incertezza



## Sorgenti di incertezza

- Numero di generazioni
- Abbondanza massima di popolazione
- Fattori di controllo biotico esogeno
- Fattori di controllo densità dipendente
- Limite dell'establishment della specie

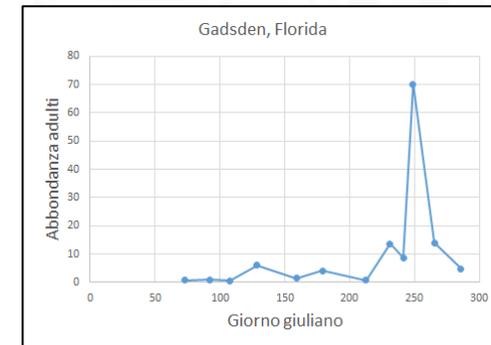
## Diversità nei pattern della dinamica



Stagione estremamente fredda



Stagione estremamente calda



Fonte: Garcia et al., 2018. *Journal of Economic Entomology*

# Modello: regolazione temperature-dipendente



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

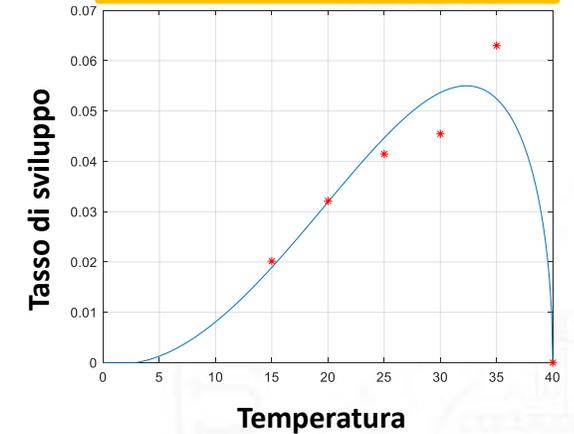
$$\left[ v^i(t) \phi^i(t, x) - \sigma^i \frac{\partial \phi^i}{\partial x} \right]_{x=0} = F^i(t),$$

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

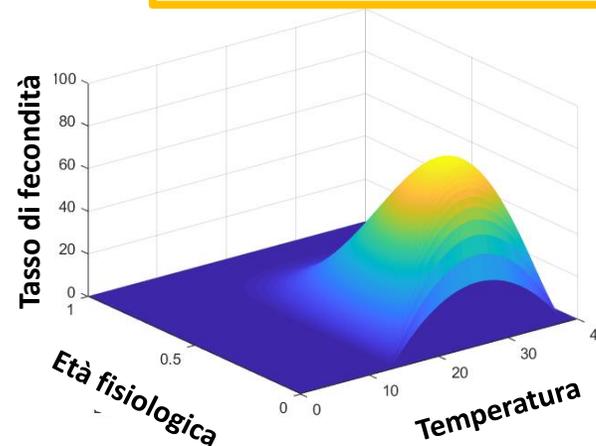
$$\phi^i(0, x) = \hat{\phi}^i(x),$$

$$F^1(t) = \int_0^1 g(t) h(x) \phi^4(t, x) dx$$

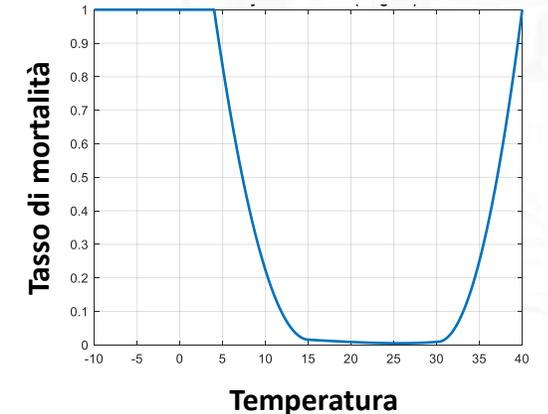
**Funzione di sviluppo**



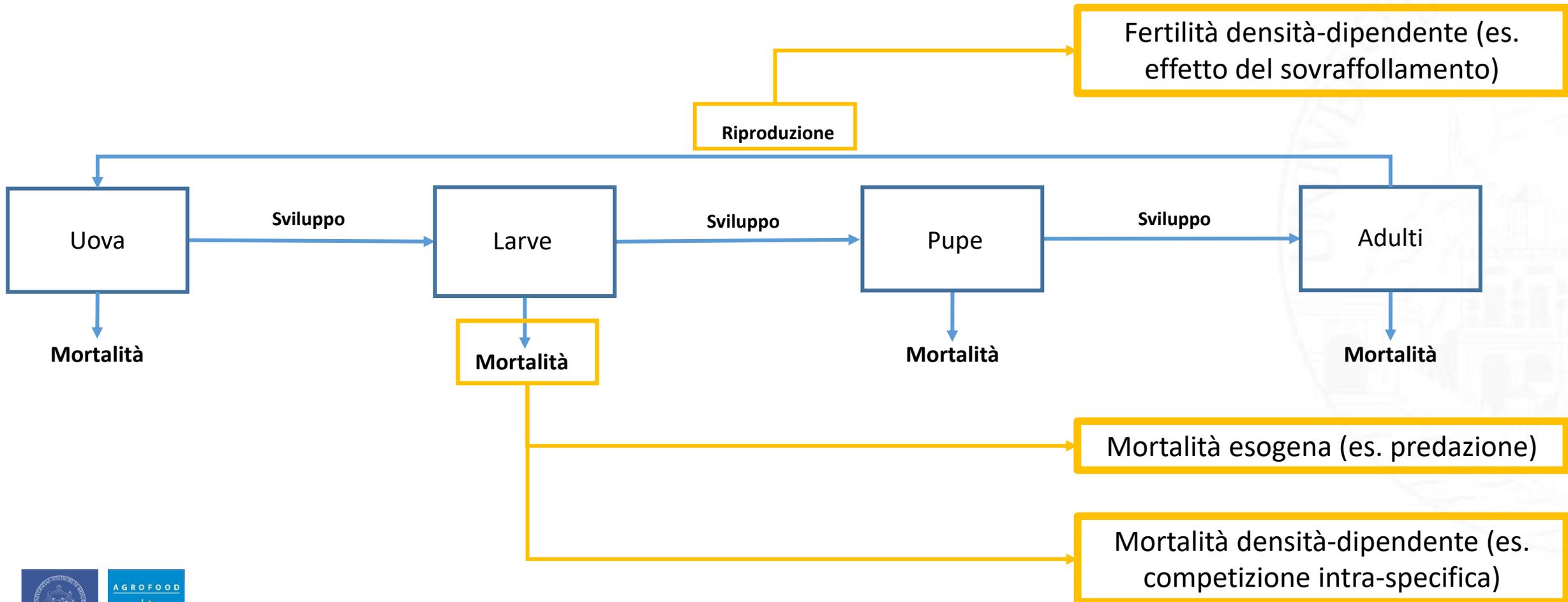
**Funzione di fecondità**



**Funzione di mortalità**



# Modello: regolazione biotica



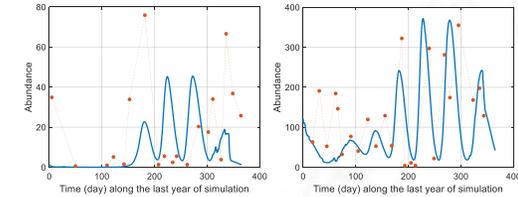
# Modello: stima incertezza



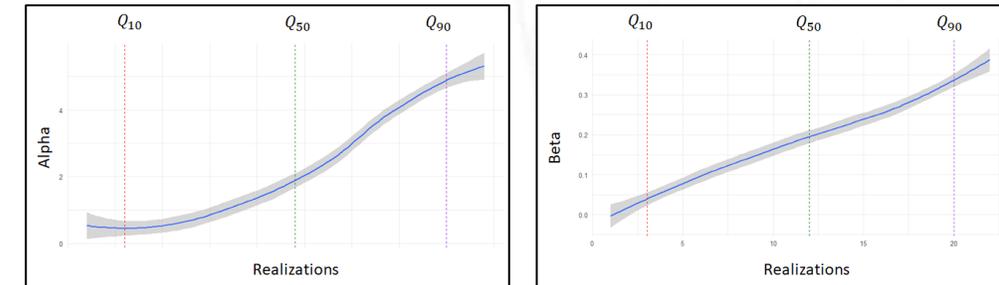
## Stima dell'incertezza dei parametri:

- Processo di calibrazione su 65 località/dinamiche
- Stima dei parametri che forniscono il best fitting locale
  - Mortalità densità-dipendenti larve
  - Mortalità esogena larvale
  - Fecondità densità dipendente
- Definizione di 3 classi di abbondanza (bassa, media, alta)
- Stima delle distribuzioni di incertezza dei parametri all'interno di ogni classe di abbondanza

## Calibrazioni locali



## Esplorazione distribuzioni di incertezza



## Definizione degli scenari

# Modello: disegno delle simulazioni



## Stima della distribuzione e dell'abbondanza in Europa

- Implementazione sull'intera Europa
  - 27 scenari
    - 3 classi di abbondanza
    - 9 combinazioni di quantili per i parametri  $\alpha, \beta$

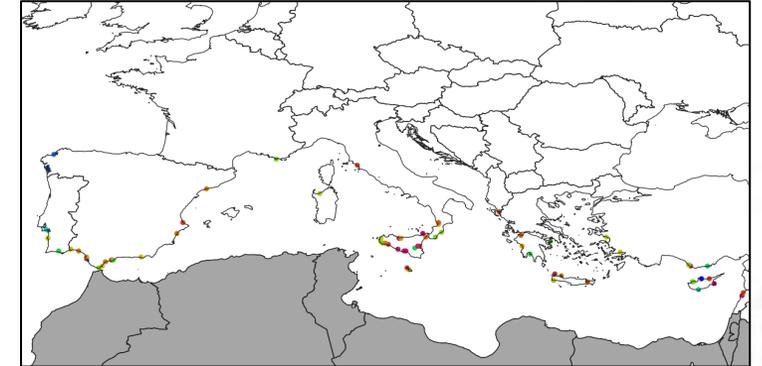
## Simulazione delle popolazioni transienti

- Dinamica di popolazione locale in 5 località significative
  - 27 scenari
    - 3 classi di abbondanza
    - 9 combinazioni di quantili per i parametri  $\alpha, \beta$ 
      - Dinamica sulla base di inoculi effettuati ad inizio aprile, inizio giugno e inizio Agosto

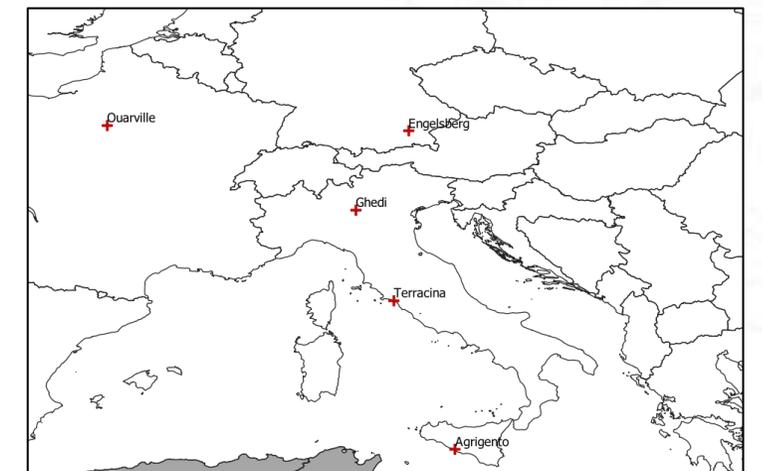
## Dataset climatico

- Estratto dal Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX) e basato su Regional Climate Model (RCM) nel dominio Europeo (Jacob et al. 2014)

## Implementazione su grigliato su tutta l'Europa



## Implementazione locale

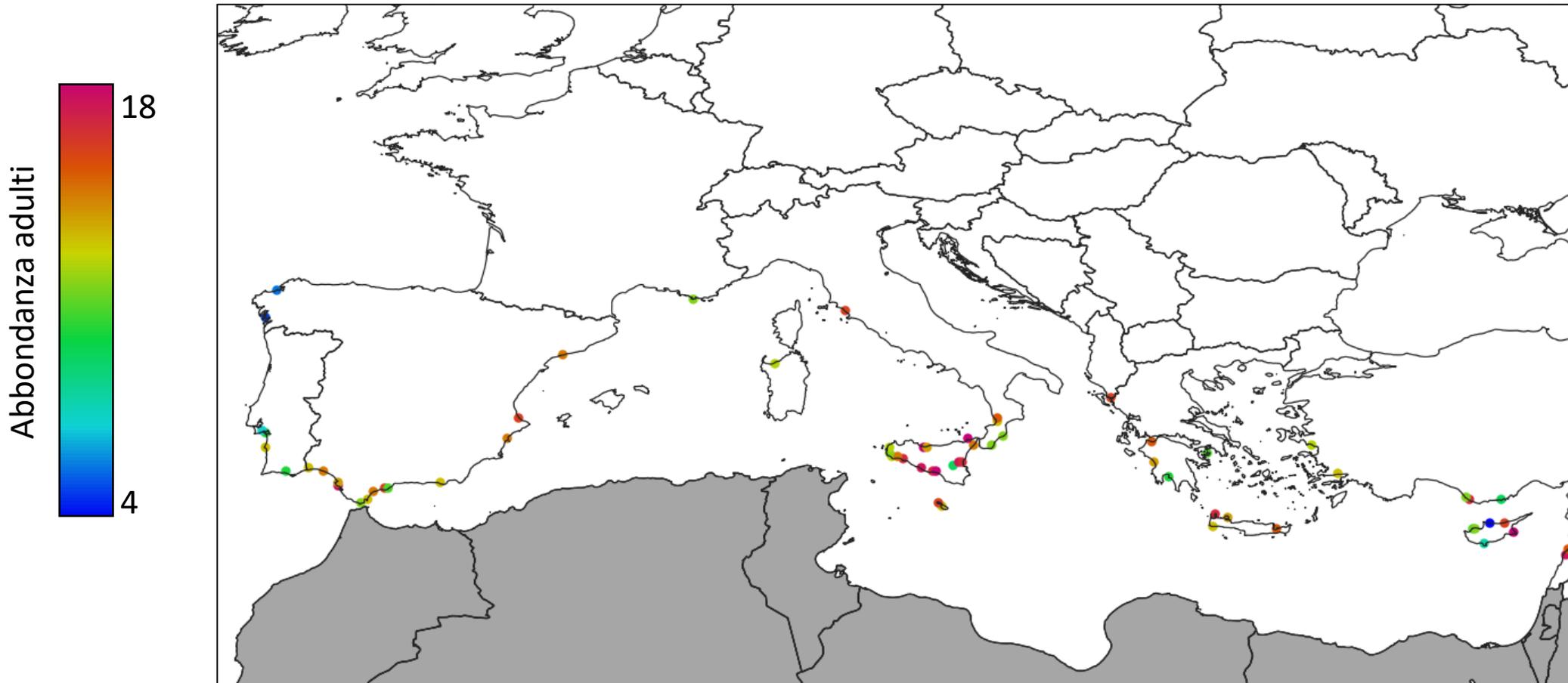


# Risultati: distribuzione potenziale



**Stima della distribuzione e dell'abbondanza su grigliato per l'intera Europa**

Scenario: classe abbondanza 2; quantili 50-50

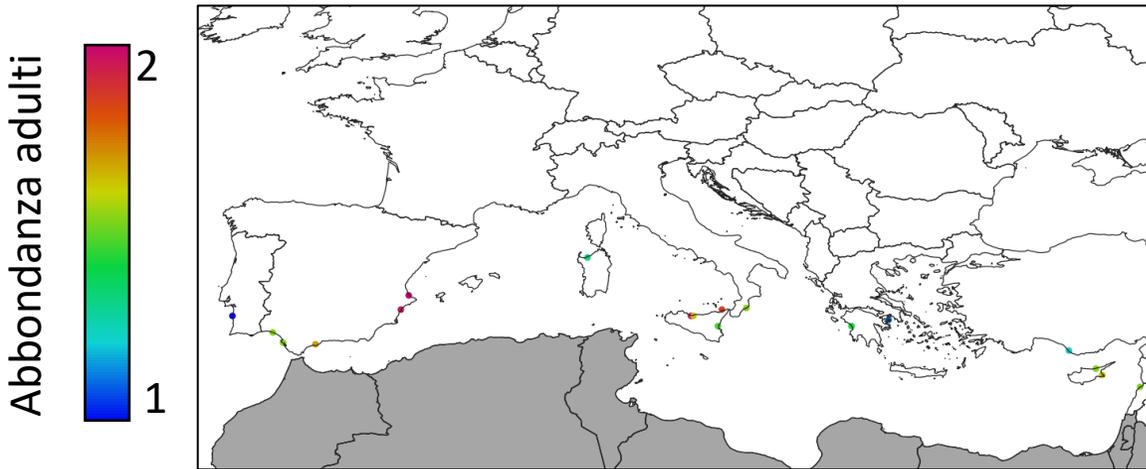


# Risultati: distribuzione potenziale

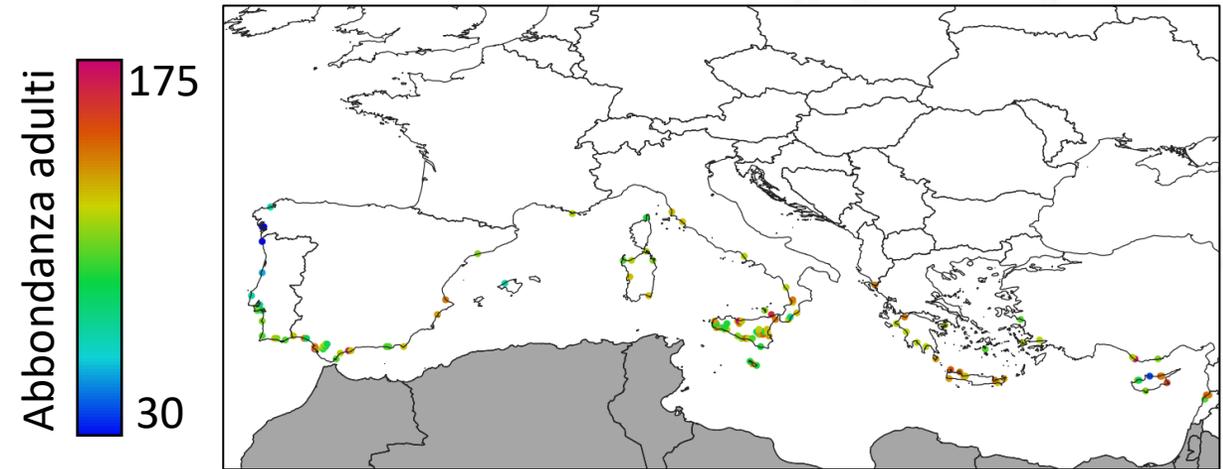


## Stima della distribuzione e dell'abbondanza su grigliato Europeo

**Best-case scenario: classe abbondanza 1**  
quantili 90-90



**Worst-case scenario: classe abbondanza 3**  
quantili 10-10

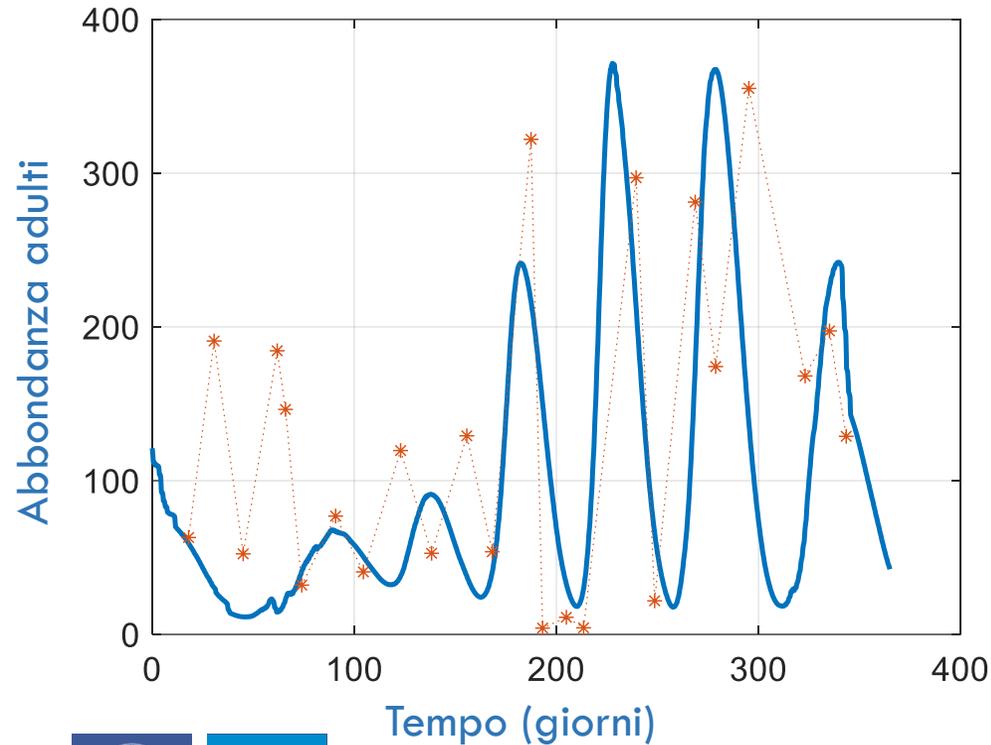


# Risultati: dinamica di popolazione

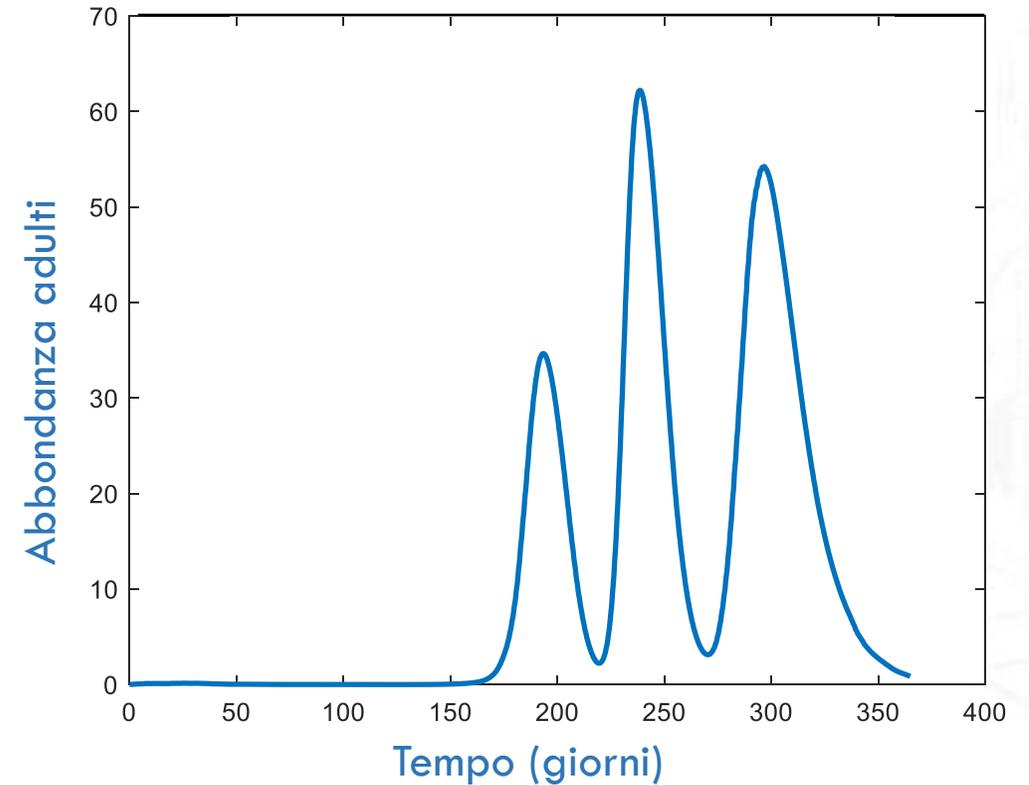


## Pattern di dinamica di popolazione locale

### Palm Beach (Florida): specie insediata



### Agrigento (Italia): specie non presente



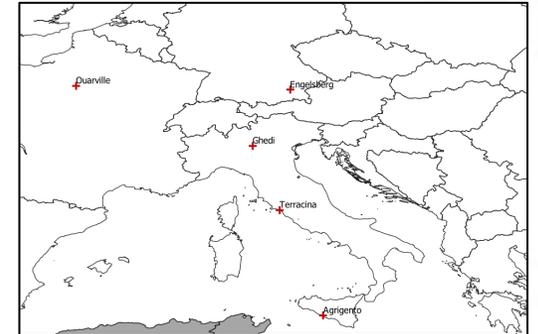
# Risultati: popolazioni transienti



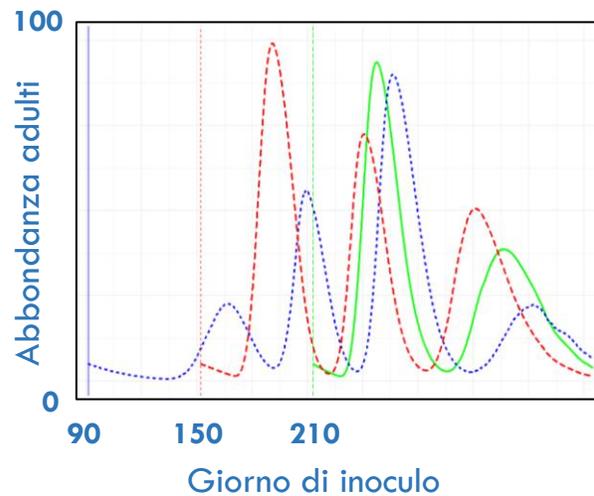
## Popolazioni transienti: il ruolo del clima locale

Giorno di primo inoculo

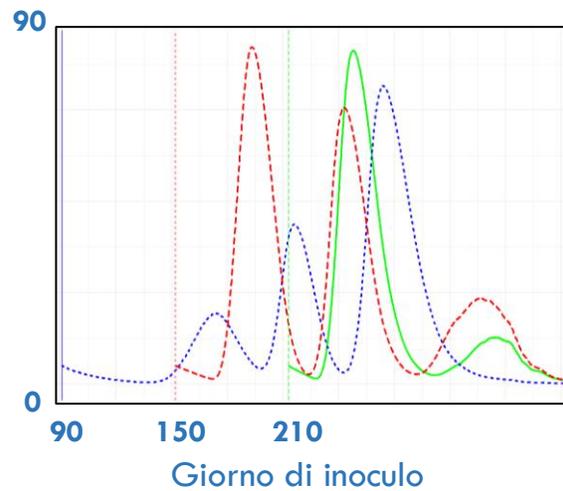
- 1 aprile
- 1 giugno
- 1 agosto



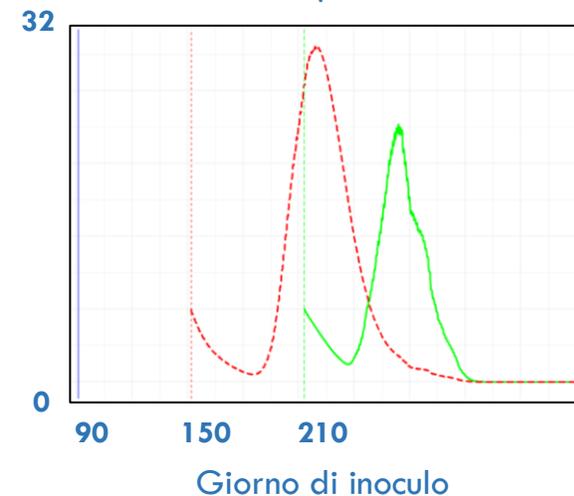
Agrigento classe 2, Q50-50



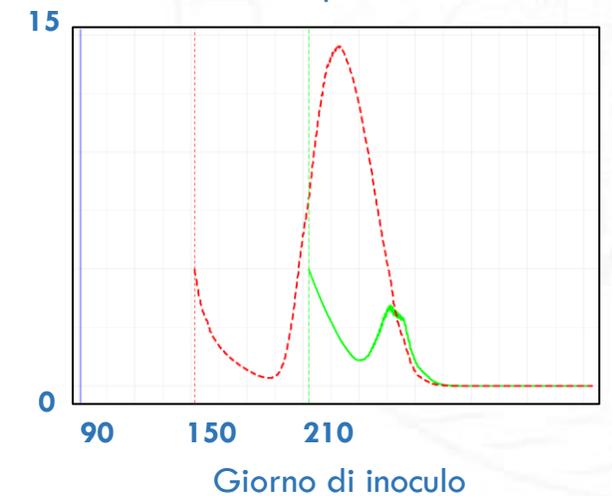
Terracina classe 2, Q50-50



Ouarville (Francia)  
classe 2, Q50-50



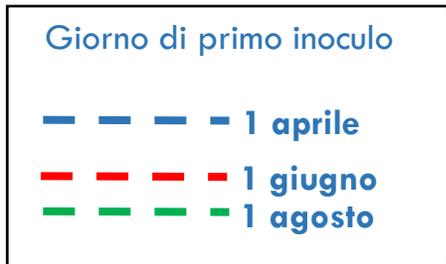
Engelsberg (Germania)  
classe 2, Q50-50



# Risultati : popolazioni transienti

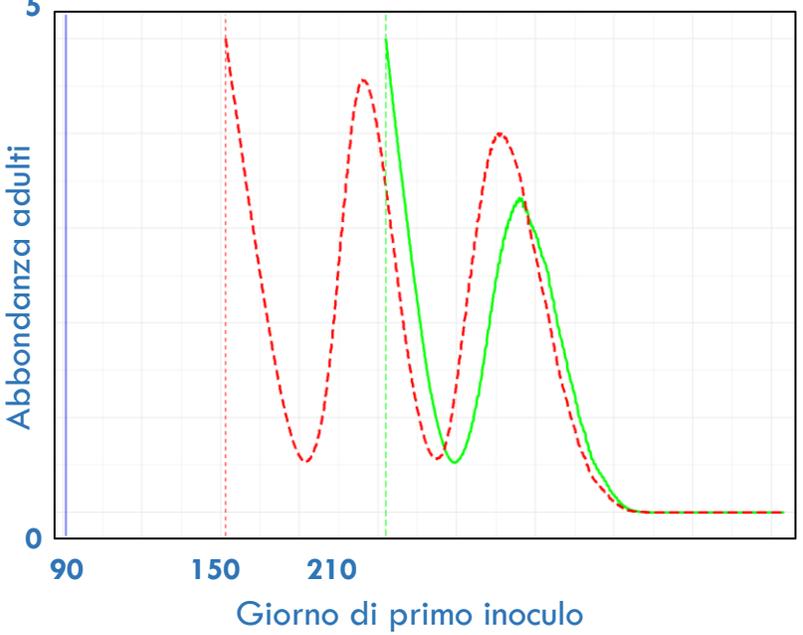


## Popolazioni transienti: il ruolo dell'incertezza



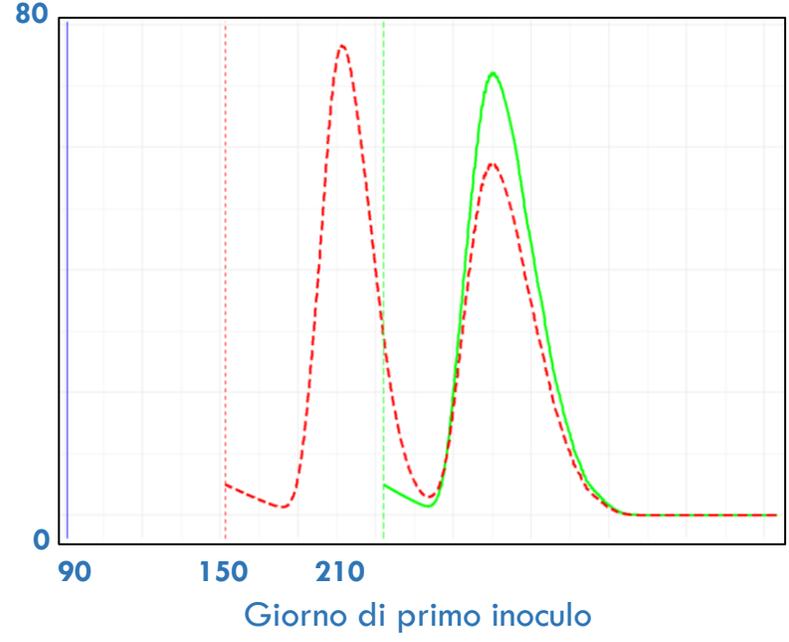
### Best-case scenario

Ghedi classe 1, Q90-90



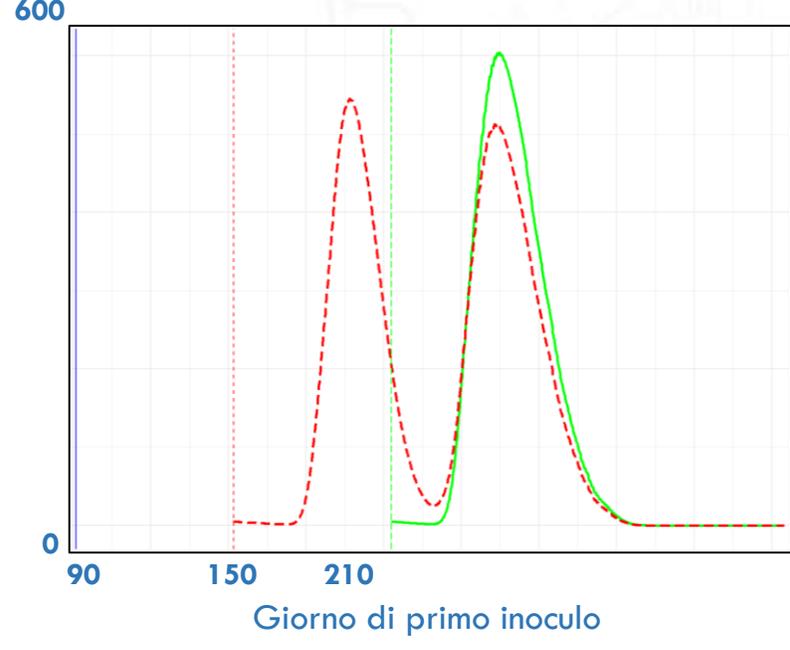
### Median-case scenario

Ghedi classe 2, Q50-50



### Worst-case scenario

Ghedi classe 3, Q10-10



# Conclusioni: le risposte alle 5 domande



## Q1: Può stabilirsi in Europa?

- I risultati del modello mostrano che le condizioni climatiche del sud Europa sono idonee all'insediamento della specie

## Q2: Se sì, dove e con che abbondanza?

- Le aree costiere del sud Europa sono le più idonee all'insediamento della specie
- Nello scenario peggiore, anche alcune località dell'entroterra del sud della Spagna e dell'Italia sono a rischio insediamento
- In base agli scenari investigati, nelle aree Europee idonee all'insediamento si possono raggiungere abbondanze medie annuali che variano dalle poche unità fino ad abbondanze maggiori di 150 adulti/trappola/settimana

# Conclusioni: le risposte alle 5 domande



## Q3: Quali sono le dinamiche di popolazione che ci attendiamo?

- Nelle aree dove la specie può stabilirsi ci si aspettano diverse generazioni (fino a 3-4), con picchi di popolazione nella stagione estiva e riduzione dell'abbondanza di popolazione durante il periodo autunnale e invernale

## Q4: La specie può dare origine a popolazioni transienti?

- I risultati del modello mostrano che la specie è potenzialmente in grado di dare origine a popolazioni transienti nelle 5 località investigate (quindi anche nell'Europa centrale)

## Q5: Le popolazioni transienti costituiscono un rischio effettivo?

- I risultati del modello mostrano, sulla base dei diversi inoculi e scenari testati, che le popolazioni transienti possono raggiungere abbondanze tali da rappresentare un rischio effettivo per le colture presenti

# Conclusioni: potenzialità di utilizzo del modello



Il modello può essere utilizzato come strumento per la gestione della specie

## A supporto del risk management

- Per la guida alla surveillance: dove focalizzare i monitoraggi
- Per lo sviluppo di piani di prevenzione
- Scenari di risposta: valutare possibilità di controllo e prevenire la diffusione della specie

## A support dell'Integrated Pest Management (IPM) delle popolazioni locali

- Pianificazione degli interventi di monitoraggio e di controllo delle popolazioni locali
- Guidare la gestione delle popolazioni transienti



*Grazie per l'attenzione!*

Gilioli G., Sperandio G., Simonetto A.

Università degli Studi di Brescia  
gianni.gilioli@unibs.it

