



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?


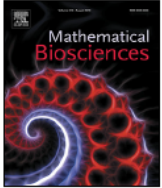
Q3: Quali sono le dinamiche di popolazione che ci attendiamo?

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

Original Research Article

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

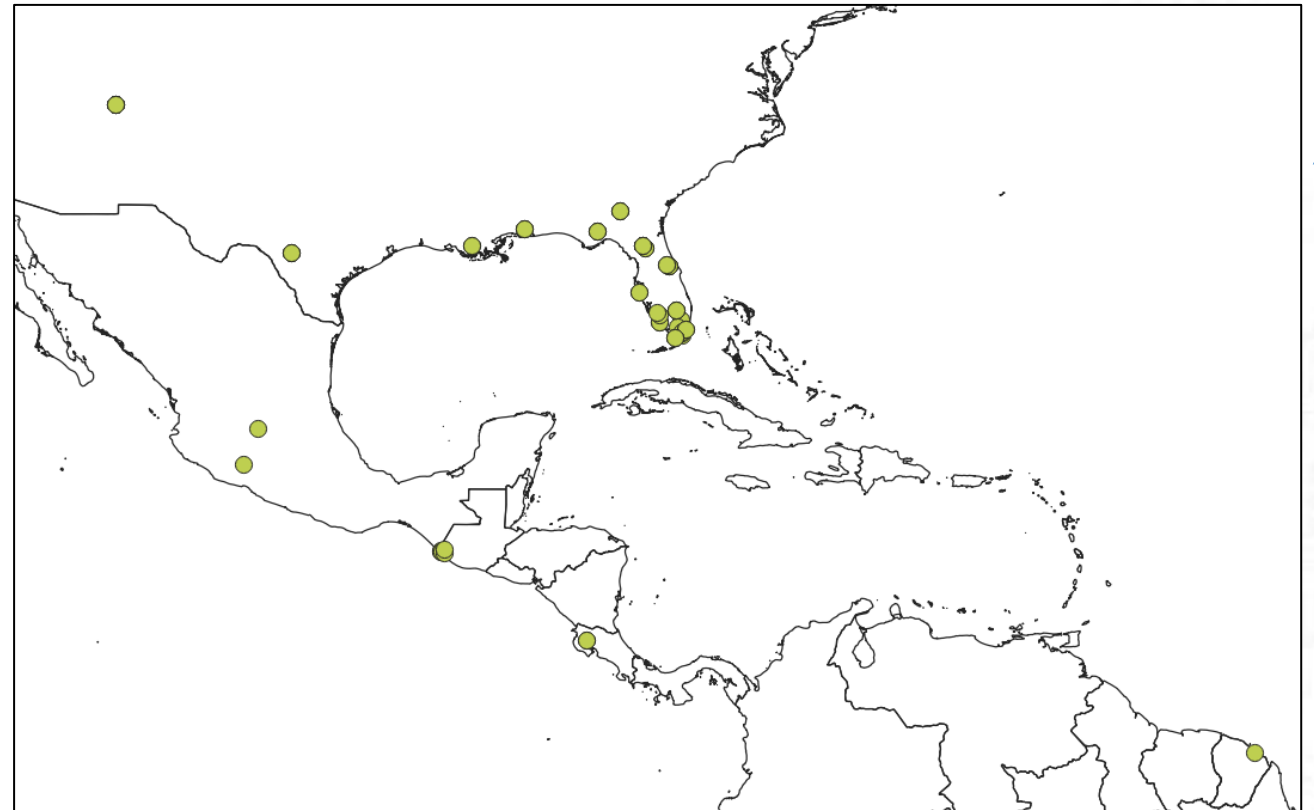
Gianni Gilioli ^a, Pierluigi Colli ^b, Michele Colturato ^{b,*}, Paola Gervasio ^c, Giorgio Sperandio ^a

^a DMMT, Università degli Studi di Brescia, viale Europa, 11, 25121 Brescia, Italy
^b Dipartimento di Matematica, Università degli Studi di Pavia, via Ferrata 5, 27100 Pavia, Italy
^c 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



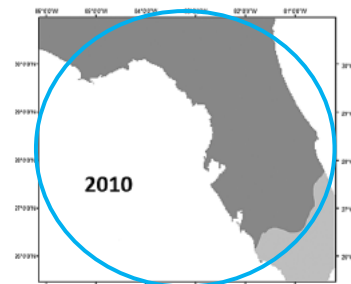
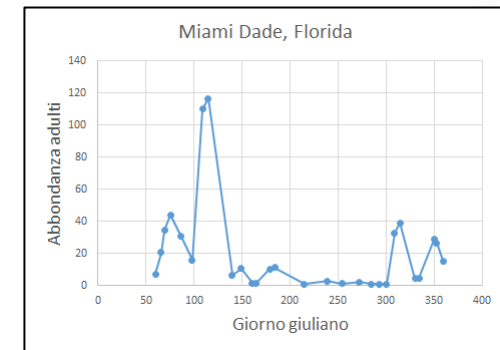
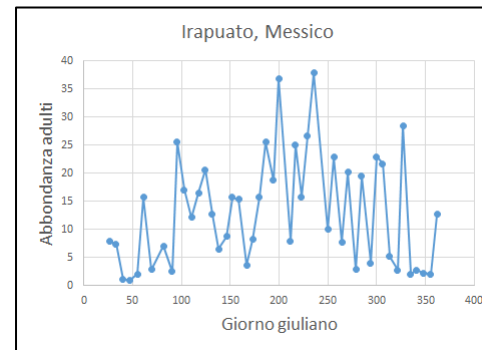
Dati: variabilità e incertezza



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

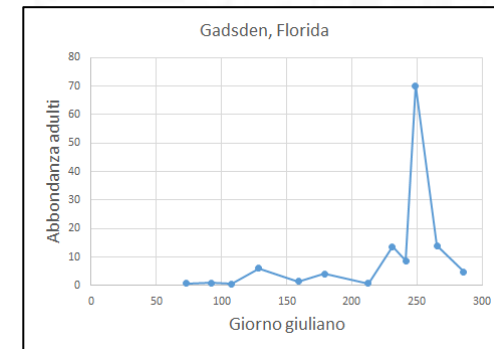
Diversità nei pattern della dinamica



Stagione estremamente fredda



Stagione estremamente calda



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

Modello: regolazione temperature-dipendente



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

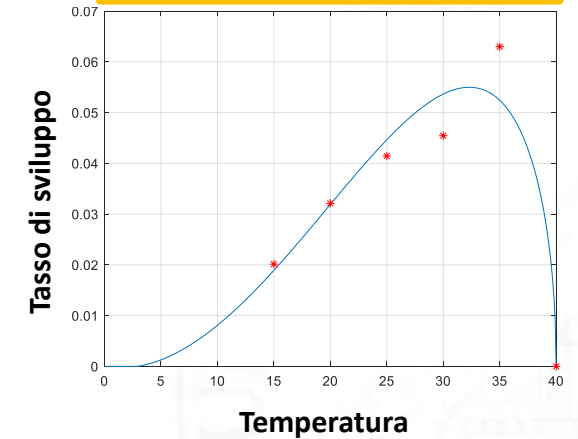
$$\left[v^i(t) \phi^i(t, x) - \sigma^i \frac{\partial \phi^i}{\partial x} \right]_{x=0} = F^i(t),$$

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

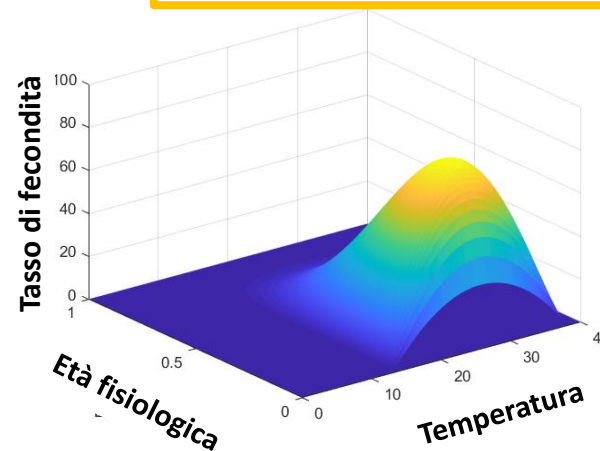
$$\phi^i(0, x) = \hat{\phi}^i(x),$$

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

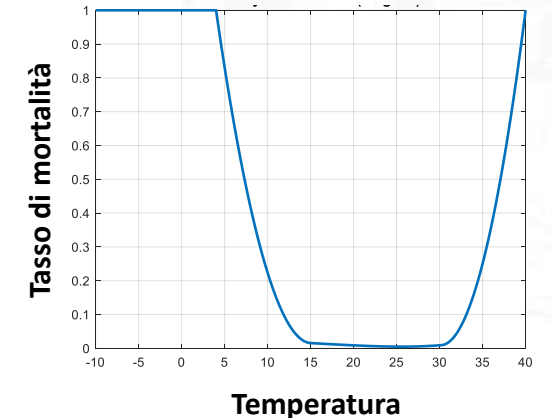
Funzione di sviluppo



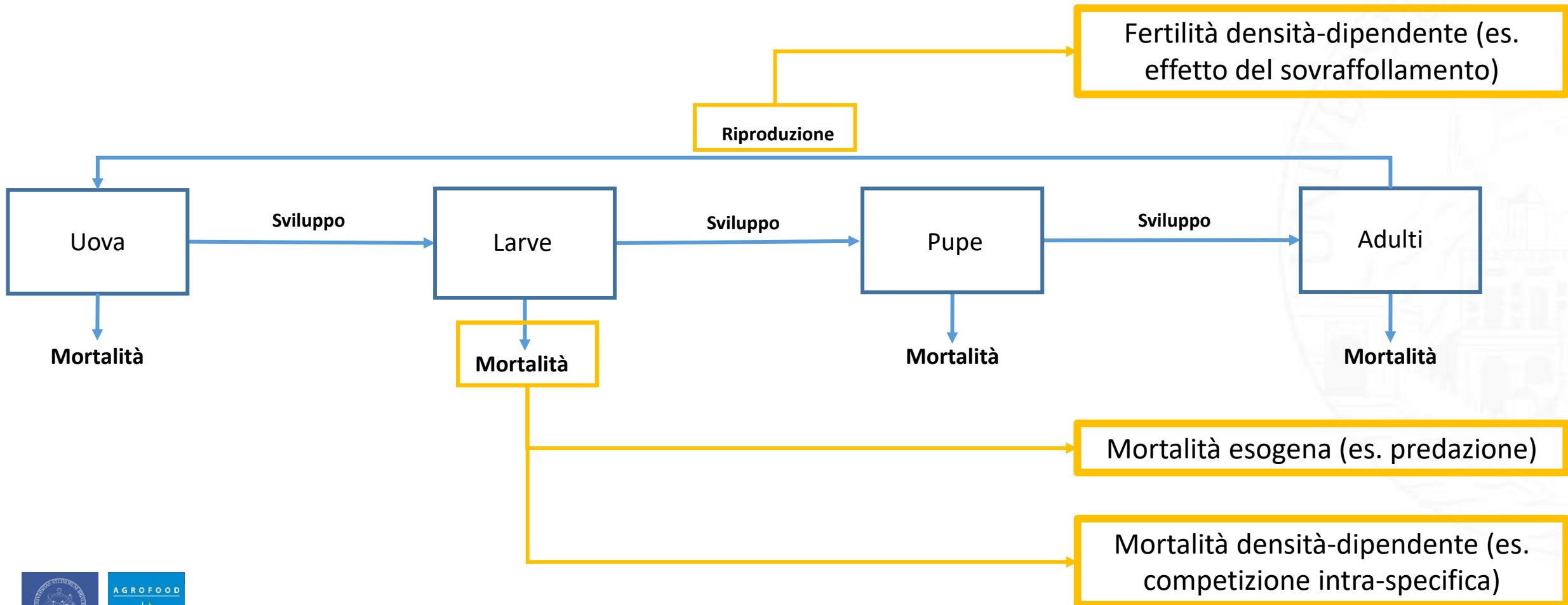
Funzione di fecondità



Funzione di mortalità



Modello: regolazione biotica



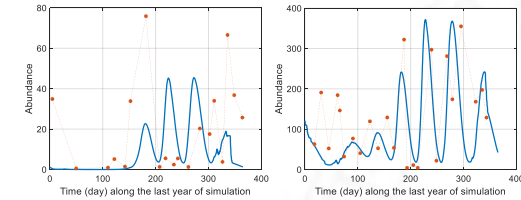
Modello: stima incertezza



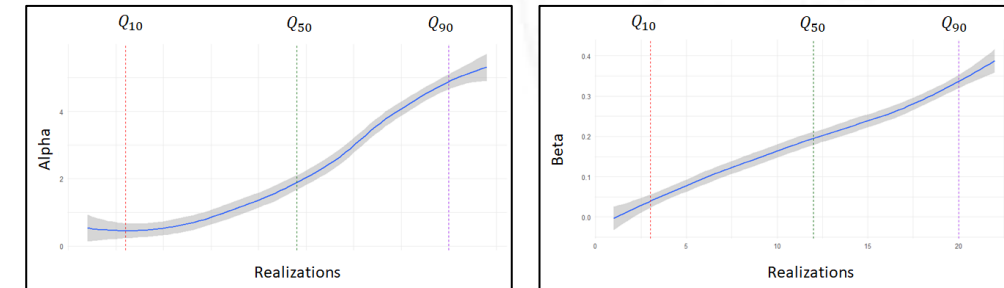
Stima dell'incertezza dei parametri:

- 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 α, β

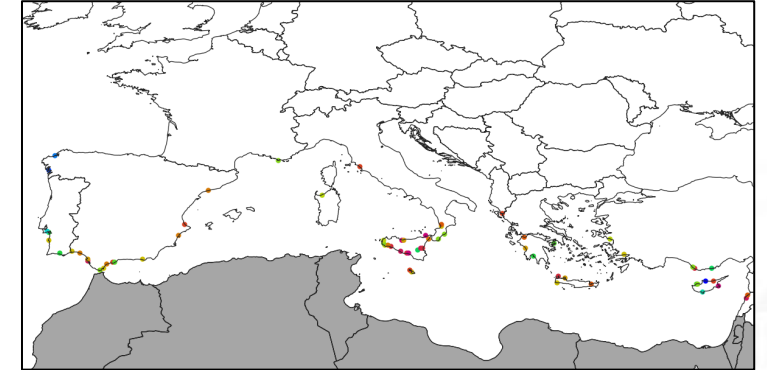
Simulazione delle popolazioni transienti

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

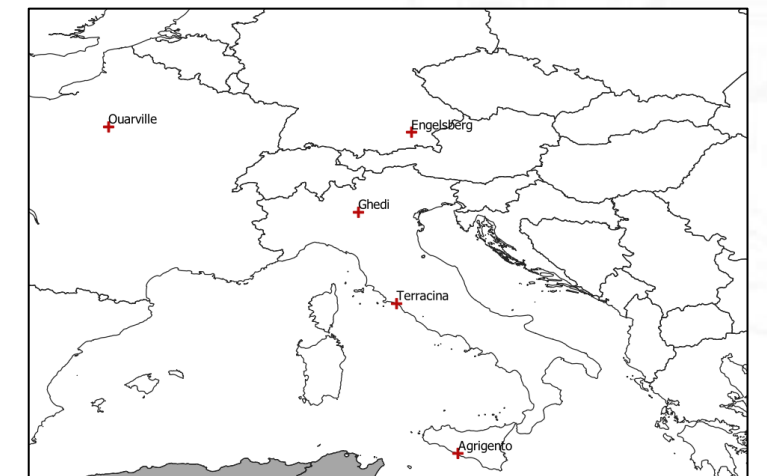
Dataset climatico

- 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

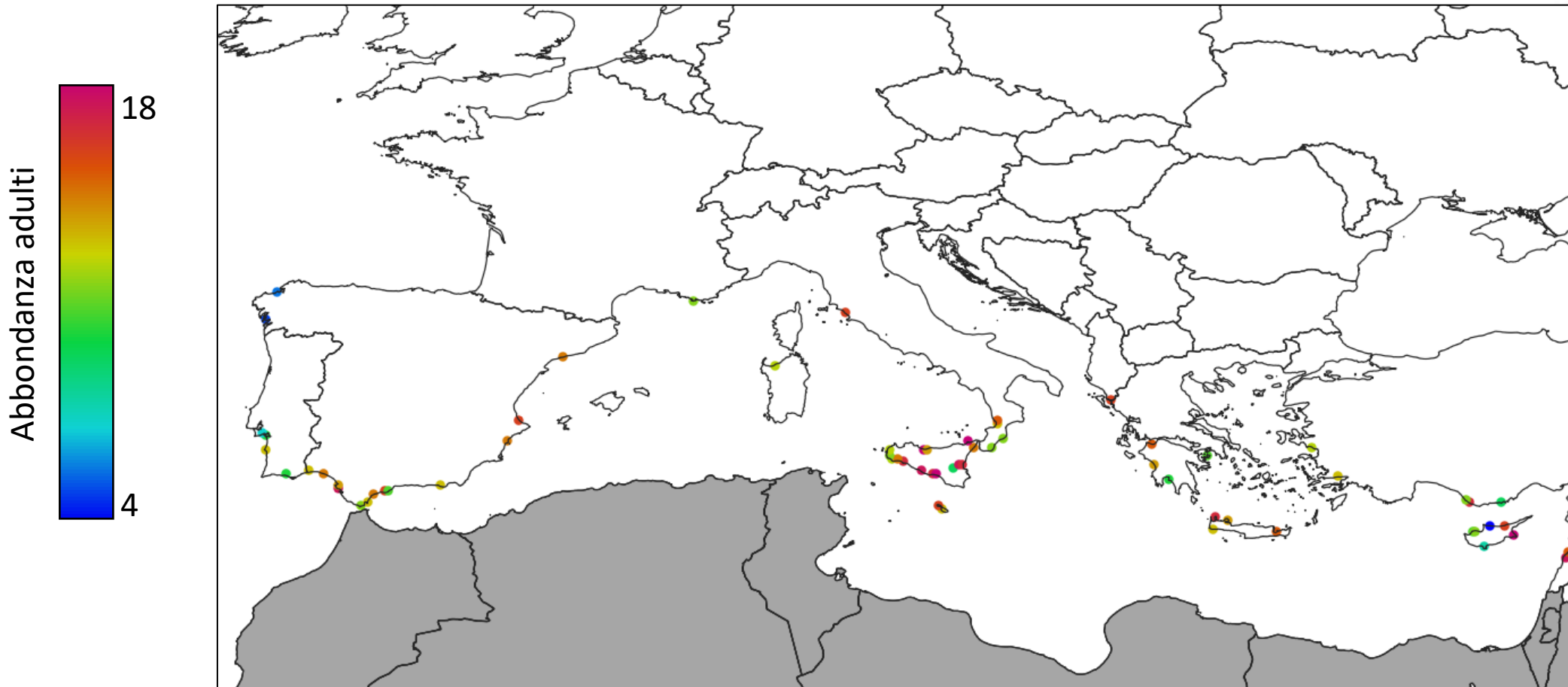


Risultati: distribuzione potenziale



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

Scenario: classe abbondanza 2; quantili 50-50

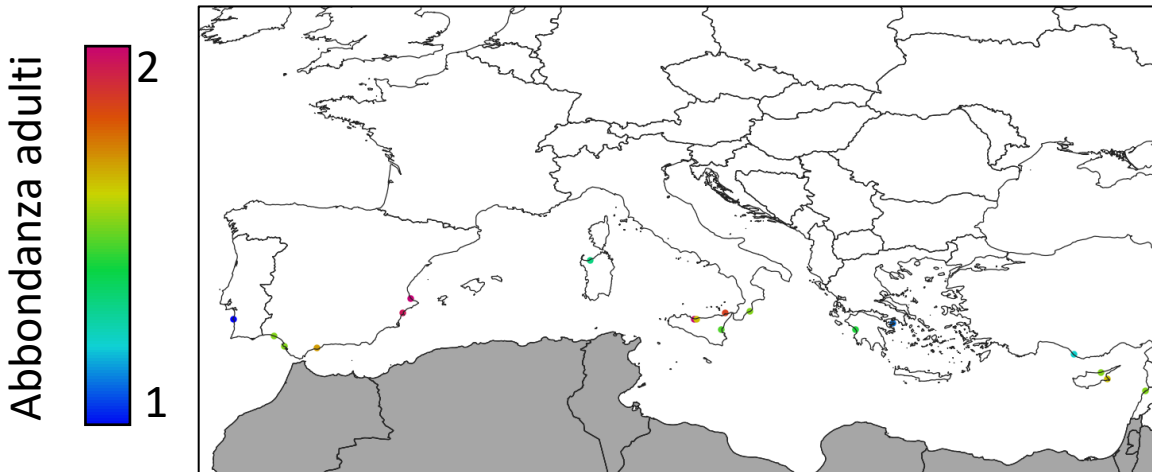


Risultati: distribuzione potenziale

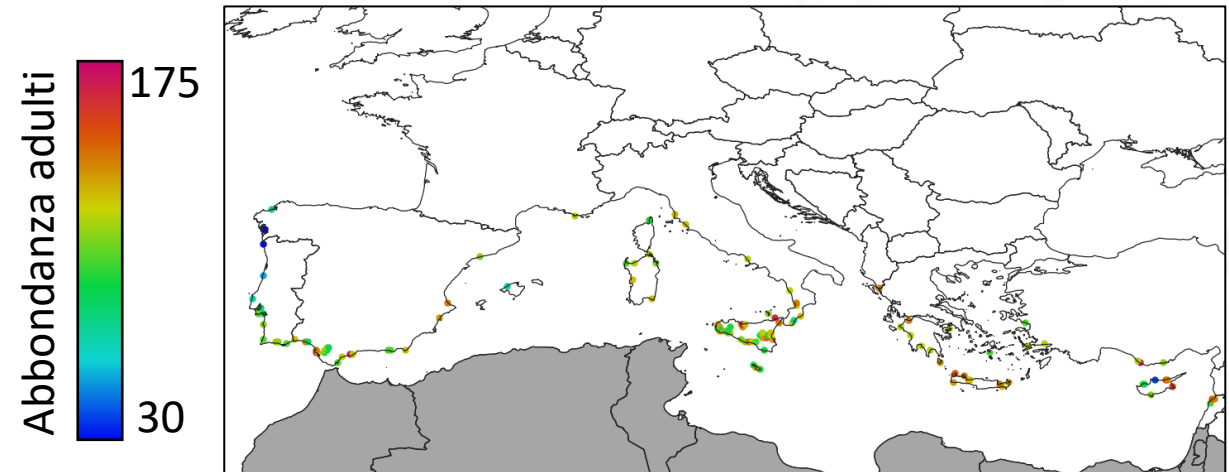


Stima della distribuzione e dell'abbondanza su grigliato Europeo

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



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

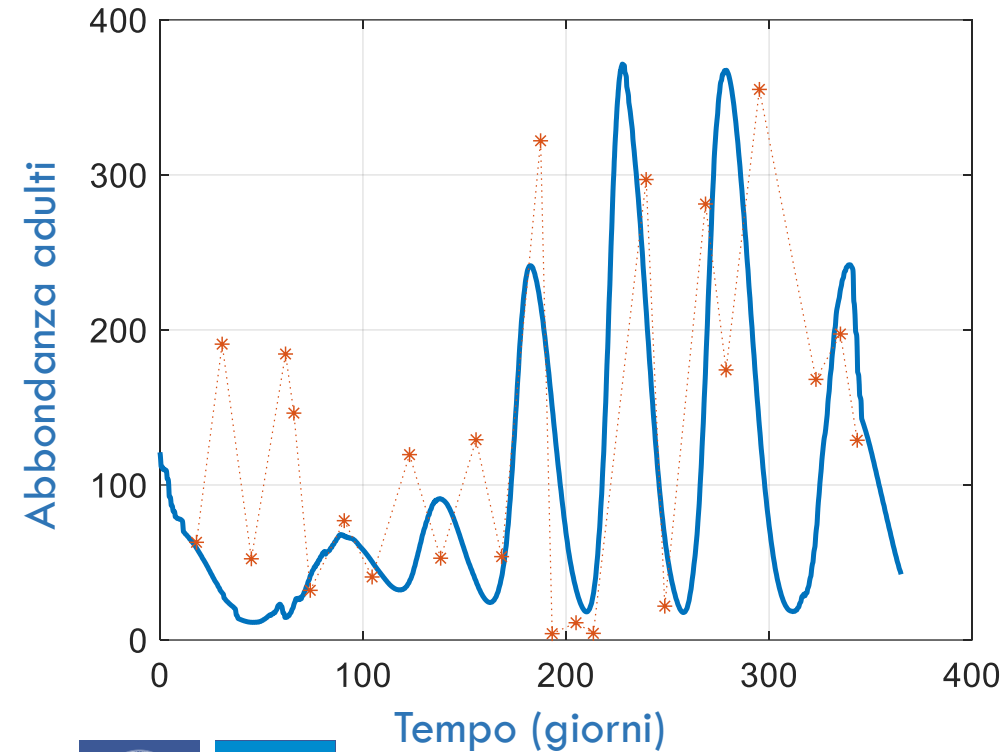


Risultati: dinamica di popolazione

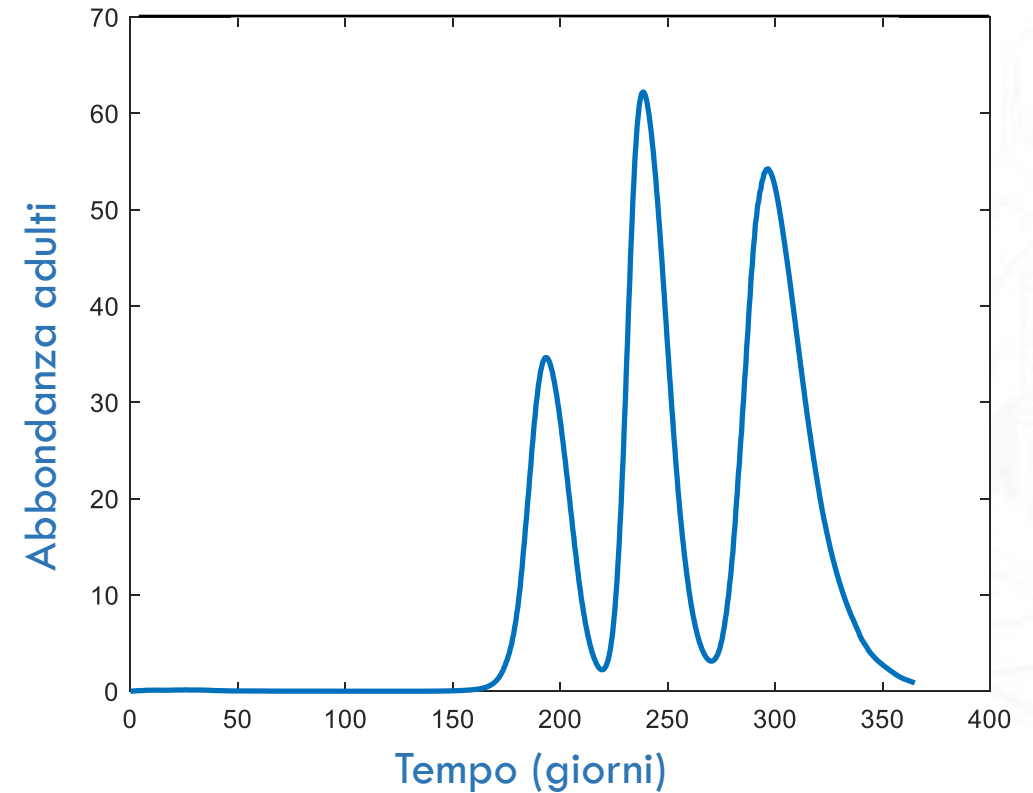


Pattern di dinamica di popolazione locale

Palm Beach (Florida): specie insediata



Agrigento (Italia): specie non presente



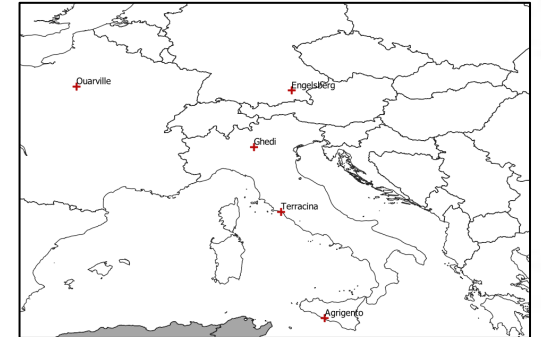
Risultati: popolazioni transienti



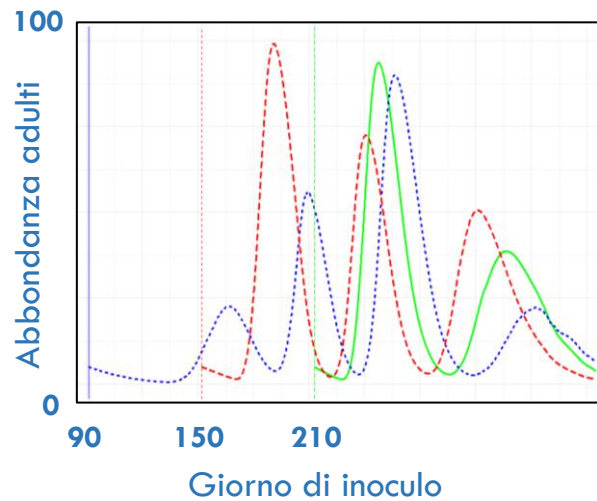
Popolazioni transienti: il ruolo del clima locale

Giorno di primo inoculo

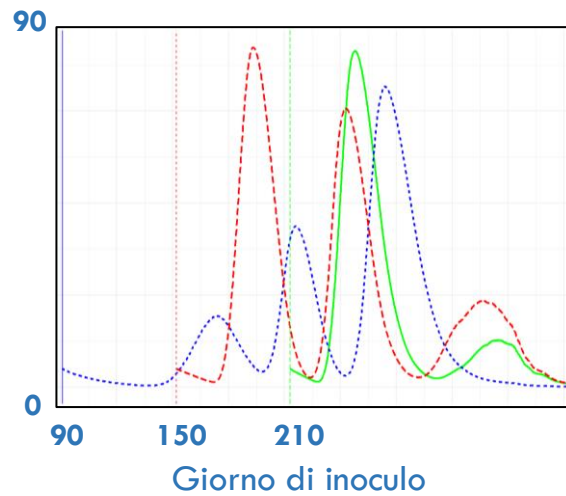
- 1 aprile
- 1 giugno
- 1 agosto



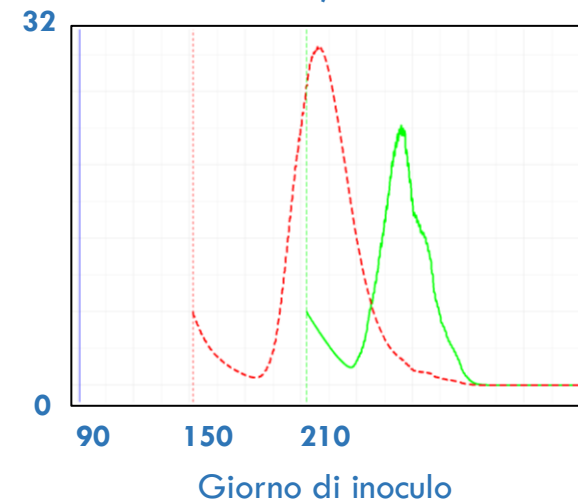
Agrigento classe 2, Q50-50



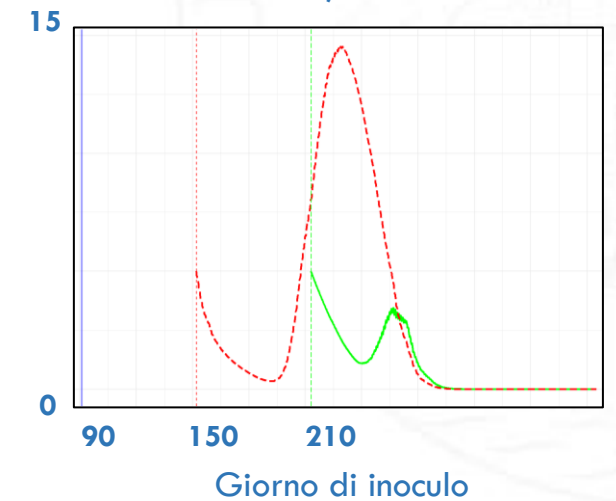
Terracina classe 2, Q50-50



Ouarville (Francia)
classe 2, Q50-50



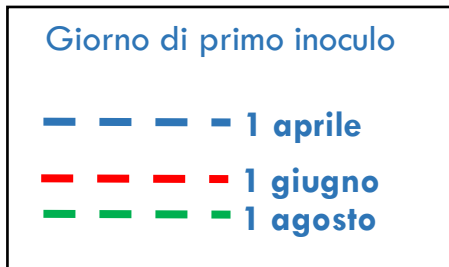
Engelsberg (Germania)
classe 2, Q50-50



Risultati : popolazioni transienti

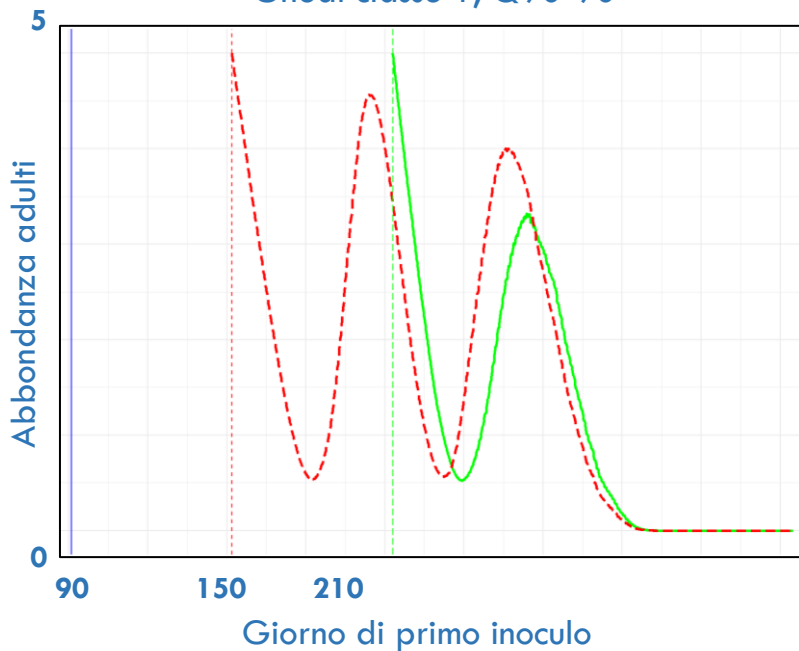


Popolazioni transienti: il ruolo dell'incertezza



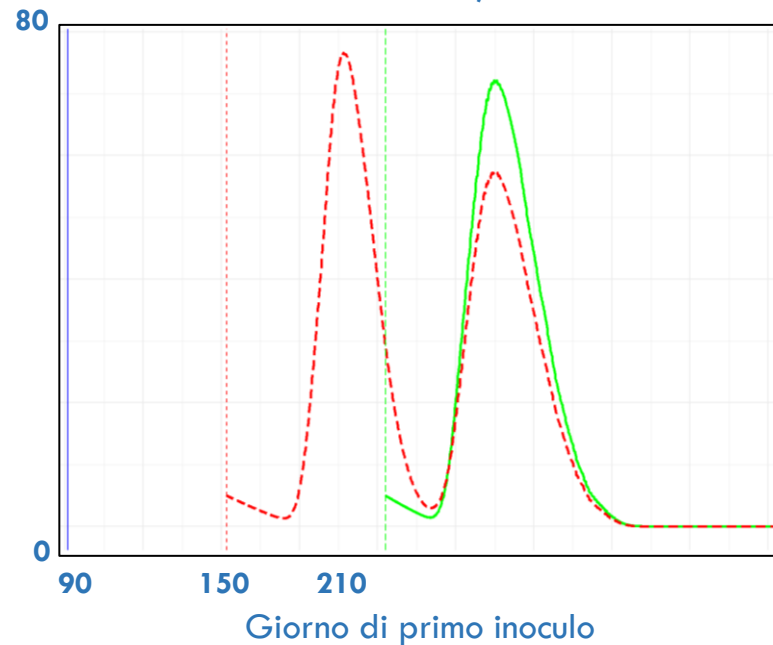
Best-case scenario

Ghedi classe 1, Q90-90



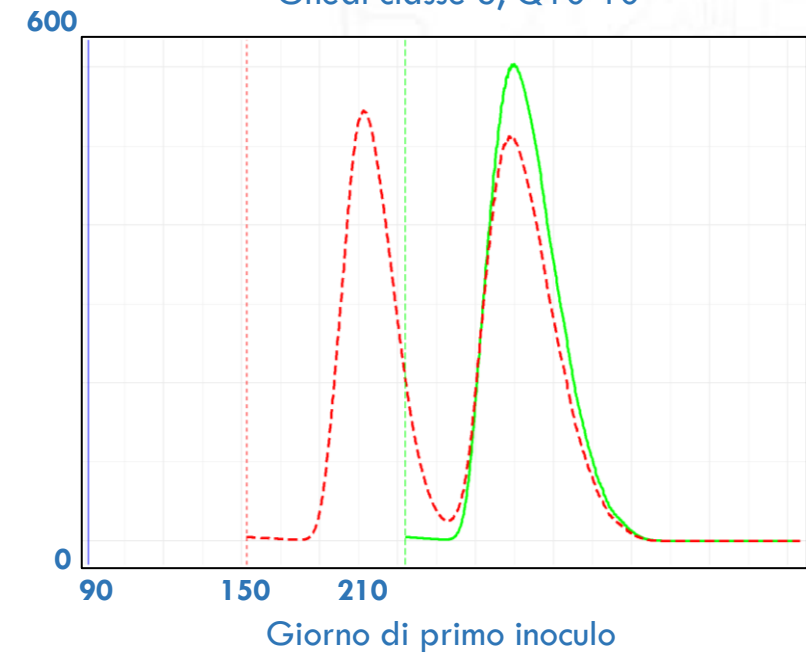
Median-case scenario

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

