



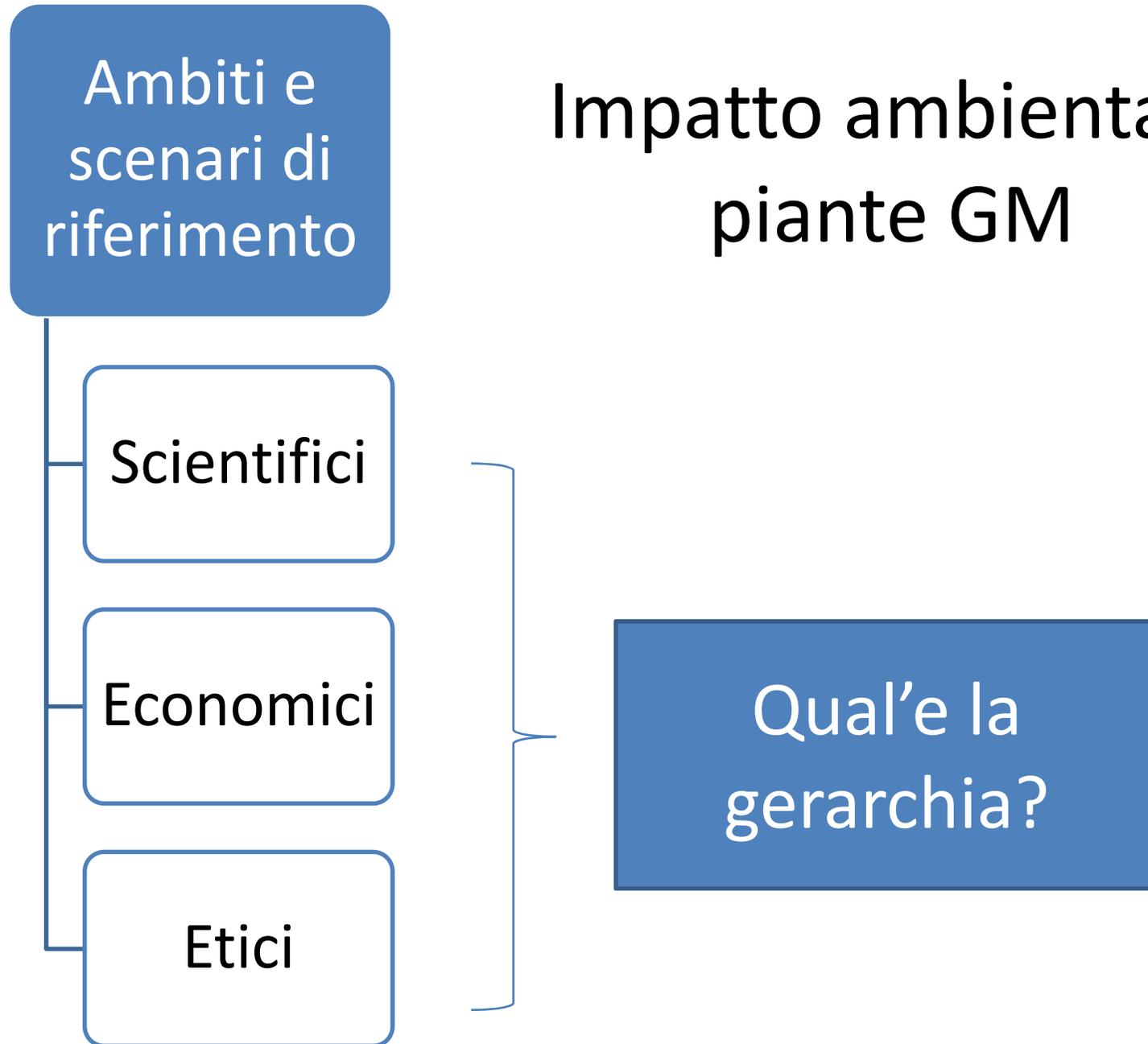
Impatto GM in agricoltura

Giovanni Burgio

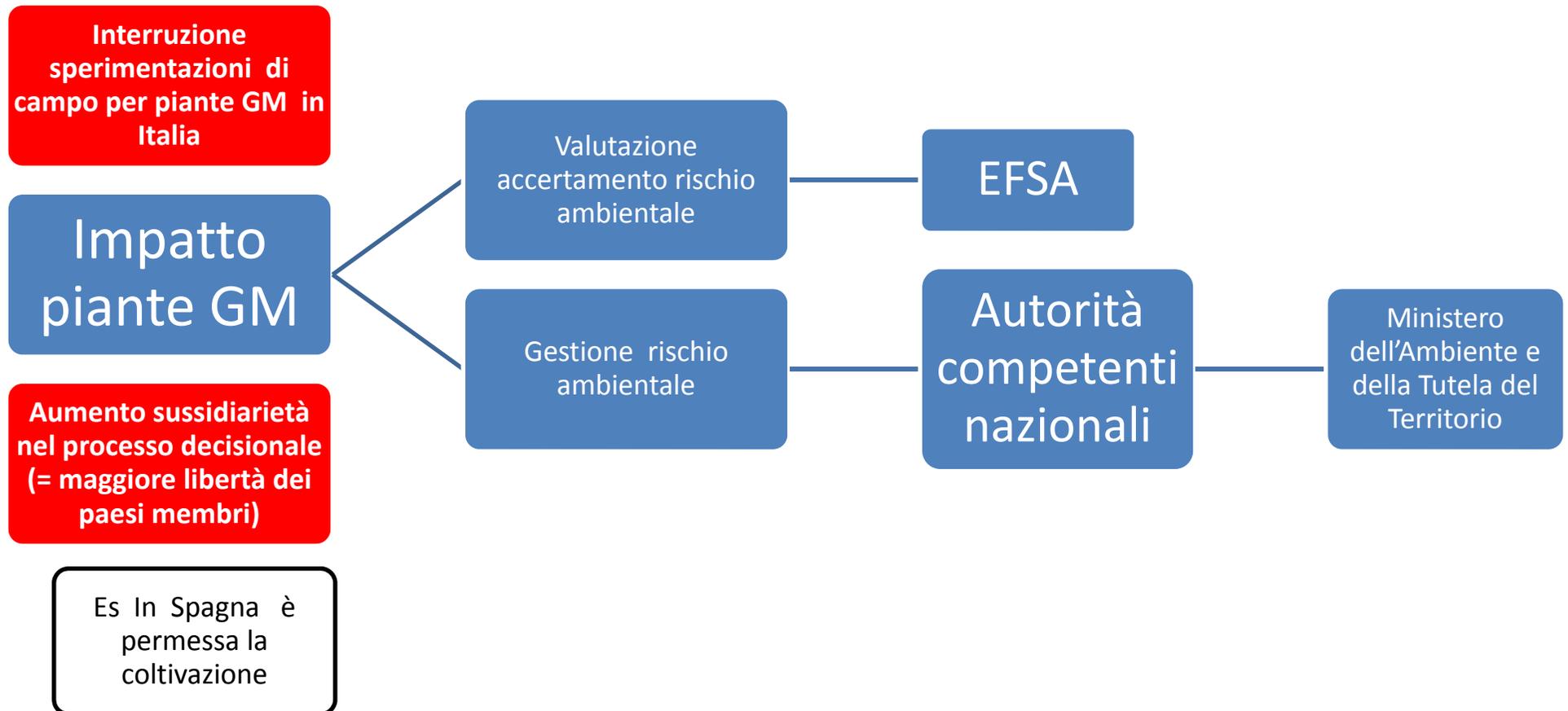
Dipartimento di Scienze Agrarie (entomologia)

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

Impatto ambientale piante GM



Stato dell'arte sull'impatto ambientale GM



VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Variabili necessarie alla definizione di rischio ambientale:

Esposizione

Pericolosità

Precisazioni:

- Questi parametri ci permettono di quantificare il rischio.
- Le strategie di mitigazione del rischio si basano sulla riduzione di uno dei due o di entrambi i parametri.

Principio di partenza per la valutazione dell'impatto GM sull'ambiente

- Tutela biodiversità funzionale
- Solitamente si prende in riferimento l'esposizione e la tossicità dei transgeni (es *Cry protein*) su organismi di riferimento (bioindicatori)

Biodiversità funzionale

Pilastro dell'agricoltura sostenibile

Rappresenta la biodiversità che sostiene i **servizi ecosistemici**, come la ***lotta biologica*** contro gli organismi dannosi, ***l'impollinazione***, la ***fertilità del suolo***, la ***conversione*** della sostanza organica, il consumo di **biomassa**

E' la biodiversità che "serve": è utile conservarla

- ✓ Predatori (es. Coccinelle, Carabidi, Sirfidi, Crisopidi)



- ✓ Parassitoidi (nemici naturali di molti fitofagi)



- ✓ Impollinatori, visitatori floreali (api allevate e selvatiche)



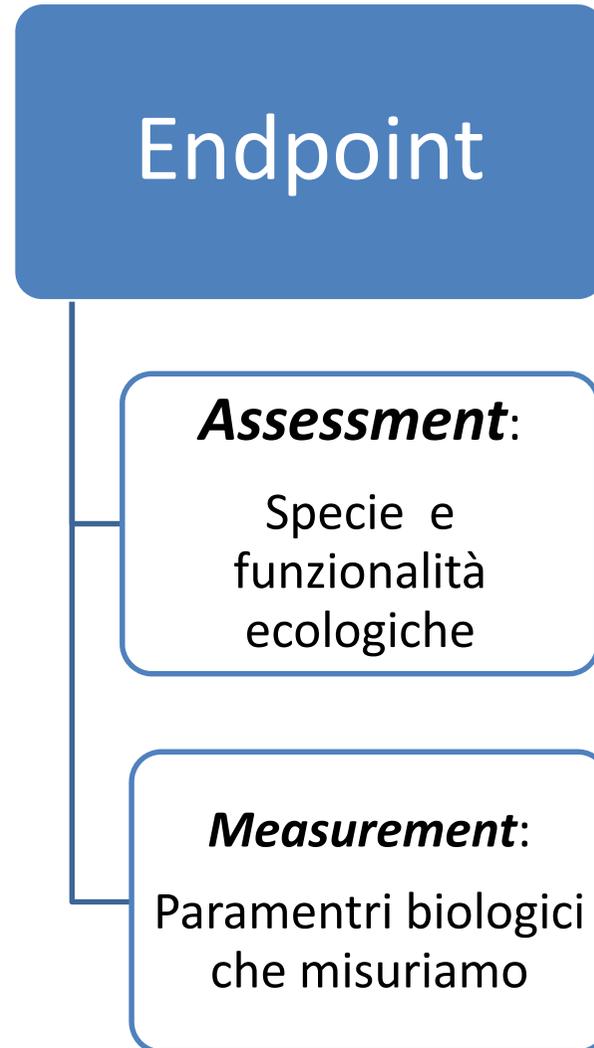
- ✓ Decompositori (Lombrichi, Collemboli)



- ✓ Erbivori, comprese specie protette e di interesse culturale (es. Farfalle da proteggere)

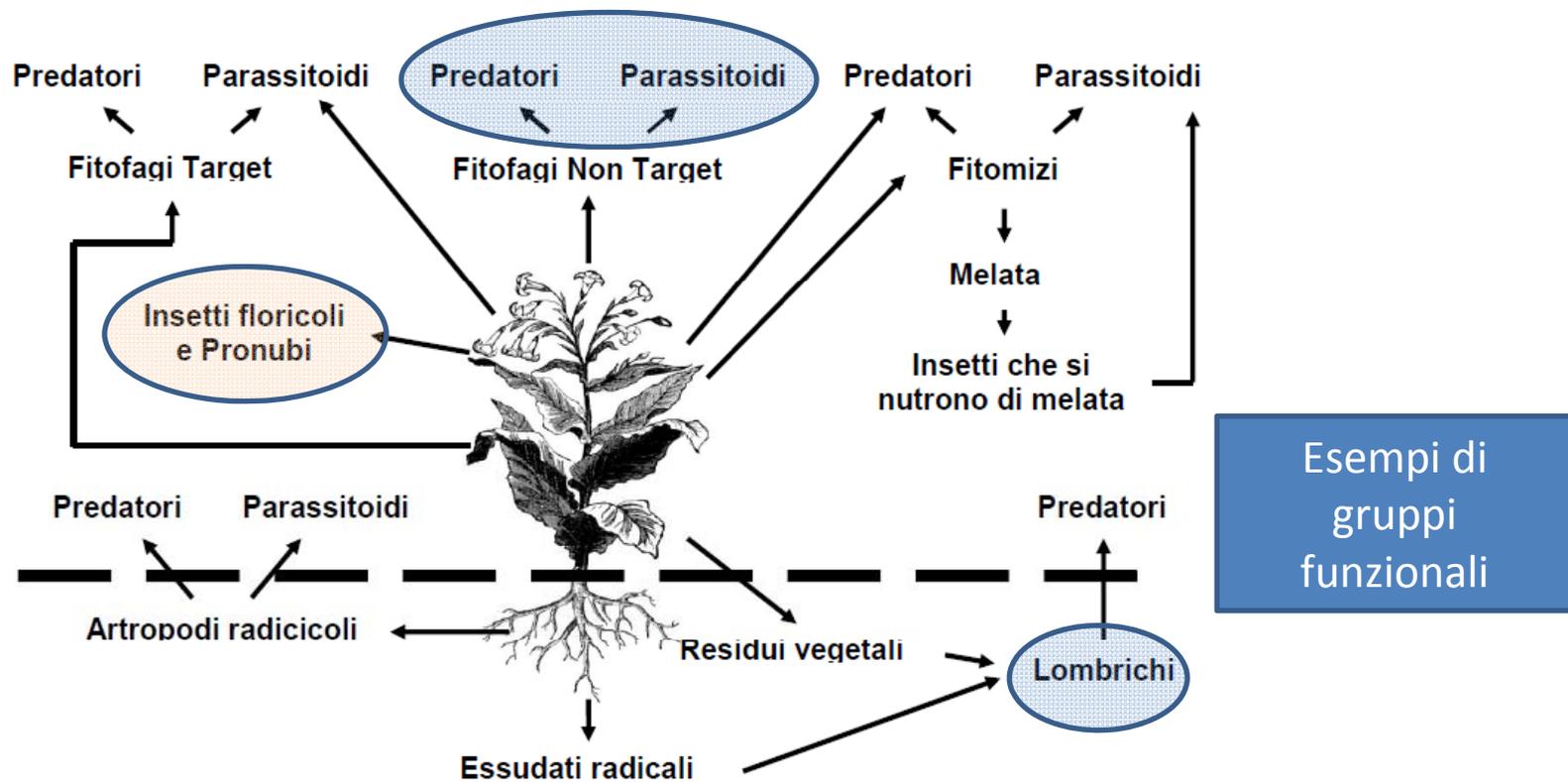


Su chi effettuare la valutazione dell'impatto?



Vie di esposizione (aria, pianta, suolo) mediante le quali il transgene può venire a contatto con bioindicatori funzionali e non-target

Vie di esposizione	Meccanismi	Servizi ecosistemici potenzialmente danneggiati
ARIA	MIGRAZIONE POLLINE DISPERSIONE SEMI	Impollinazione Lotta biologica
PIANTA	CATENE TROFICHE (EFFETTI A CASCATA)	Impollinazione Lotta biologica
SUOLO	TRASFERIMENTO GENICO ORIZZONTALE RILASCIO DI PARTI DI PIANTE E LORO PRODOTTI	Fertilità suolo Lotta biologica





Gruppo funzionale	Ordine	Famiglia	No specie
Predatori	Eterotteri	Antocoridi	4
Predatori	Eterotteri	Nabidi	1
Predatori	Eterotteri	Geocoridi	2
Predatori	Eterotteri	Miridi	2
Predatori	Eterotteri	Reduvidi	1
Predatori	Eterotteri	Pentatomidi	
Predatori	Coleotteri	Coccinellidi	9
Predatori	Coleotteri	Carabidi	17
Predatori	Neurotteri	Crisopidi	1
Predatori	Araneae	Araneidae	2
Predatori	Acarina	Fitoseidi	1

Da Arpaia, 2010

Chrisoperla carnea

Gruppo funzionale	Ordine	Famiglia	No specie
Parassitoidi	Imenotteri	Braconidi	8
Parassitoidi	Imenotteri	Icneumonidi	3
Parassitoidi	Imenotteri	Eulofidi	1
Parassitoidi	Imenotteri	Afelinidi	1
Parassitoidi	Imenotteri	Encirtidi	1
Parassitoidi	Imenotteri	Tricogrammatidi	1

Da Arpaia, 2010

Sintesi studi impatto GM

- Maggioranza studi: no tossicità acuta su bioindicatori e non-target
- Alcuni effetti acuti si sono avuti in laboratorio (es. farfalla Monarca), con esperimenti criticati (enfaticizzazione effetti)
- Evidenziati effetti sub-letali per alcuni non-target
- Discrepanza di risultati fra diversi studi (lab)
- Effetti cronici ancora poco studiati
- Campo: mancanza di effetti evidenti nel breve periodo
- *Lungo periodo: pochissimi studi di campo*

Studi di campo: prevalenza della piccola scala

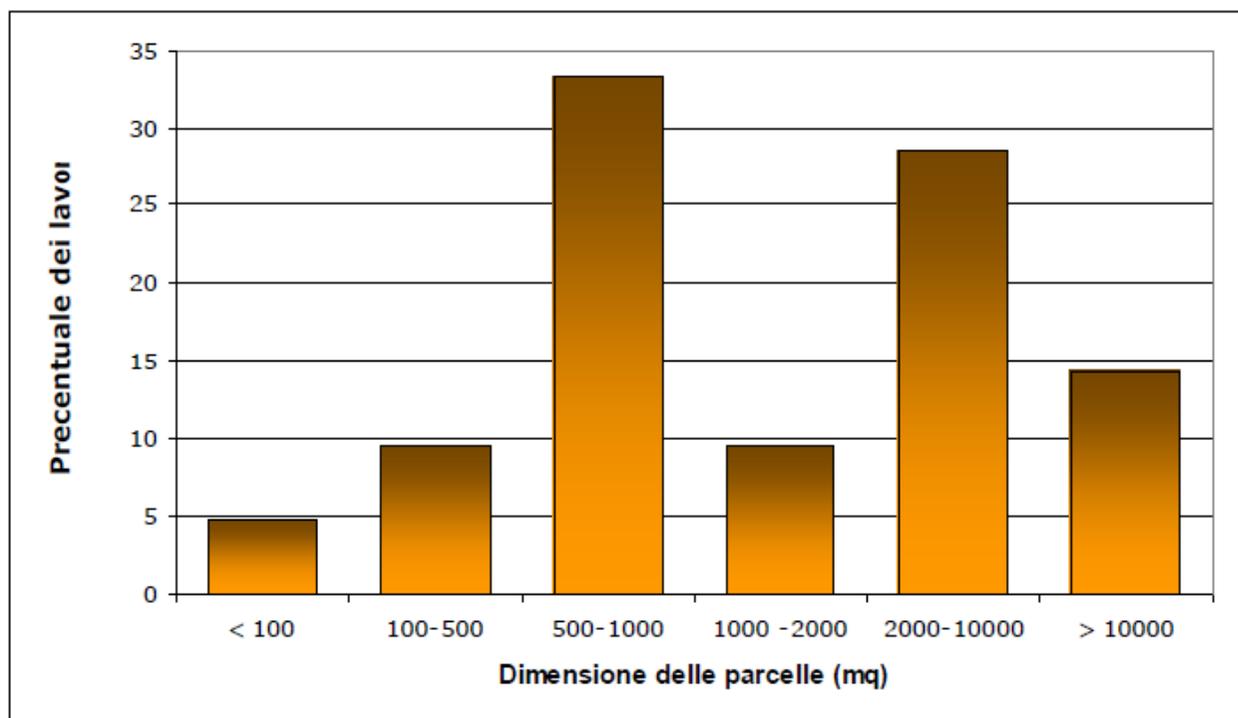


Figura 24. Dimensione delle parcelle negli studi per la valutazione degli effetti delle PGM su artropodi non bersaglio. Non sono stati inclusi tre lavori, presenti nel database, effettuati su cotone Bt in fase di avvenuta commercializzazione campionando campi in produzione.

IL CAMPIONAMENTO DELL'ARTROPODOFAUNA PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Applicazioni per la valutazione dell'impatto ambientale delle
Piante Geneticamente Modificate

a cura di: Giovanni Burgio, Ferdinando Baldacchino, Alessandra Magarelli,
Antonio Masetti, Salvatore Santorsola, Salvatore Arpaia

Edito dall'ENEA
Unità Centrale Relazioni, Servizio Comunicazione

www.enea.it

Edizione a cura di: Maurizio Matera

Copertina: Cristina Lanari

Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA – Frascati

Giugno 2013

Il progetto AMIGA, con simulazioni statistiche, ha dimostrato che 10 repliche in campo consente un buon livello di potenza statistica

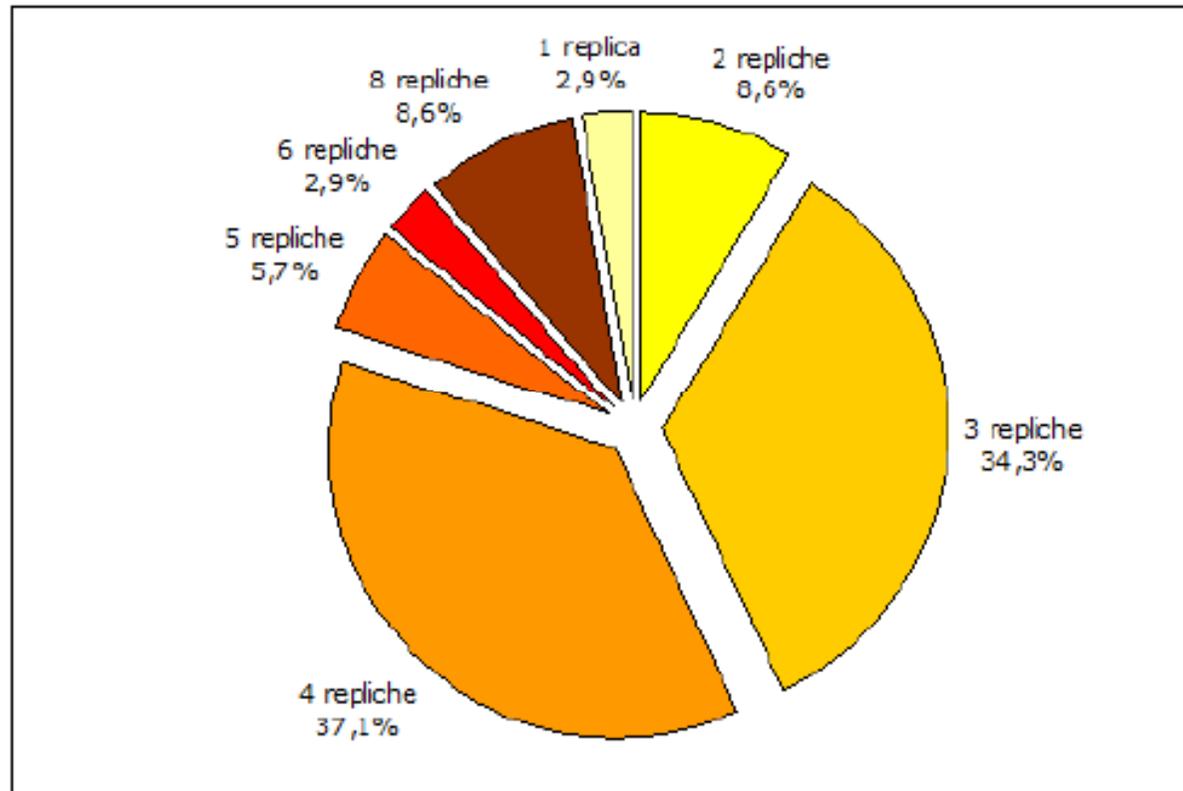


Figura 25- Numero di repliche (espresso in percentuale sul totale) utilizzate negli studi di campo per la valutazione degli effetti delle PGM su artropodi non bersaglio

Problema della resistenza verso le
specie dannose target (ovvero la
contro-resistenza)

Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres

Bruce E Tabashnik¹, Thierry Brévault² & Yves Carrière¹

nature
biotechnology

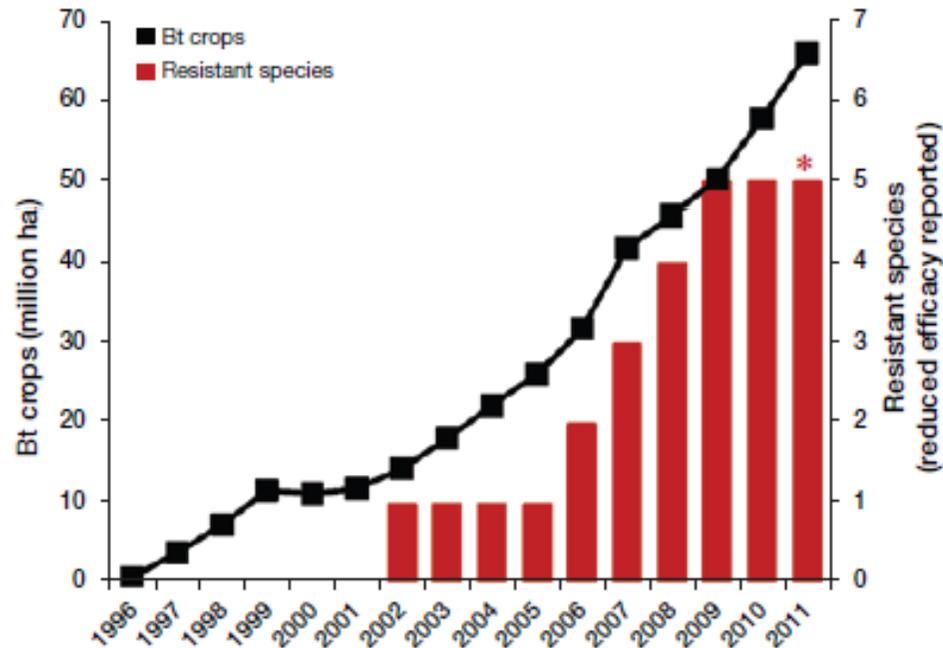


Figure 1 Planting of Bt crops globally and field-evolved resistance. Planting of Bt crops globally each year and cumulative number of insect species with field-evolved resistance and reduced efficacy reported. Planting of Bt crops increased from 1.1 million hectares (ha) in 1996 to 66 million ha in 2011 (ref. 2). Field-evolved resistance associated with reduced efficacy of Bt crops has been reported for five major target pests (year first detected): *H. zea* (2002), *S. frugiperda* (2006), *B. fusca* (2007), *P. gossypiella* (2008) and *D. v. virgifera* (2009) (Tables 1 and 2). *, For 2011, the number of species with resistant populations may be underestimated because reports of field-evolved resistance typically are published 2 or more years after resistance is first detected.

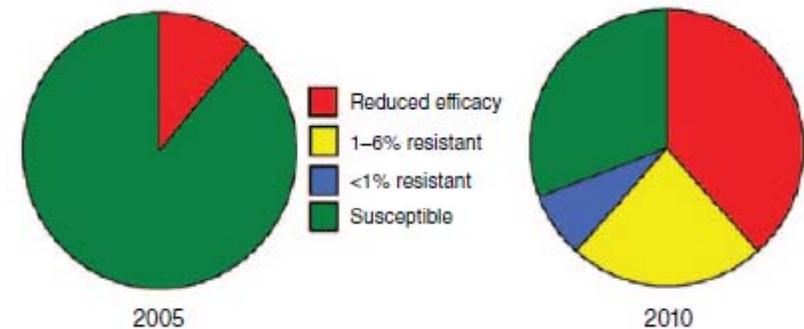


Figure 3 Resistance of major pest species to Bt crops in 2005 and 2010. For each pest species, the color indicates the status of the most resistant population. In 2005, the only pest with resistant field populations was *H. zea*; the other eight pests evaluated were susceptible. Data for 2005 ($n = 9$ species) are from reference 21. Data for 2010 ($n = 13$ species) are from Table 1.

- I casi di ridotta efficacia non riguardano per ora la Piralide del mais
- I casi riguardano *Brusseola fusca*, *Diabrotica*, *Heliothis zea*, *Pectinophora gossypiella*, *Spodoptera frugiperda*

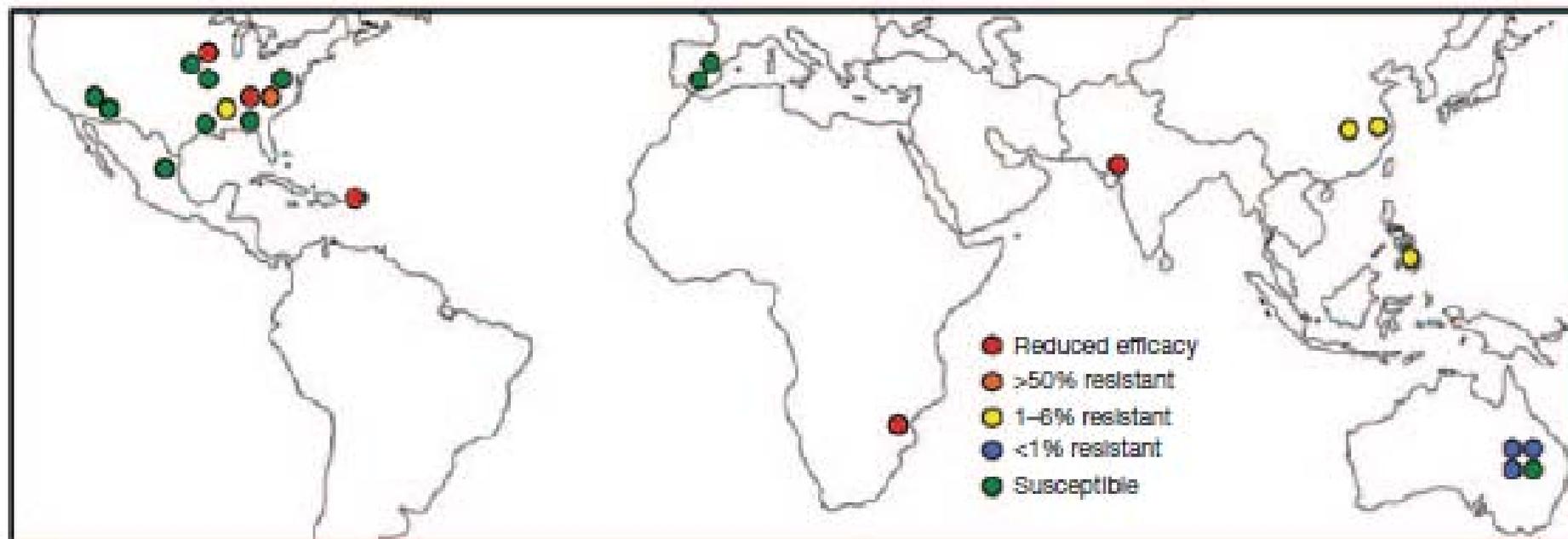
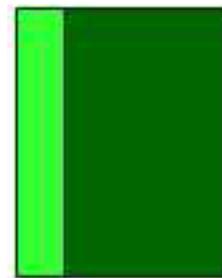


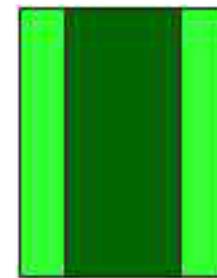
Figure 4 Global status of field-evolved resistance to Bt crops. Each circle represents 1 of 24 cases involving evaluation of field-evolved resistance to one toxin in Bt corn or Bt cotton in populations of one pest species from one country (**Tables 1 and 2** and **Supplementary Tables 1-4**).

Mitigazione resistenza

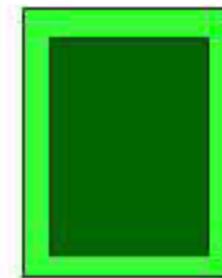
- Strisce di piante NON-GM (*Plant refugees*, piante rifugio)
- Rimedio agroecologico...
- Miscelare semi NON-GM a partite di semi GM
- Fondamentale per ridurre la probabilità di resistenza e per ritardarla
- Chi lo utilizza?



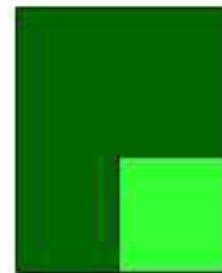
Linear Block



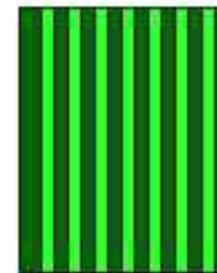
Bracket



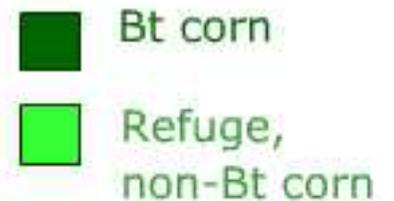
Border
(Perimeter)



Block



Strips
(Split Planter)



Refuge comparison between Genuity® SmartStax® RIB Complete™ and YieldGard VT Triple®
 ■ Refuge Product
 ■ Trait(s) Included Product

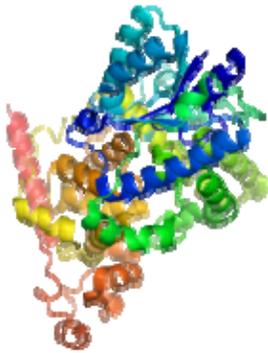
Ipotesi di Rischio mais GM

Pianta GM

Trans-
gene

Flusso di Polline

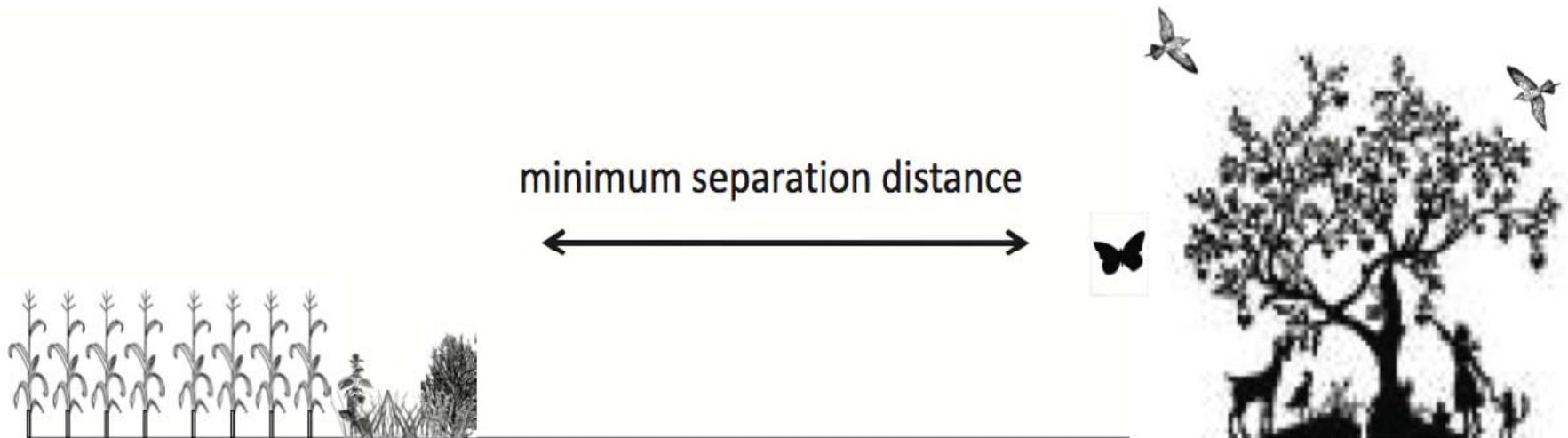
Organismi Non-bersaglio



Perry, 2011

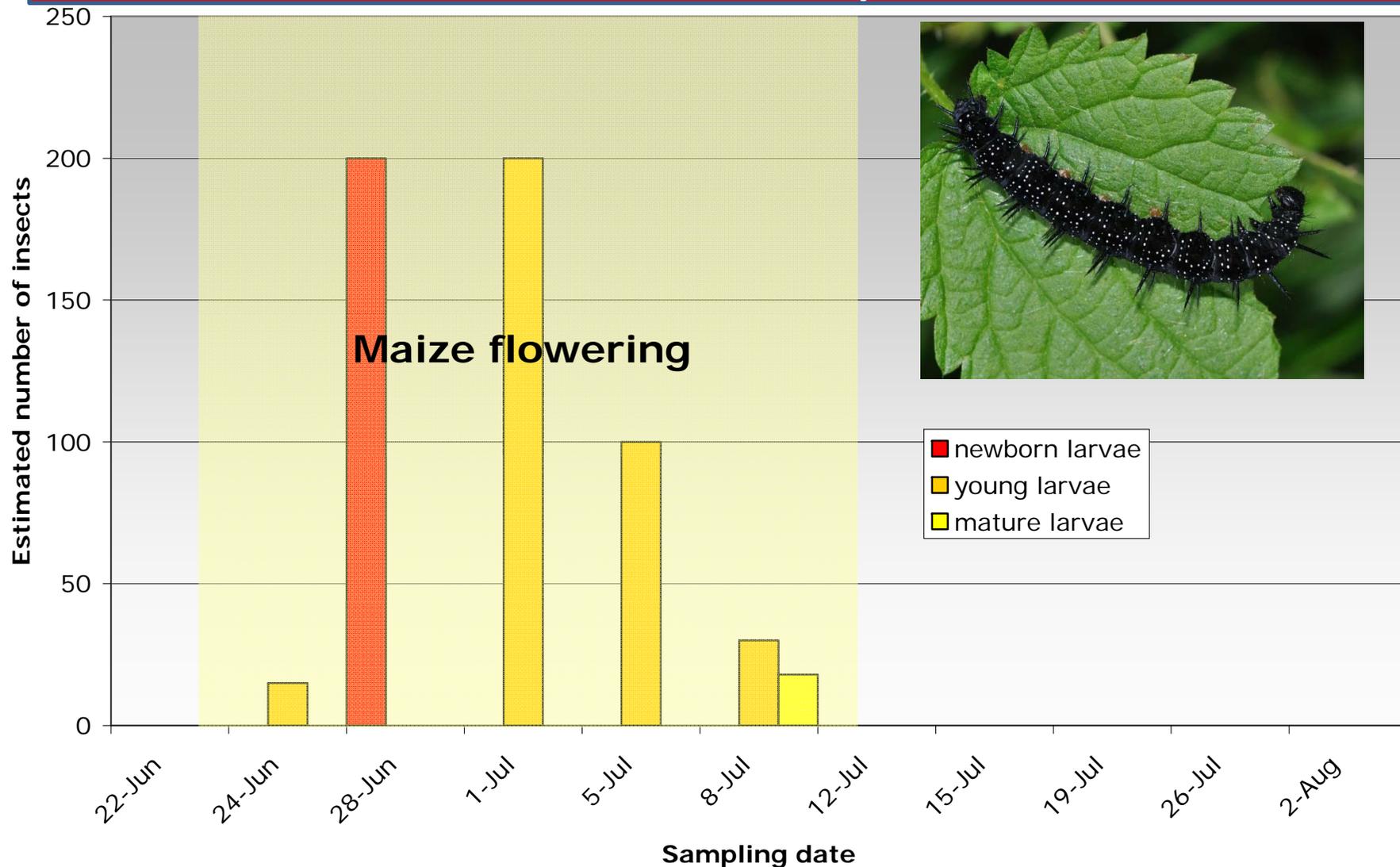
STRATEGIE DI QUANTIFICAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO:

- ✓ In vicinanza ad habitat protetti, mantenimento di una distanza di separazione minima tra il campo a coltura transgenica e la zona d'interesse.



Bologna: Le larve di Vanessa (*Inachis io*) sono esposte al polline di mais che si deposita sulle piante di ortica ai bordi

In altri siti del Lazio e Basilicata, questa o altre specie studiate mostrano una bassa esposizione

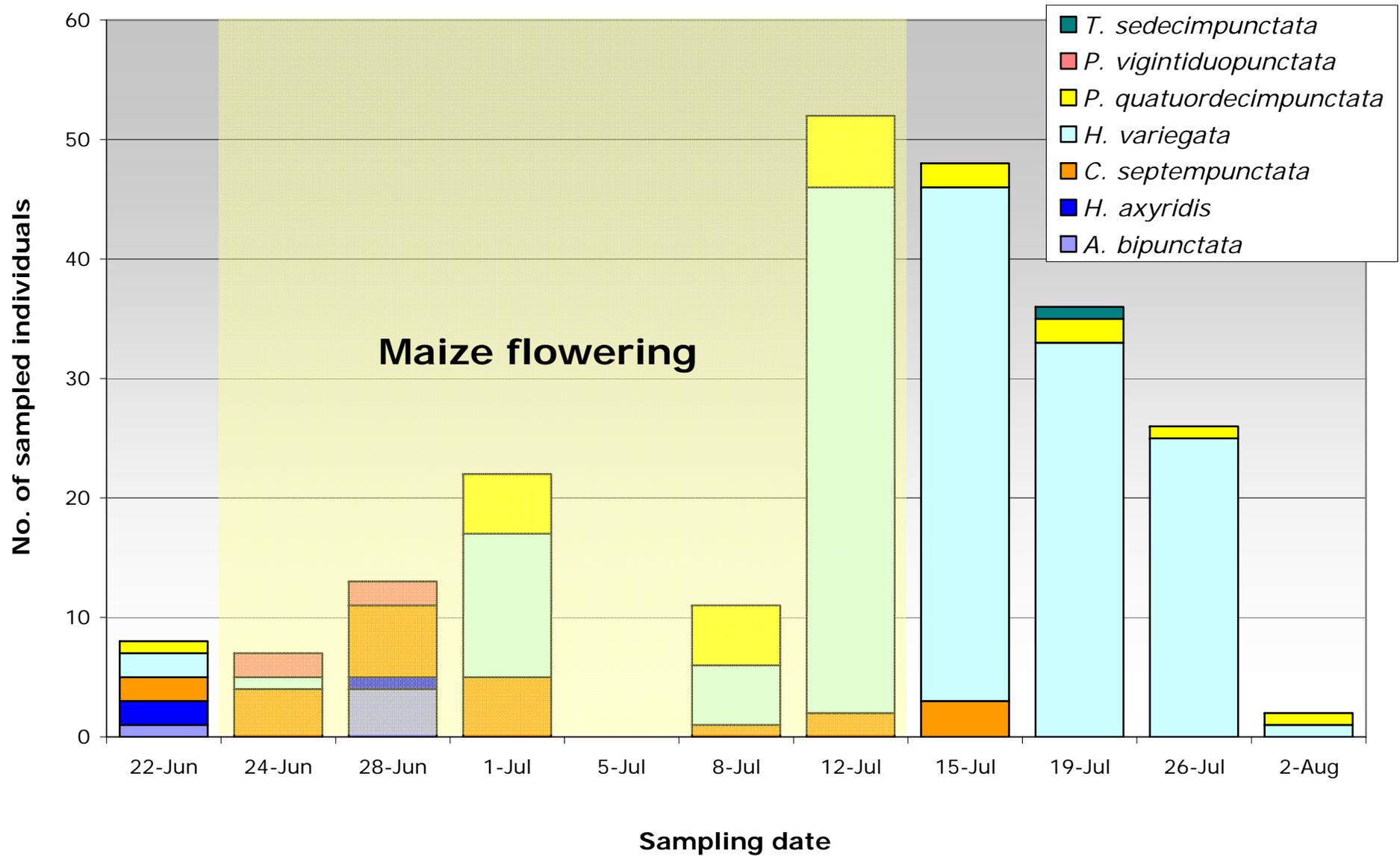


non-target specie selected in
Bologna and Roma areas:
Inachis (Aglais) io
(Lepidoptera, Nymphalidae)

**2 generations; the very gregarious larvae
feed on nettles.**

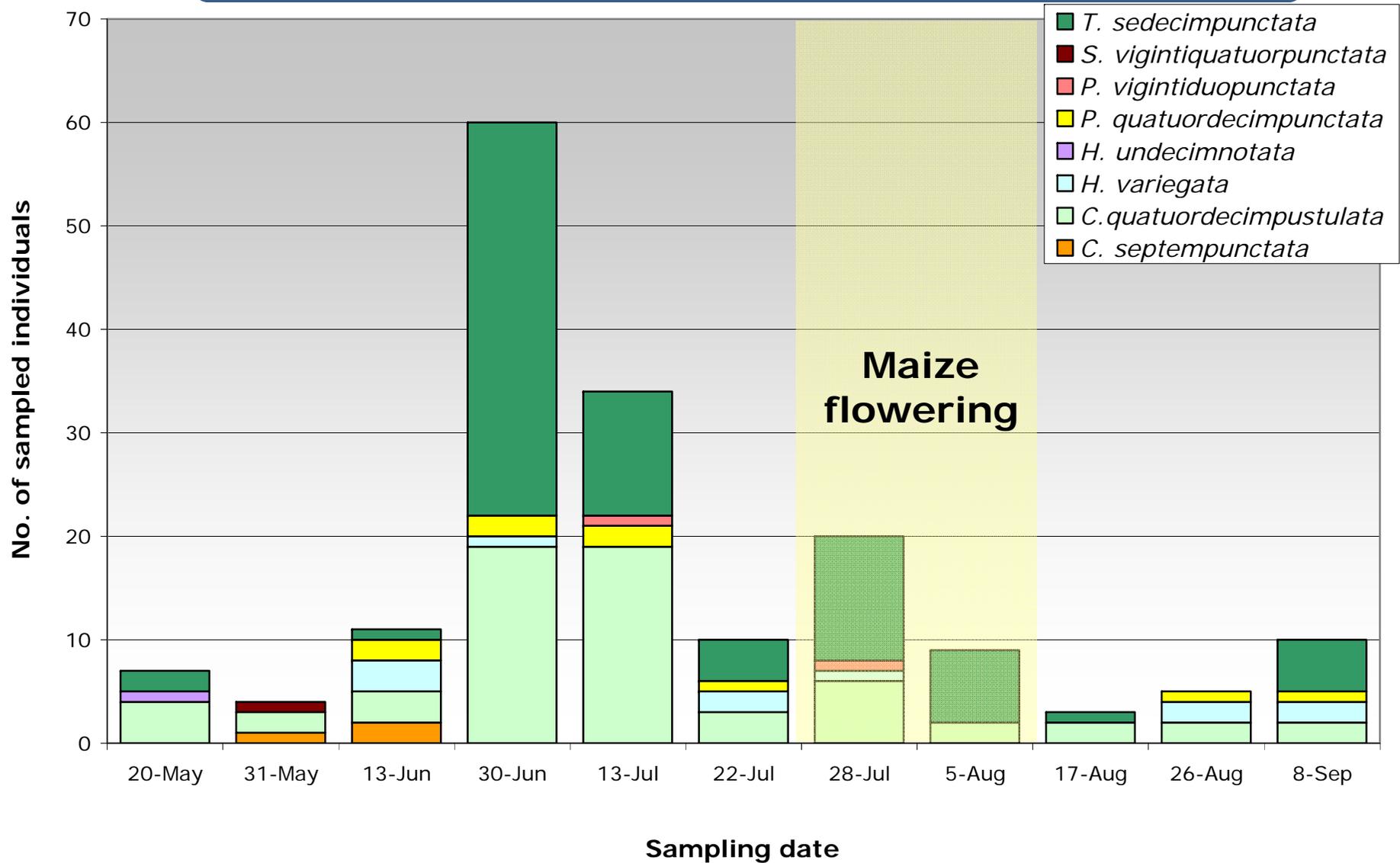


Ladybirds sampled in Bologna site in 2011

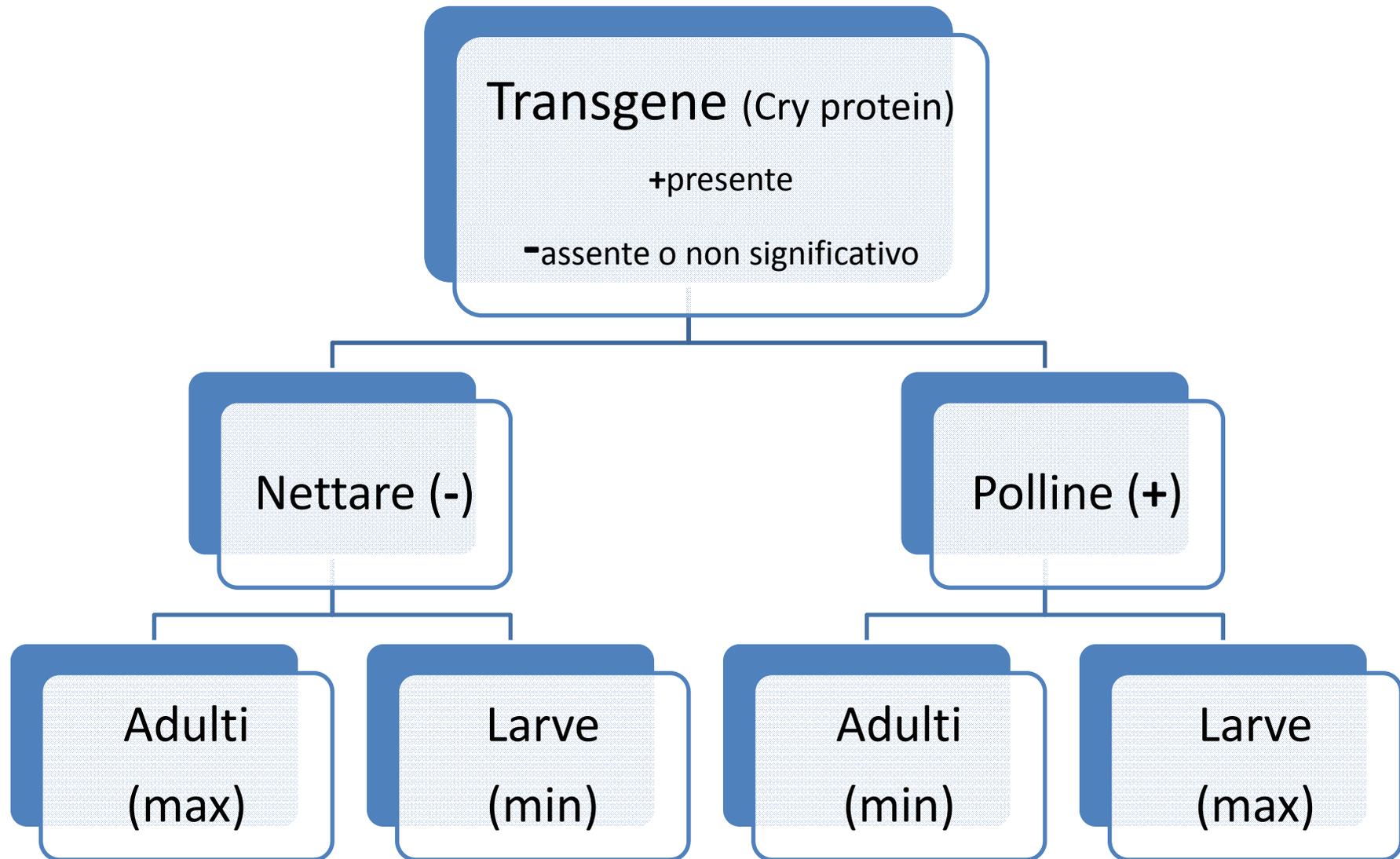


Ladybirds sampled in Roma site in 2011

Il sito ricevente influenza l'esposizione!



Vie di esposizione per impollinatori (in particolare Apoidei)



Impatto GM e Apoidei

- Impollinatore più studiato: Ape
- Assenza tossicità acuta
- Usate anche le ghiandole ipofaringeeali come parametro di riferimento
- Dimostrati effetti negativi sull'Ape per fattori di resistenza non presenti in piante GM in commercio (inibitori proteasi)
- Evidenziati effetti indiretti (e. pleiotropici) su colza: fiori di colza GM producono meno nettare

Ape

- Segnalati effetti sub-letali (aumento tempo di nutrizione, disturbo apprendimento) in test con sciroppi contaminati da transgene (Cry protein) (Ramirez-Romero e coll., 2008)
- Anche in test in gabbie di volo, sciroppi contaminati da transgene hanno causato riduzione dei fiori visitati (Ramirez-Romero e coll., 2005)
- Effetti sul lungo termine non evidenziati, ma ancora pochi studi rispetto a quelli sui pesticidi
- Studi per lo più su piccola scala; carenza di approcci sulla macro-scala

Altri impollinatori?

- Qualche studio sui Bombi
- Esigenza di estendere gli studi ad altri impollinatori (*Osmia* spp.) → →
- *Osmia*: caso studio interessante
- Gruppo di lavoro DipSA sta studiando l'*Osmia* come insetto test per impatto GM e pesticidi

- Le *Osmie* sono api solitarie che nidificano in primavera;
- Le femmine raccolgono polline e nettare per costruire delle provvigioni su cui si alimentano le larve;
- Rispetto alle api da miele che si alimentano prevalentemente di cibo rielaborato dalle nutrici, le larve di *Osmie* si alimentano di polline non processato
- Il livello di esposizione al polline GM nelle *Osmie* può essere di oltre 200 volte maggiore rispetto a quello delle larve di api da miele



Colza GM resistente a erbicidi

Flusso genico e
trasmissione
resistenza malerbe

Contaminazione

Superweeds

Coesistenza



Colza resistente a erbicidi

- Dimostrato che il transgene può passare da colza GM a Brassicacee selvatiche (infestanti): SUPERWEEDS
- Dimostrato come l'inquinamento genetico fra cultivar di colza sia un fenomeno di una certa entità (progetto LIFE+ MAN-GMP.ITA, prof. Giovanni Dinelli)
- Il flusso genico dipende dal vento (andamento direzionale a gradiente) ma anche da altri fattori che determinano trasposto attivo di polline (es. insetti)
- A Bologna si è osservata una contaminazione (0.7%) a 500m dal donatore!
- In Italia è tollerato 1 seme su 2000 (0.05%)
- In Europa è tollerato 1 seme su 200 (0.5%)

Piante infestanti resistenti a erbicici: potenziali impatti indiretti



Influenza dell'ambiente ricevente

- L'ambiente ricevente influenza enormemente la variabile esposizione
- Il nostro progetto LIFE+ MAN-GMP-ITA ha mostrato che l'esposizione del transgene ai bioindicatori non-target è fortemente influenzata dai siti riceventi (Emilia-Lazio-Molise)
- Alcuni siti mostrano diverse specie non-target e un differente livello di rischio potenziale
- Confermata l'esigenza di *case by case experiment...*



<http://www.amigaproject.eu/>



LIFE+ MAN-GMP-ITA

Validation of risk management tools for genetically modified plants in protected and sensitive areas in Italy

ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



IL CAMPIONAMENTO DELL'ARTROPODOFAUNA PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Applicazioni per la valutazione dell'impatto ambientale delle
Piante Geneticamente Modificate

a cura di: Giovanni Burgio, Ferdinando Baldacchino, Alessandra Magarelli,
Antonio Masetti, Salvatore Santorsola, Salvatore Arpaia