



Sezione
Entomologia
Agraria

Società Italiana di
Entomologia –
Sezione di Entomologia
agraria



Società Italiana
di Patologia
vegetale



Associazione Italiana
Società Scientifiche Agrarie



Associazione
Italiana per la
Protezione delle
Piante



Società Italiana di
Nematologia

Le scienze Agrarie nelle sfide globali

Difesa delle colture nell'ottica del cambiamento climatico

SIPaV*, SEI-sEa[§], AIPP# e SIN@

Laura Mugnai^{1*#}, Patrizia Sacchetti^{1§#}, Giulia Torrini^{2@}

¹ DAGRI, Università di Firenze

² CREA-Difesa e Certificazione



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DAGRI
CONSIGLIO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Abbiamo davanti due sfide che rendono la protezione delle piante più complessa...

Forte riduzione di prodotti fitosanitari

- Che sia o no il 30% la riduzione dei prodotti a forte impatto è inevitabile

Climate Change:

Fenomeni CRONICI

- Temperature
- Bilancio idrico
- Siccità
- Riduzione biodiversità

Fenomeni ACUTI

- Eventi estremi sempre più frequenti (grandine!!!)
- Composizione atmosfera
- INSTABILITÀ, RAPIDITÀ, DISFORMITÀ dei cambiamenti



- ridurre il rischio nell'uso dei prodotti chimici per la difesa del**50% entro il 2030???** ..**non più..**
Ma la direzione non può cambiare!

**HERE, THERE,
EVERYWHERE!**



ORGANISMI INVASIVI e/o EPIDEMIE: Effetti economici e sociali devastanti

Un minimo cambiamento, anche solo 1 °C nella temperatura, o nella distribuzione delle piogge può determinare **effetti economici, sociali - oltre che ecologici - devastanti**

- Peronospora della patata in Irlanda
- *Globodera* spp. su patata
- *Locusta migratoria*
- Fall armyworm in Africa
- e....peronospora della vite in Italia, 2023!!!!



Quali elementi condizionano lo sviluppo delle avversità?

Il climate change influenza:

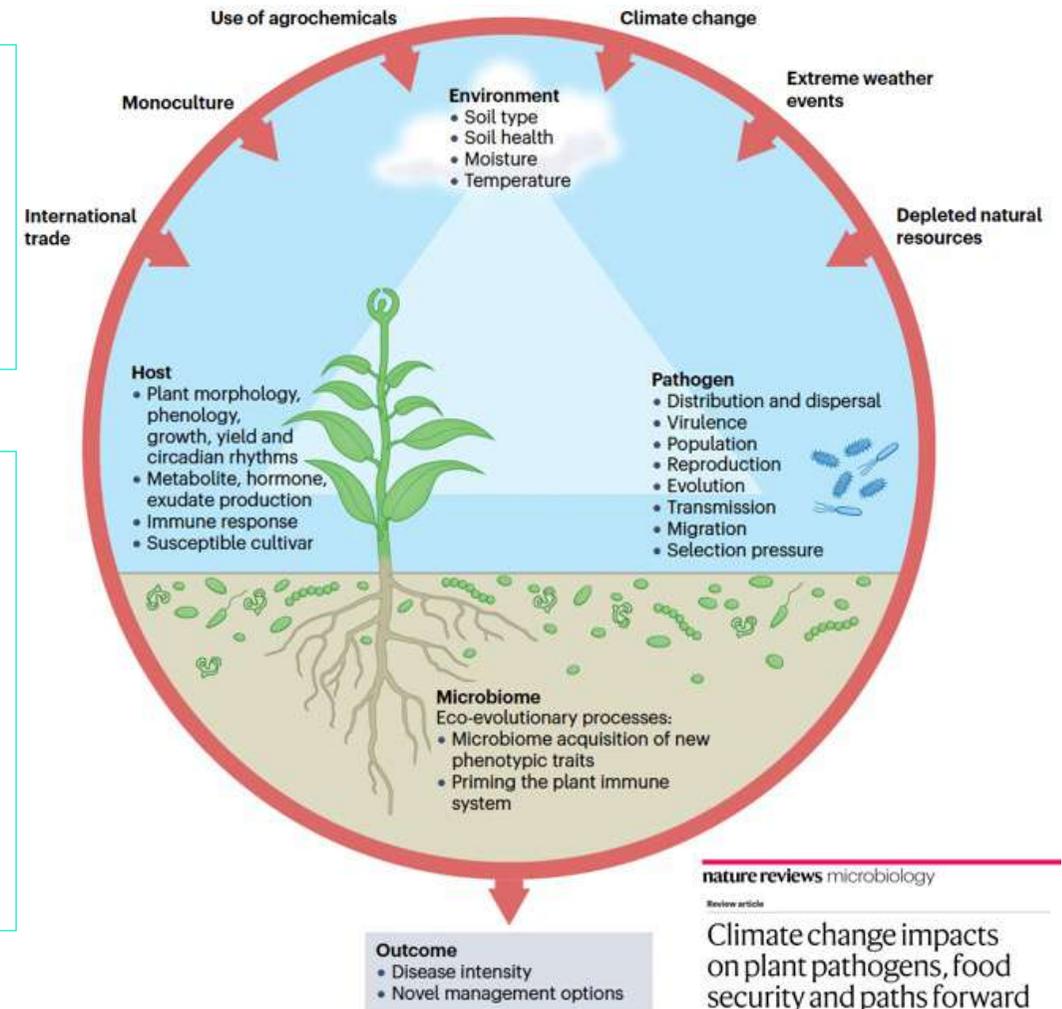
- Fisiologia dell'**ospite** e della sua risposta di difesa
- Ciclo vitale del **parassita** /del **patogeno** / del **vettore**
- Interferenze nella **interazione** con l'ospite
- Azione diretta e indiretta sul **microbioma**

E' **drammaticamente importante** e ancora poco considerato in questa interazione il ruolo del **MICROBIOMA**, e gli effetti del clima su di esso

- endofitico
- del filloplano
- della rizosfera

Influenza

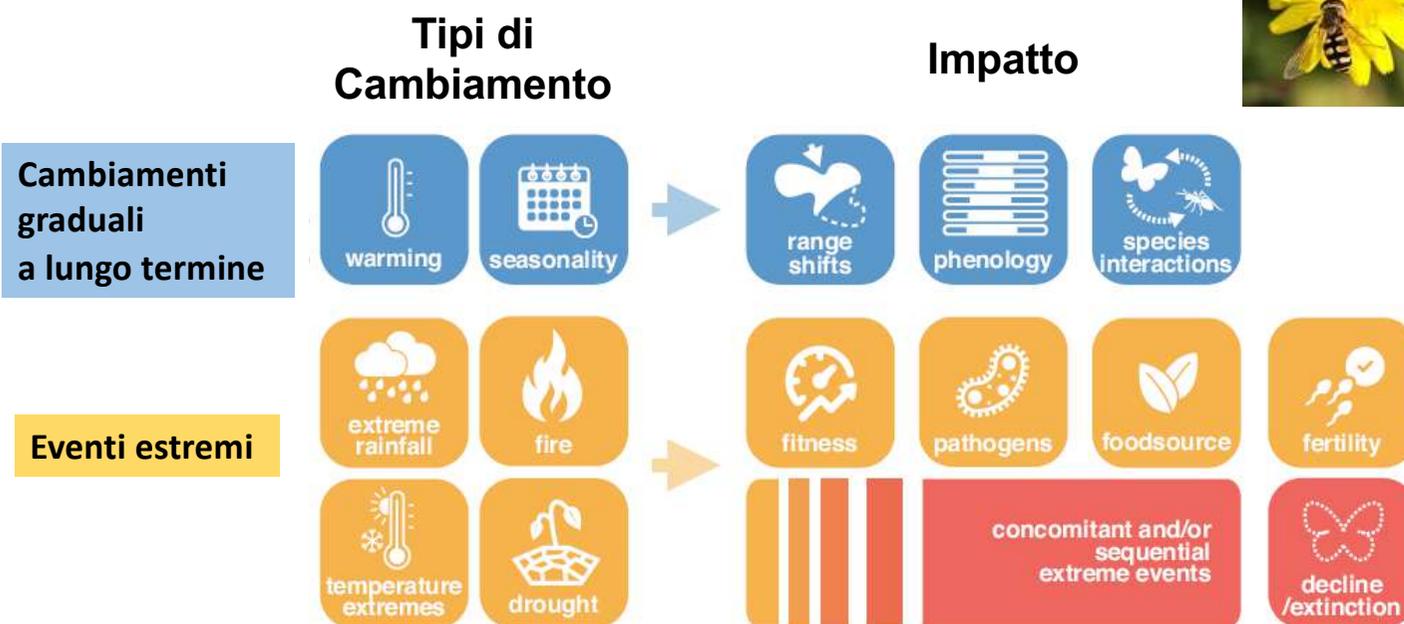
- nutrizione
- PRIMING; reazioni di difesa dell'ospite
- interazioni con gli agenti biotici (antagonisti naturali)



Impatto del cambiamento climatico sugli organismi nocivi e benefici

Grande variabilità e imprevedibilità nelle reazioni

Ad es. per gli insetti...



Ma in **TUTTI** gli agenti biotici CC può far cambiare:

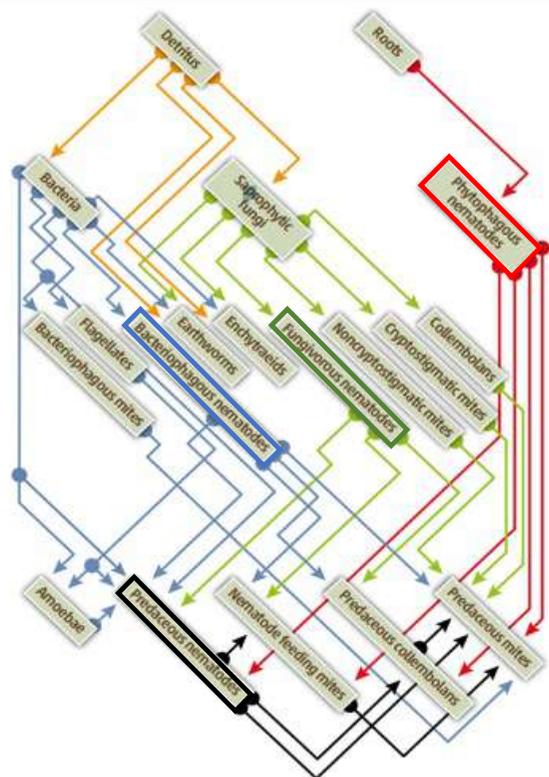
- Aree di distribuzione
- Rapidissimo sviluppo di popolazioni di patogeni
- Aumento n. generazioni insetti o del n. cicli dei patogeni
- Effetti opposti su specie diverse
- Rischio di estinzione
- **RISCHIO PERDITA DI BIODIVERSITÀ**
- ...etc etc

Scientists' warning on climate change and insects, Ecological monographs, 2023;93:e1553.

Impatto del cambiamento climatico sugli organismi nocivi e benefici: I NEMATODI

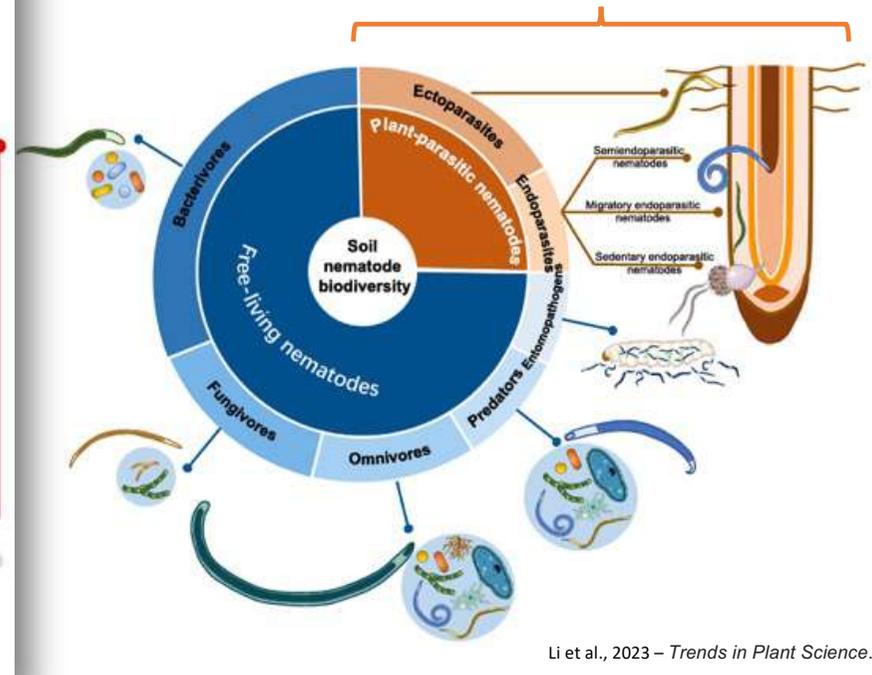
Il gruppo di animali più abbondante nel suolo e nei sistemi acquatici, rappresentando circa l'80% di tutti gli animali sulla Terra.

Ricoprono una serie di ruoli trofici nel suolo, tra cui quelli di: **batterivori, fungivori, predatori di altri nematodi, onnivori e fitoparassiti**



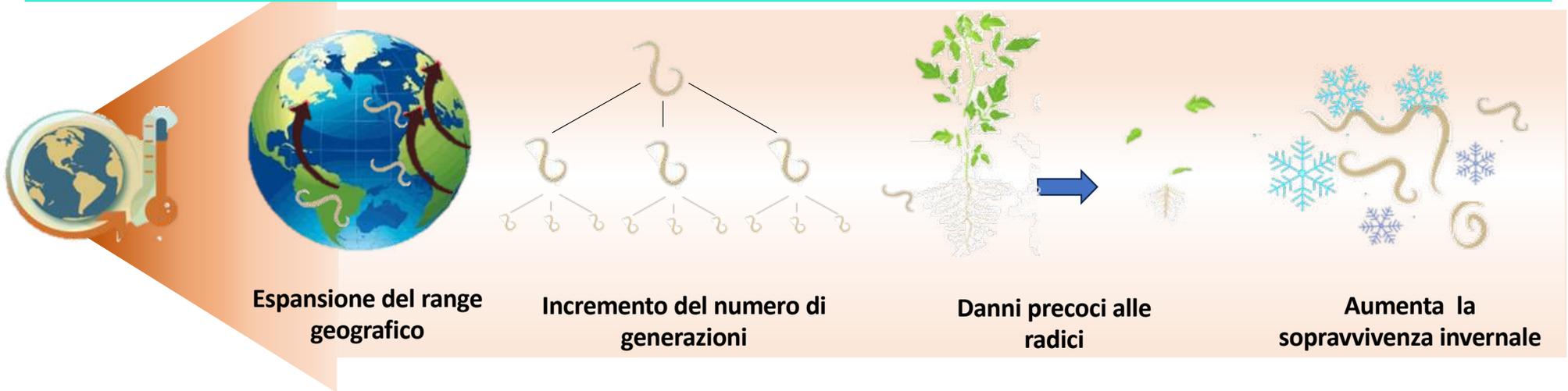
Più di 4.100 specie di nematodi fitoparassiti

\$ 173 miliardi di perdita annua stimata



Li et al., 2023 – Trends in Plant Science.

Impatto del cambiamento climatico sui nematodi: grande espansione del range geografico



**Le mutevolissime condizioni ambientali si intrecciano con la
continua introduzione di nuove combinazioni ospite – organismi nocivi**



GLOBALIZZAZIONE – enorme movimento di merci, persone**piante e organismi nocivi!**

Almeno il 50% delle emergenze fitosanitarie è legato al GLOBAL TRADE

RISCALDAMENTO GLOBALE – condizioni favorevoli all'adattamento in nuovi ambienti e dunque insediamento di specie aliene

TUTTO QUESTO HA EFFETTI DIRETTI SULLA GESTIONE DELLA DIFESA:

Cambiano gli agenti biotici o il loro comportamento

Cambiano le reazioni di difesa e la suscettibilità dell'ospite

Cambiano le interazioni



Conoscenza e Consapevolezza

- Mettere in atto i **mezzi di PREVENZIONE** possibili
- Focalizzare l'attività su **mezzi di MITIGAZIONE** degli effetti sulle avversità biotiche
- Iniziare i **processi di ADATTAMENTO** a mutate o mutabili condizioni ambientali

Misure fitosanitarie condivise fra continenti diversi

Protocolli standard internazionali

Misure di quarantena

A livello internazionale attivare:

PEST RISK ANALYSIS

SURVEILLANCE a livello locale fino a livello mondiale

**COORDINARE le attività a livello internazionale –
sempre piu' fondamentale!**

EUPHRESKO III partners will put the basis for global phytosanitary
coordination – A GLOBAL FRAMEWORK FOR DATA SHARING



LA GESTIONE DELLE AVVERSITÀ DEVE ESSERE PREVENTIVA

TECNICHE CULTURALI - Compost, rotazioni, eliminare sorgenti di inoculo, irrigazione, fertilizzazione organica, tempi di semina....

Caratteristiche ambientali che danneggiano gli insetti



- Vegetazione ridotta e con scarsa diversità
- Superfici sigillate e cementificazione (isole di calore)
- Suoli continuamente disturbati
- Mancanza di corpi idrici
- Ambiente «ordinato»
- Regolare distribuzione di prodotti fitosanitari
- Distribuzione di concimi

Aspetti critici di attenzione

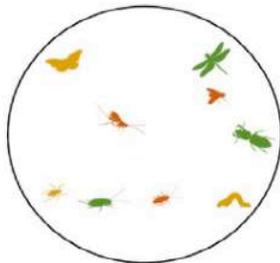
Rifugi
Umidità
Nutrimento
Assenza di fitofarmaci



Caratteristiche ambientali che favoriscono gli insetti



- Aumento della complessità
- Vegetazione densa
- Riduzione di superfici sigillate (selciato)
- Aumento della naturale copertura del suolo
- Creare corpi idrici (semi-)permanenti
- Mantenere tutto l'anno piante spontanee
- Equilibrare la vegetazione
- Mantenere lettiera e compost
- Potenziare il controllo naturale dei fitofagi

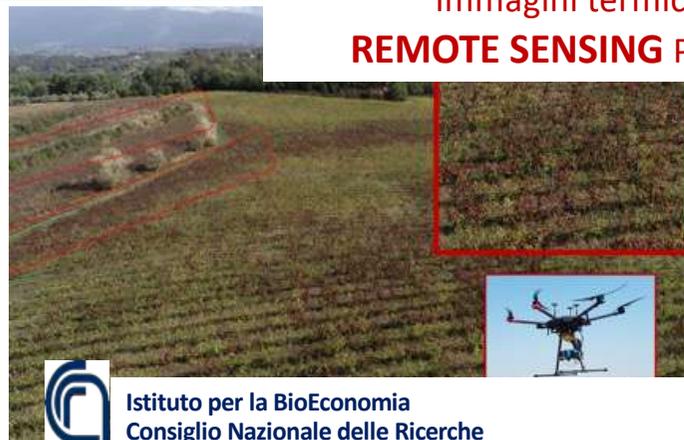
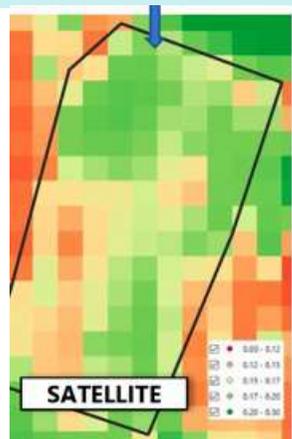


Provision of support to insects during climate extremes

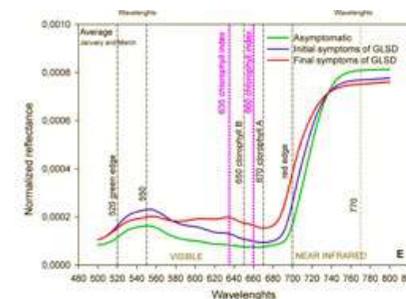
Scientists' warning on climate change and insects, Ecological monographs, 2023;93:e1553.

MONITORAGGIO!!!...anche tramite *Citizen Science*!

- La difesa ha sempre più bisogno delle **nuove tecnologie**ma..
- La difesa ha sempre più bisogno del **contatto diretto con il campo**: fare valutazioni «globali» di una situazione concreta
- Le condizioni reali della pianta influenzano moltissimo l'efficacia dei mezzi per la difesa: **zonazione!** Le **mappe di vigore** diventano mappe di rischio!
- Mezzi sempre più evoluti e «cost effective» per una **rilevazione precoce di anomalie di sviluppo** sono sempre più disponibili - **Rilievi digitalizzati e georiferiti = mappature sitospecifiche**



Immagini termiche e iperspettrali
REMOTE SENSING PER IL MONITORAGGIO



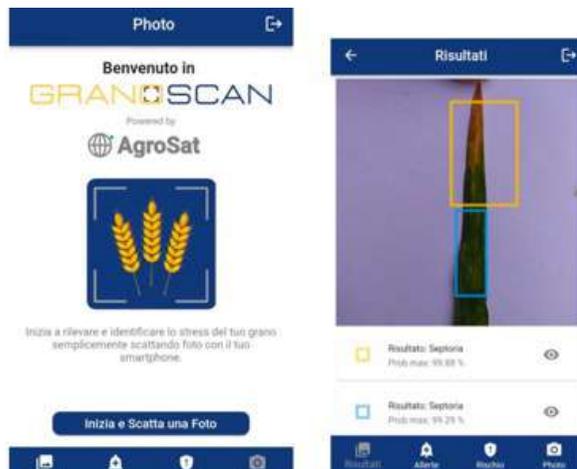
DIAGNOSI RAPIDA E TEMPESTIVA!!!!

Fondamentale avere mezzi efficaci e rapidi per il monitoraggio e la diagnosi:

- comparsa di agenti di nuova introduzione
- aggressione su nuovi ospiti da parte di agenti già presenti
- **NECESSITA'** di eliminare precocemente nuovi focolai

Messa a punto di metodi rapidi e di semplice utilizzo

- **APP per SmartPhone = scouting in vigneto e riconoscimento di avversità**
- **Diagnosi molecolare rapida in campo**



 Istituto per la BioEconomia
Consiglio Nazionale delle Ricerche



Eliminare nuovi focolai con tempestività!!!

MODELLIZZAZIONE – ciclo dei fitofagi e patogeni

Modello meccanicistico

PVsensing

A new Downy mildew forecasting model

CET Electronics

I modelli previsionali sono la base dei Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) che diventeranno sempre più **indispensabili** per contenere le avversità

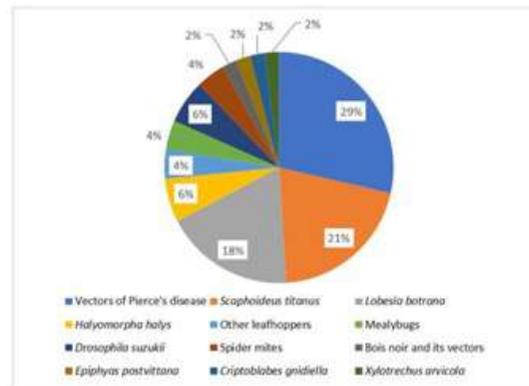
Modelli meccanicistici

L'unico modo per valutare contemporaneamente molti dei fattori che condizionano il ciclo del parassita o patogeno

Collegando le osservazioni in campo ai fattori che condizionano gli step del ciclo biologico

- Si migliora l'efficacia della difesa
- Si riduce il numero dei trattamenti

Distribution of published models investigating different taxa of grapevine pests.
 Lessio e Alma, 2021. *Insects* **2021**, 12(2)



Malattie - evoluzione rischio



VARIETÀ TOLLERANTI (“RESISTENTI”) ALLE MALATTIE: CHE FUTURO?

MOLTO INTERESSE! Non solo per gli stress, anche per le malattie!

Molte attività a riguardo, **spesso l'unica soluzione** ma....
Quanto può restare attiva con condizioni così variabili?

E' comunque una rincorsa...**monitoraggio**, valutazione dell'efficacia **CHE SUCCEDA SE CAMBIANO LE CONDIZIONI?**

FONDAMENTALE per la RESILIENZA

- Fondazione E. Mach
- Università di Udine / IGA
- CREA – Centro ricerca Viticoltura ed Enologia



Ricerca di risorse genetiche in popolazioni naturalmente resistenti, di *Vitis vinifera*:
Evitare l'incrocio da specie diverse e **valorizzare il patrimonio immenso di BIODIVERSITÀ**

Genotype	I%I (%)	Leaf disc
Mgaloblishvili	25	
Pinot noir	84	

Toffolatti *et al.*, 2018

TEA, Tecnologie di Evoluzione Assistita (Genome editing, Cisgenesi)

Piante più produttive e resistenti alle avversità e ai cambiamenti climatici

Che risorse ci può offrire L'EPIGENETICA?

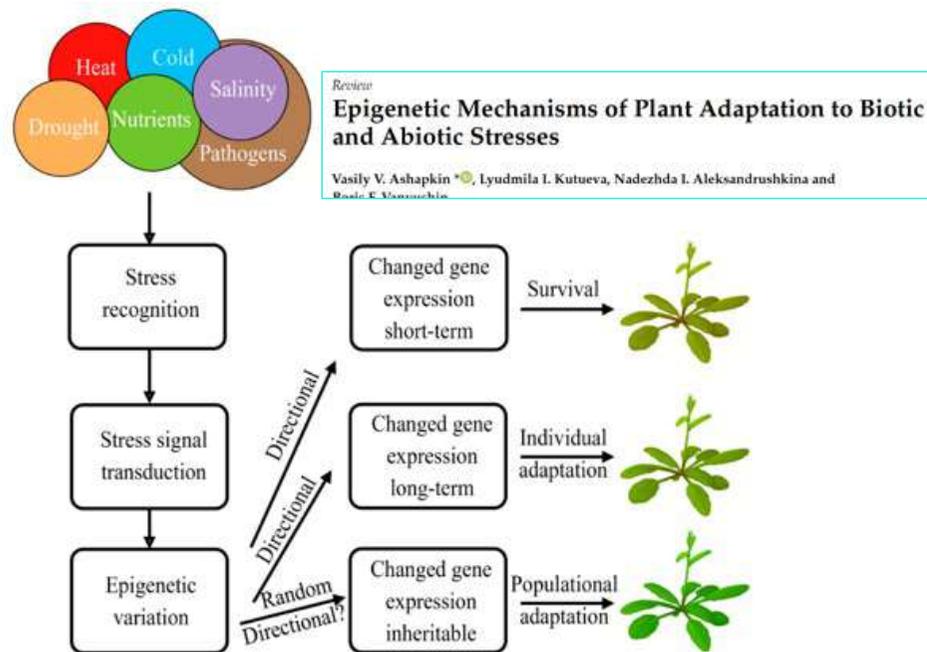
L'epigenetica ci dice come l'esposizione a fattori ambientali possa modificare l'espressione dei geni
ANCHE GLI AGENTI BIOTICI SONO POTENTI COMPONENTI DELL'AMBIENTE

Memoria epigenetica

= meccanismo di adattamento delle piante a un ambiente in rapido cambiamento

= in particolare, a stress biotici e abiotici aggressivi.

E determina mutazioni più frequenti e ripetitive rispetto a quelle strutturali/genetiche



Rivisitare i vantaggi della **SELEZIONE MASSALE**

Valorizzare l'adattamento naturale e mantenere la massima biodiversità possibile in colture basate solo su riproduzione clonale

I rischi rappresentati dall'uniformità genetica sono enormi. Serve un nuovo modello per valorizzare il progressivo adattamento delle piante ai cambiamenti e alle mutevoli sfide biotiche



How is epigenetics predicted to contribute to climate change adaptation?
What evidence do we need?

Katrina McGuigan¹, Ary A. Hoffmann² and Carla M. Sgrò³

UTILIZZO DI MEZZI PER LA DIFESA – PRODOTTI FITOSANITARI

MENO MEZZI, e MENO AGGRESSIVI sull'ecosistema: dobbiamo imparare ad usare meglio i mezzi che abbiamo e intensificare la ricerca per svilupparne di nuovi

CAMBIAMENTI VELOCI!!!!

PIOGGIA:

- Distribuzione
- Siccità / pioggia estreme

PIOGGIA:

- Intensità
- Frequenza
- Durata

Con il Climate Change la traslocazione o la persistenza dei prodotti fitosanitari possono cambiare!

- cambiamenti nella fisiologia e nella morfologia della pianta (diam. dei vasi; ...) possono cambiare la **traslocazione delle sostanze attive ad azione sistemica**
- variazioni nella **persistenza dei prodotti di contatto**



Può RISULTARNE **MAGGIOR NUMERO DI TRATTAMENTI**

Maggiore sviluppo di **POPOLAZIONI RESISTENTI ai prodotti fitosanitari**

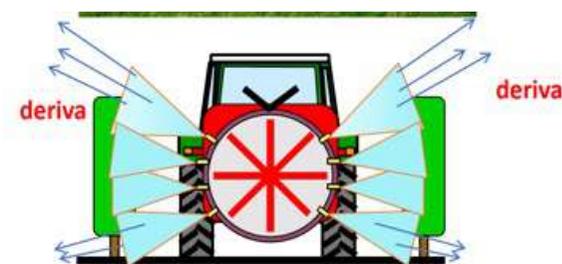
Efficacia dei MEZZI DI BIOCONTROLLO può cambiare!

- sono influenzati dall'ambiente quanto lo sono gli agenti di avversità ma...

COME? QUANTO? Possono diventare inefficaci!!!

CERTAMENTE SONO MEZZI VULNERABILI AI RAPIDI CAMBIAMENTI DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Più studi e regole nell'applicazione dei trattamenti fitosanitari



Fino al 70% perduto!!!!



<https://www.agroelectronics.it/index.php>

NECESSARIO SOSTENERE e INCREMENTARE LO SVILUPPO DI PRODOTTI e METODI ALTERNATIVI:

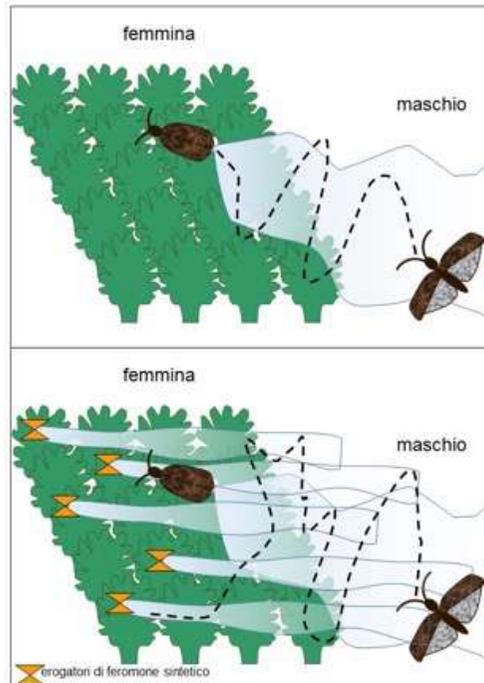
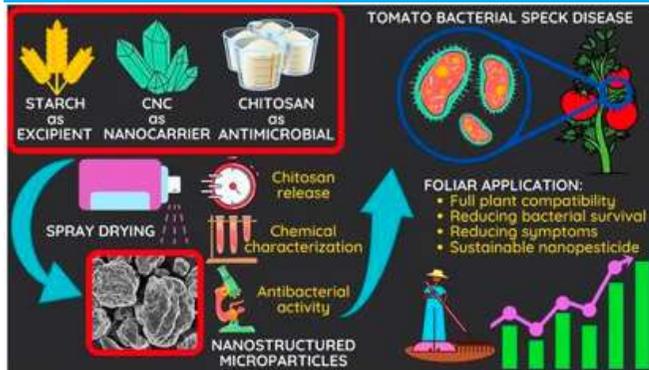
SOSTANZE NATURALI (chitosano, botanicals ..)

FISICI come bicarbonato di K, caolino, zeolite, reti antiinsetto ...)

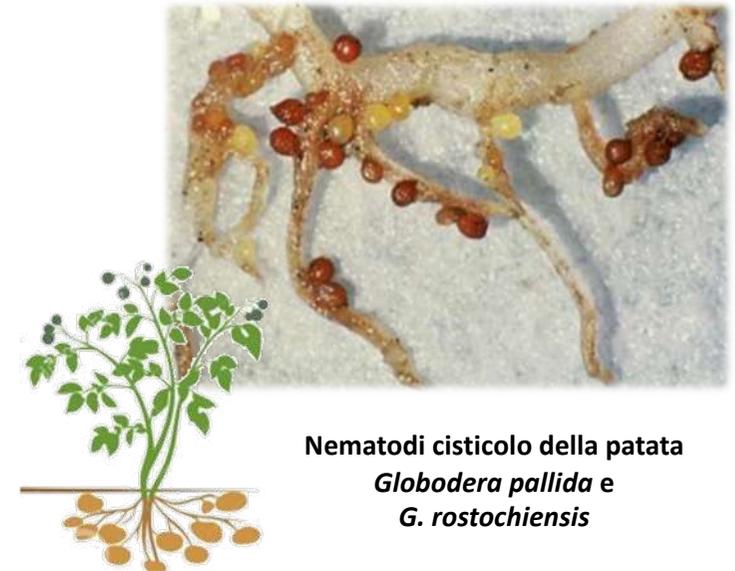
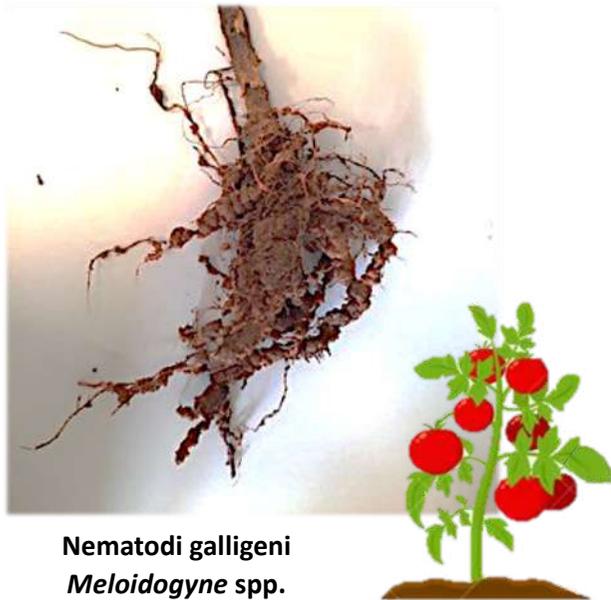
INNOVATIVI (tremologia, nanotecnologie, incremento dell'impiego dei semiochimici ...)

Nanotecnologie:

+ EFFICACI, + SICURI, SLOW DELIVERY, PRECISION DELIVERY,



MEZZI PER LA DIFESA – NEMATODI



Strategie di difesa



Sementi e materiali di piantagione certificati



Monitoraggio e Mappatura della distribuzione dei nematodi



Analisi del Rischio



«Early detection»
Sistemi di diagnosi rapida e precoce



Selezione delle cultivar resistenti



Buona gestione del suolo



Misure agronomiche

Vecchie STRATEGIE...innovative! Il caso di *Meloidogyne graminicola*



06/16

EN

Official Journal of the European Union

8.8.2022

COMMISSION IMPLEMENTING REGULATION (EU) 2022/1372

of 5 August 2022

as regards temporary measures to prevent the entry into, the movement and spread within, the multiplication and release in the Union of *Meloidogyne graminicola* (Golden & Birchfield)

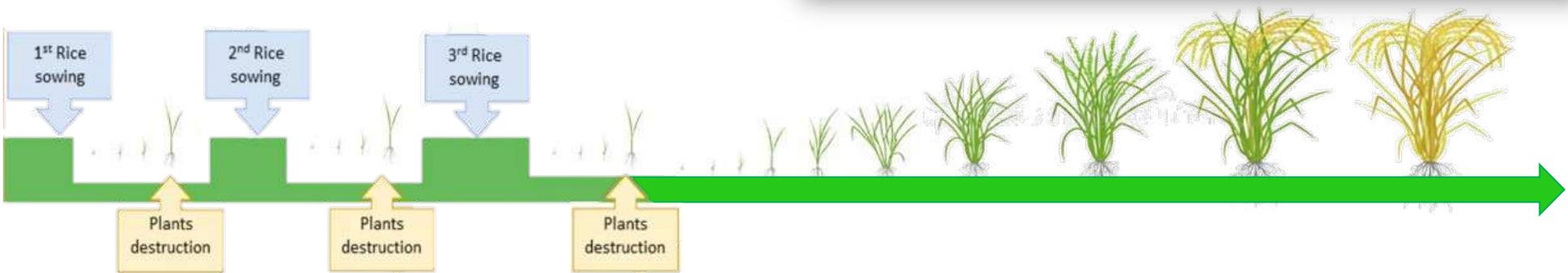
ure



Article

Control of *Meloidogyne graminicola* a Root-Knot Nematode Using Rice Plants as Trap Crops: Preliminary Results

Stefano Sacchi ^{1,†}, Giulia Torrini ^{2,*†}, Leonardo Marianelli ², Giuseppe Mazza ², Annachiara Fumagalli ³, Beniamino Cavagna ⁴, Mariangela Ciampitti ³ and Pio Federico Roversi ²



EFFETTI DIRETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Il caso della **Mosca delle olive** e dell'**Olivo** = effetti potenziali?



Sviluppato un modello demografico per la mosca, basato su fisiologia e dati meteo

L'areale dell'olivo si espanderà nelle zone fredde a nord, e ad altitudini più elevate

Olive agroecosystems in the Mediterranean Basin: multitrophic analysis of climate effects with process-based representation of soil water balance

Luigi Ponti^{a,b,*}, Andrew Paul Gutierrez^{b,c}, Bruno Basso^{d,e}, Markus Neteler^f, Paolo Michele Ruti^g, Alessandro Dell'Aquila^g, Massimo Iannetta^a

^aTechnical Unit for Sustainable Development and Innovation of the Agro-Ind

Global Change Biology

Global Change Biology (2009) 15, 2874–2884, doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.01938.x

Climate warming effects on the *Olea europaea* system in Mediterranean islands: example

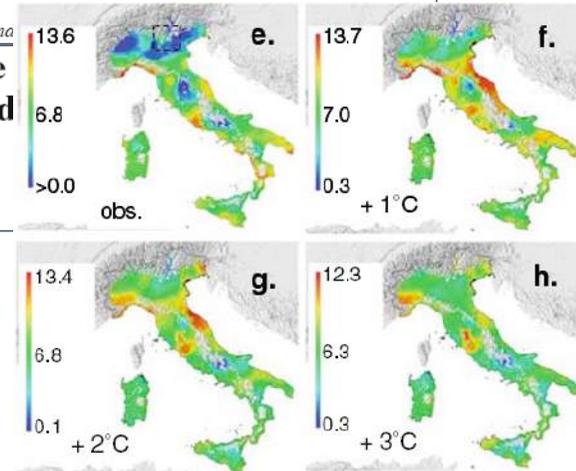
LUIGI PONTI[†], Q. ANTONIO COSSU[†] and ANDREW PAUL

Effects of climate warming on Olive and olive (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and

Andrew Paul Gutierrez · Luigi Ponti · Q. A. Cossu

Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers

Luigi Ponti^{a,b,1}, Andrew Paul Gutierrez^{b,c}, Paolo Michele Ruti^d, and Alessandro Dell'Aquila^d



(Gutierrez et al., Climatic Change, 2009)

EFFETTI DIRETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO sulla Mosca delle olive e sull'olivo = potenziali? Già IN ATTO!!

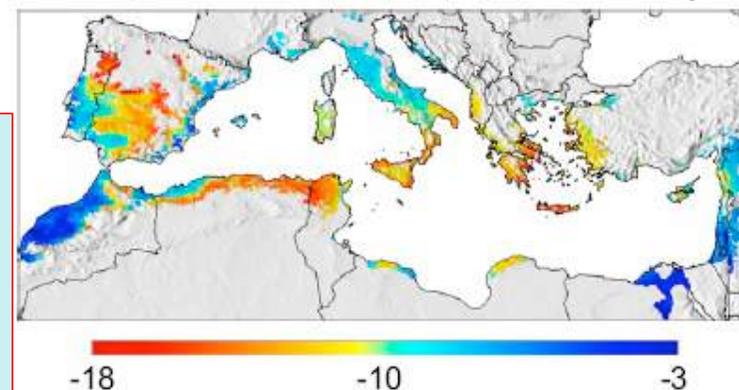
ARTICOLI STAMPA :: AMBIENTE, ECONOMIA, SISTEMA IG :: 18 ottobre 2023

Garda DOP – Olio EVO, raccolta in calo del 30% a causa dei cambiamenti climatici

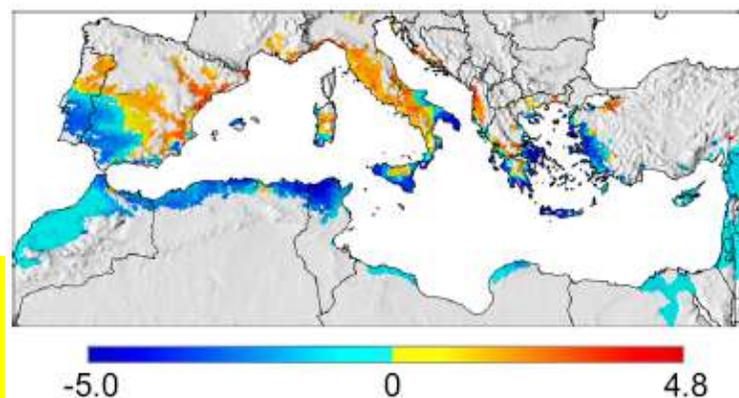


- Il riscaldamento climatico sta influenzando la resa e i livelli di infestazione delle olive in tutto il bacino del Mediterraneo
- **Le piccole aziende olivicole, perderanno, e già stanno perdendo, redditività con conseguente aumento dell'abbandono.**

Cambiamento nella data di fioritura dell'olivo (g)



Cambiamento nell'abbondanza di mosca delle olive (numero cumulativo annuale pupe $\times 10^3$ /olivo)



Relazione tra grado di infestazione e indici basati sulla temperatura calcolati per il periodo precedente

- Temperature inverno e primavera
- Temperature estate



Infestazioni più elevate negli anni che seguono gli inverni più caldi.

MONITORAGGIO: Sempre maggiore importanza del monitoraggio pluriennale per comprendere la dinamica delle popolazioni di *B. oleae* su scala regionale

MODELLI PER PREVISIONI PIÙ PUNTUALI

APPROCCI ALTERNATIVI PER CONTRASTARE L'AUMENTO DELLE POPOLAZIONI DELLA MOSCA DELL'OLIVO IN CONSEGUENZA DEL **riscaldamento globale**



Da: Mori N., 2022



Reti antinsetto: stanno diventando uno strumento indispensabile

- grandine
- pioggia
- fitofagi (psille, afidi, lepidotteri tortricidi, ditteri)

RETI COLORATE: selezione bande spettrali



Meleto (Chianciano, Siena)

PERONOSPORA 2023

Perdite del 30-50% nel centro
e sud Italia



Quali sono stati gli aspetti critici:

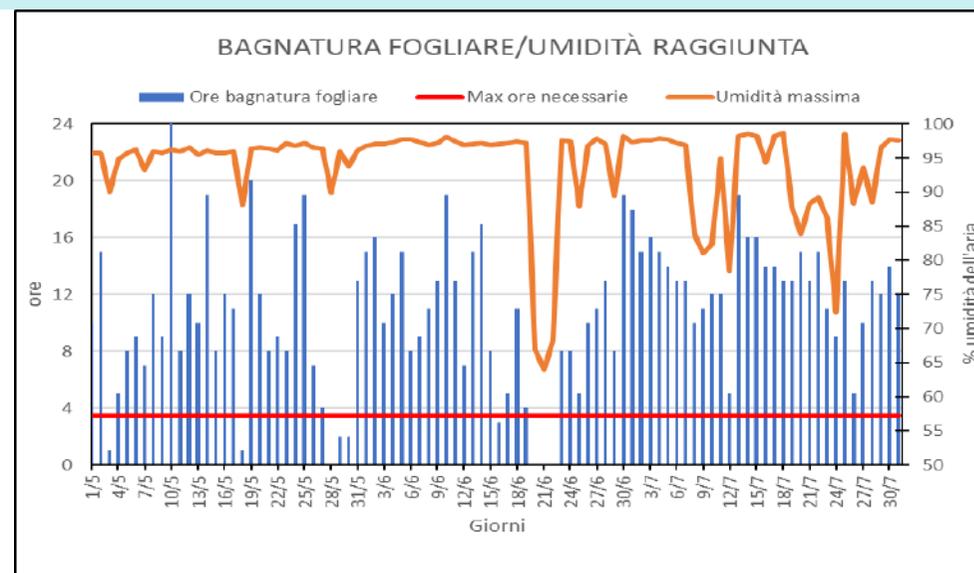
- **METEO:** Fra il 15 aprile e il 15 giugno, che comprende le **fasi fenologiche più critiche** è caduto un **quantitativo di pioggia più del doppio della media**
- **Giorni di pioggia continui**
- **Bagnatura fogliare continua fino a fine luglio** ANCHE QUANDO AVEVA SMESSO DI PIOVERE!
- **Temperature medie primaverili**, sempre vantaggiose per le infezioni



CONDIZIONI ECCEZIONALMENTE FAVOREVOLI AL PATOGENO NEL PERIODO DI MASSIMA SUSCETTIBILITÀ



La rugiada notturna ha permesso la continua sporulazione delle infezioni nel tempo



DOBBIAMO IMPARARE A GESTIRE LE SITUAZIONI ESTREME



MA CON UN **PROCESSO DI ADATTAMENTO E CONOSCENZA** LA DIFESA E' STATA GESTITA BENE! Là dove.....

- si sono usati **MONITORAGGIO** IN CAMPO e SISTEMI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI o **modelli previsionali** che hanno permesso di individuare le fasi di maggior rischio
- si è fatto **inerbimento e buona gestione del terreno** che hanno permesso di fare trattamenti tempestivi
- si conoscono bene le **caratteristiche dei prodotti** li si è scelti in base allo sviluppo della vegetazione
- si sta attenti a valutare il modo migliore per un trattamento completo ed efficiente (**taratura e settaggio degli atomizzatori**)
- **buona organizzazione aziendale - macchine e personale**

PREVENZIONE - MITIGAZIONE - ADATTAMENTO

- **L'innovazione** nella protezione delle piante è indispensabile
- Comprendere l'eccezionalità e saperla gestire
- MAGGIORE SVILUPPO di **mezzi innovativi e sostenibili**, agricoltura di precisione
- TANTA RICERCA nell'adattamento delle **tecniche colturali**, individuazione di **incroci e varietà tolleranti** al cambiamento climatico e alla inusuale pressione di malattie e infestazioni, mantendo **BIODIVERSITÀ**
- TANTA RICERCA nello **studio del ciclo degli organismi nocivi** per la messa a punto di **modelli** che ci aiutino a interpretarne lo sviluppo in situazioni imprevedibili
- **Più formazione per i tecnici e gli agricoltori** – per usare al meglio e in condizioni nuove i mezzi tradizionali e innovativi individuati

Valorizzare la produzione agricola per richiamare i giovani e coinvolgerli nell'uso delle tecniche e approcci innovativi e sostenibili

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

