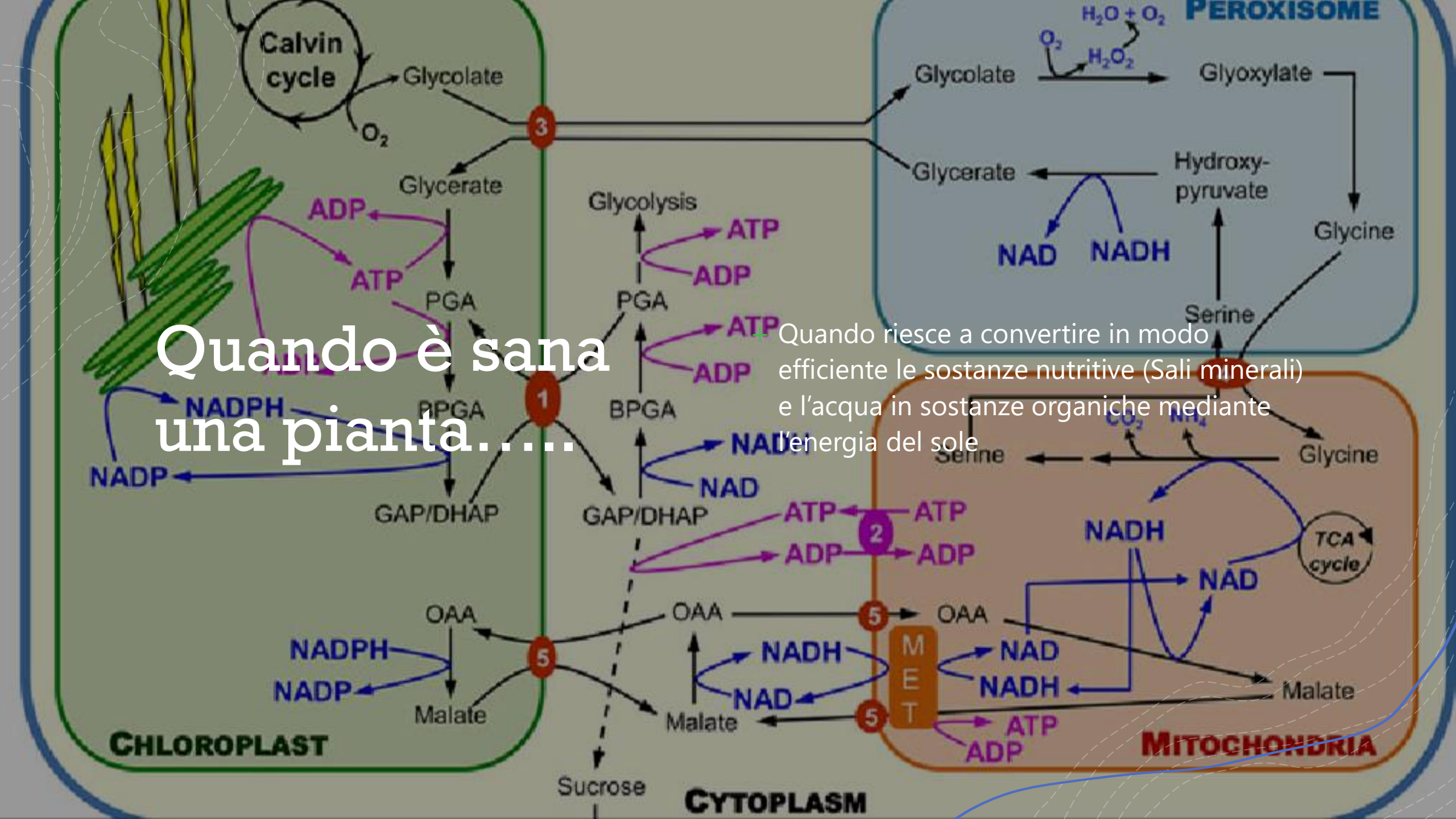
La salute delle piante – la salute dell'uomo

Massimo Reverberi

25/11/2020

Una pianta è sana….

+ **Una pianta è considerata sana quando svolge le sue funzioni fisiologiche al meglio del suo potenziale genetico (Agrios)**

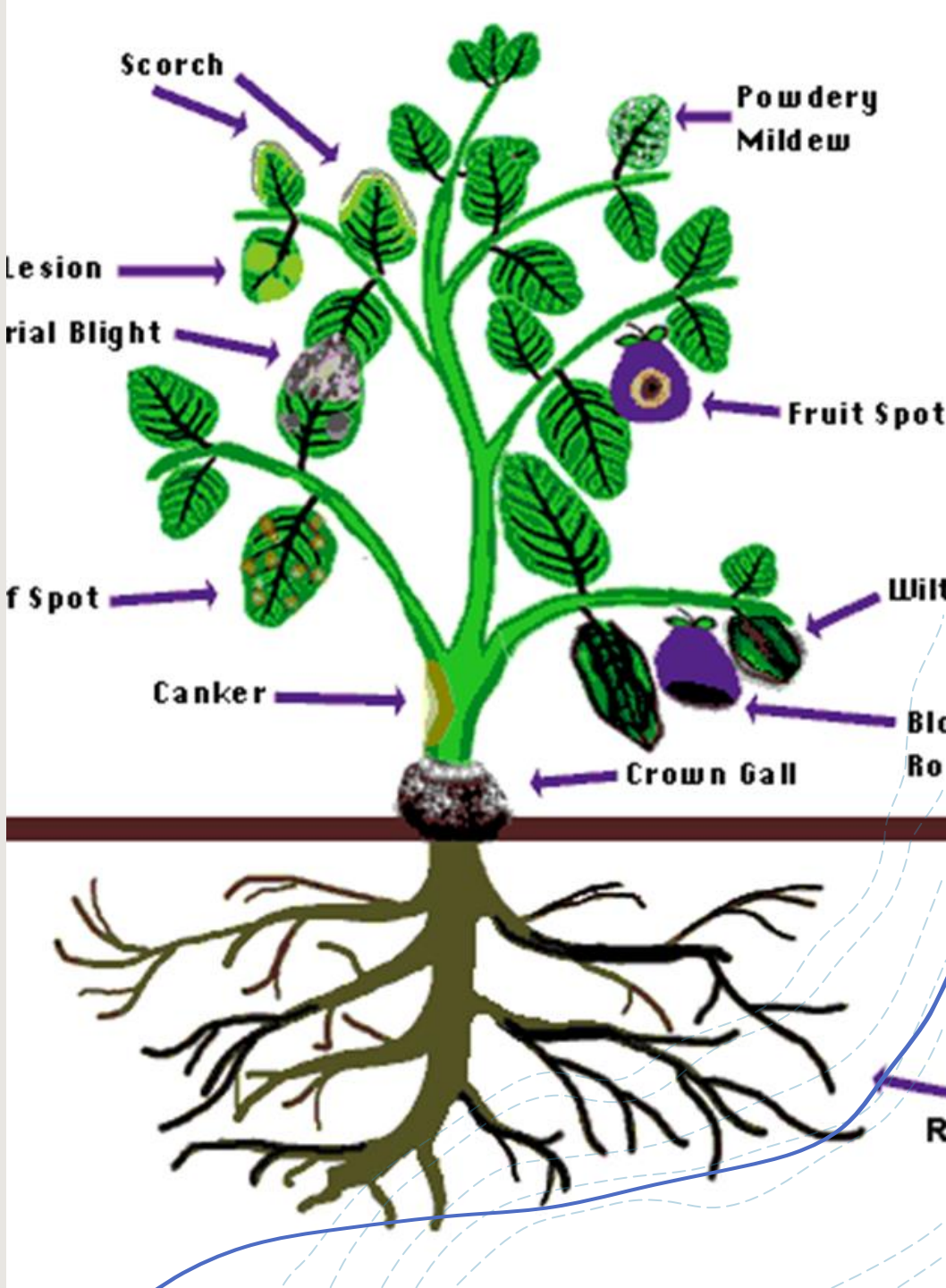


Quando è sana una pianta……

Quando riesce a convertire in modo efficiente le sostanze nutritive (Sali minerali) e l'acqua in sostanze organiche mediante l'energia del sole

Quali sono le minacce?

+ Perché una pianta si «ammala»?
+ la malattia è un disturbo o una deviazione dalla normale struttura o dalla normale fisiologia della pianta, localizzata o generalizzata, riconoscibile da qualche sintomo o segno e che produce qualche danno alla pianta



Ma le piante…

- La patogenesi nel "mondo vegetale" non è un **evento generalizzato**: in altre parole, non tutte le piante "cadono malate" a causa di un attacco di microrganismi
- Alcune piante sono particolarmente sensibili alla malattia (pomodori, patate, fragole e tabacco) e possono essere attaccate con successo da **centinaia** di agenti patogeni.
- Altre piante (cavoli, orzo, canna da zucchero, alberi di pino) sono infettate da relativamente **pochi** microrganismi
- Questa variabilità non è dovuta solo alla distribuzione e alla frequenza dei patogeni, infatti spesso le piante crescono in presenza di agenti patogeni senza esservi collegate.

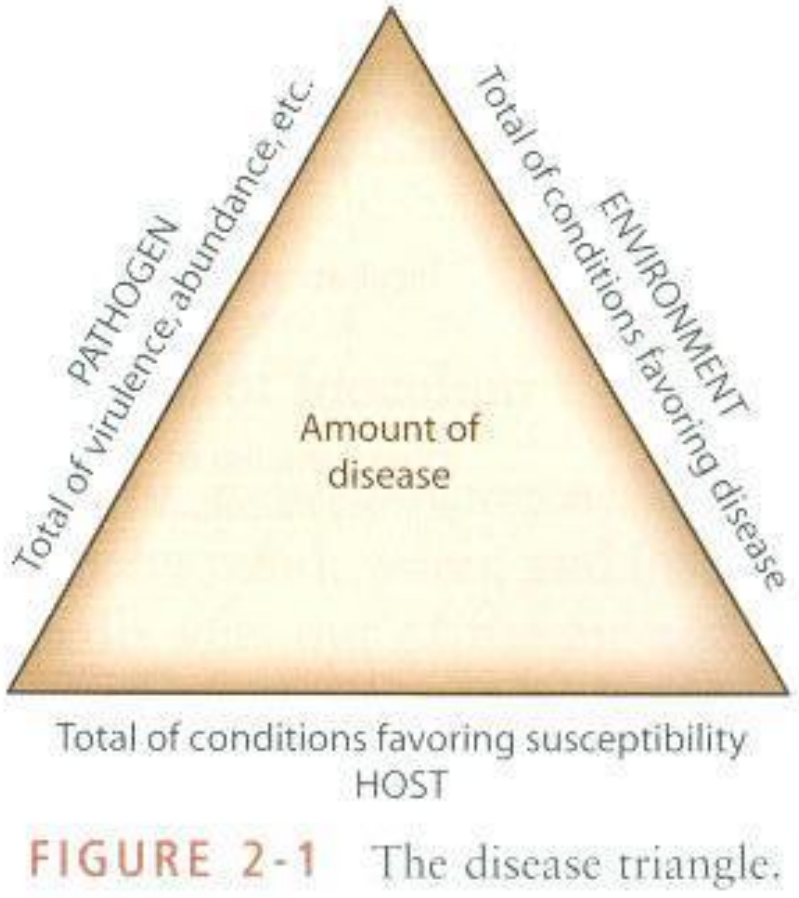
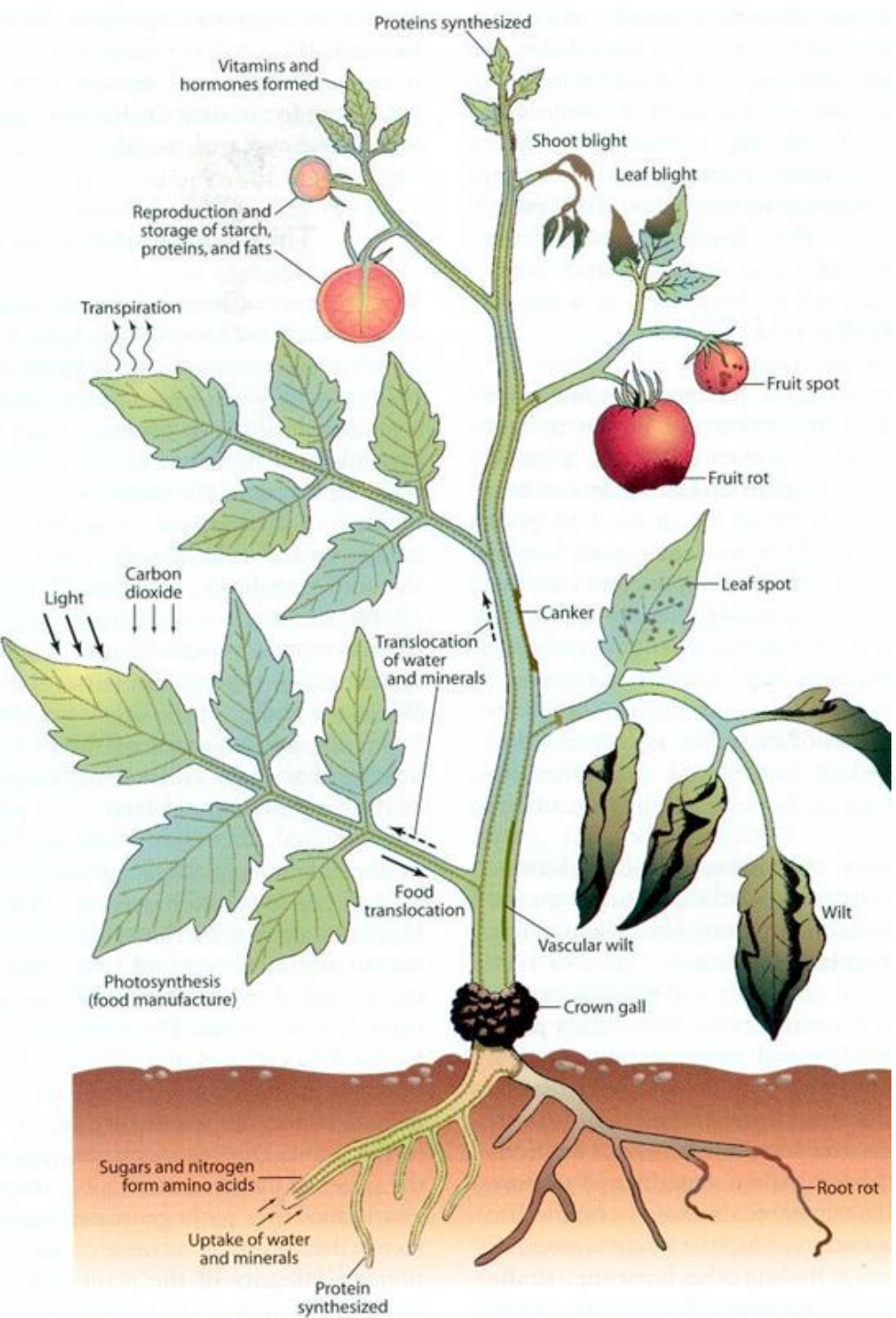


FIGURE 2-1 The disease triangle.

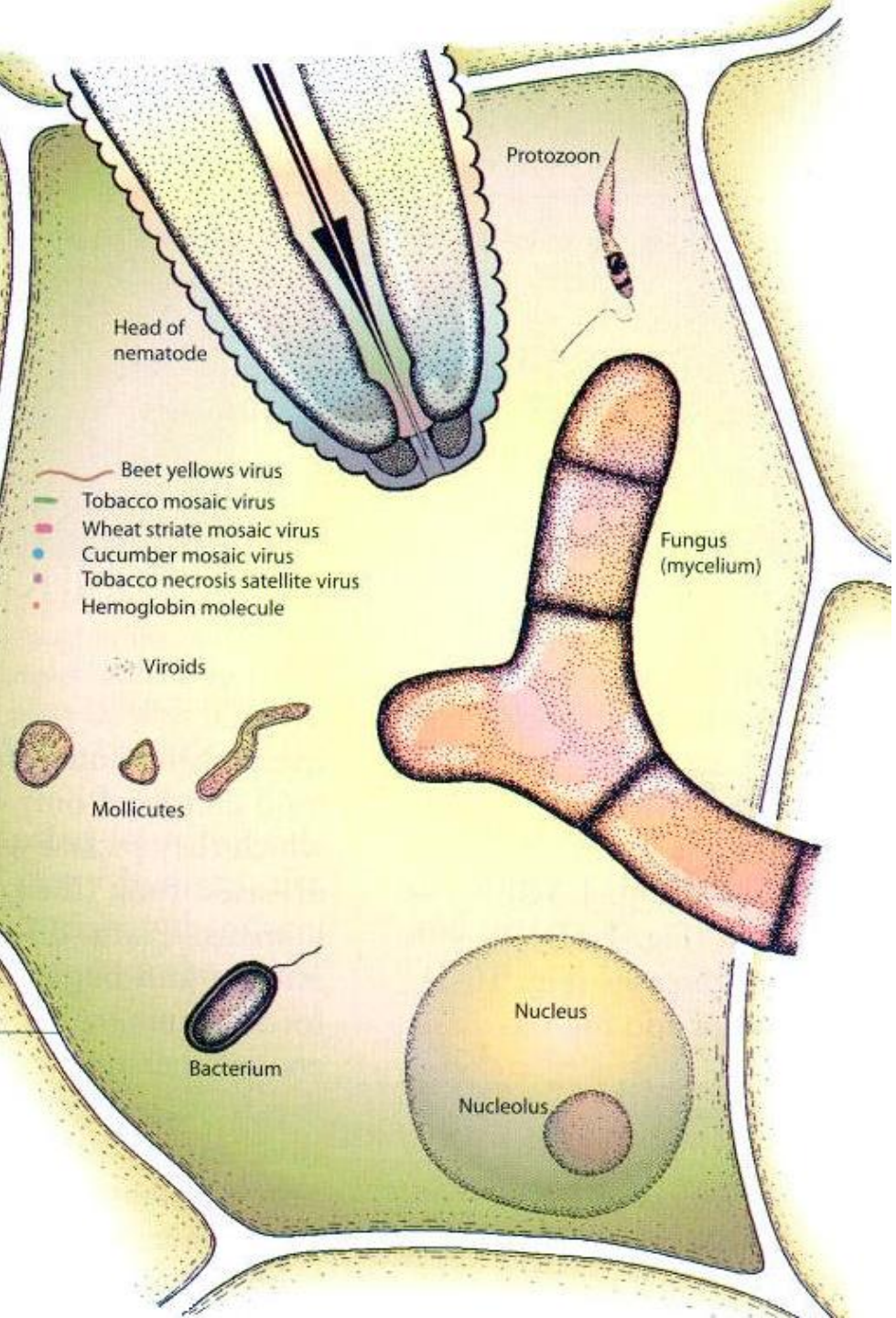
Il triangolo della malattia

- Affinché si verifichi un evento patologico di natura parassitaria, è necessario disporre di almeno 3 elementi
- 1. L'agente patogeno deve essere virulento
- 2. La pianta ospite deve essere suscettibile
- 3. Le condizioni ambientali devono essere favorevoli allo sviluppo dell'agente patogeno
- A questi va aggiunto il **fattore tempo**, inteso come persistenza delle condizioni ambientali favorevoli all'attacco
- In realtà, questo fattore aiuta a determinare la gravità dell'attacco stesso e l'entità del danno a livello di popolazione delle piante ospiti



I Sintomi della malattia

- Le cause primarie della malattia sono i **patogeni** (funghi, virus, batteri ...) o fattori ambientali.
- All'inizio la **reazione** della pianta al patogeno è nel sito di penetrazione, è **chimica** e invisibile
- Presto, tuttavia, la reazione diventa più diffusa e provoca **cambiamenti istologici** che si verificano a livello **macroscopico** e mostrano i sintomi della malattia
- Questi sintomi possono manifestarsi a livello macroscopico a *diversi stadi del ciclo* vegetale e anche l'esito della malattia dipende molto da questo.
- Tuttavia, non sempre un fenomeno macroscopico di malattia è facilmente attribuibile a una **singola** causa.



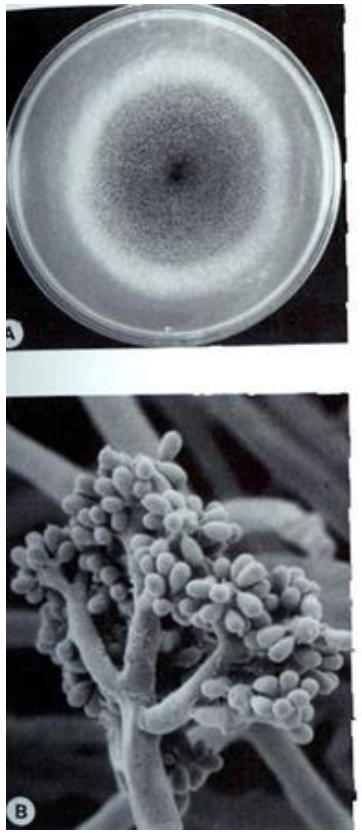
Cause di malattia

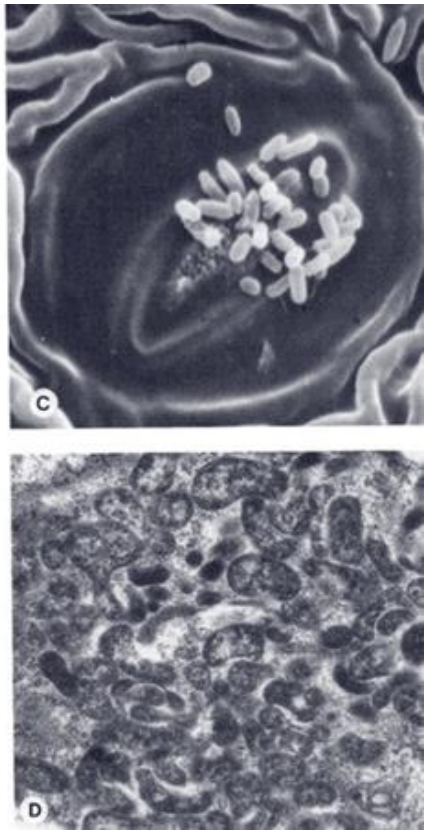
Agenti biotici:

- microrganismi patogeni che possono causare malattie nelle piante **disturbando** il metabolismo delle cellule vegetali attraverso enzimi, tossine, regolatori della crescita e altre sostanze che possono secernere e assorbire i nutrienti dall'ospite.
- Altri patogeni possono anche causare malattie crescendo e moltiplicandosi nei tessuti vascolari dell'ospite, impedendo così il normale flusso di acqua e sostanze nutritive

I Patogeni Microbici

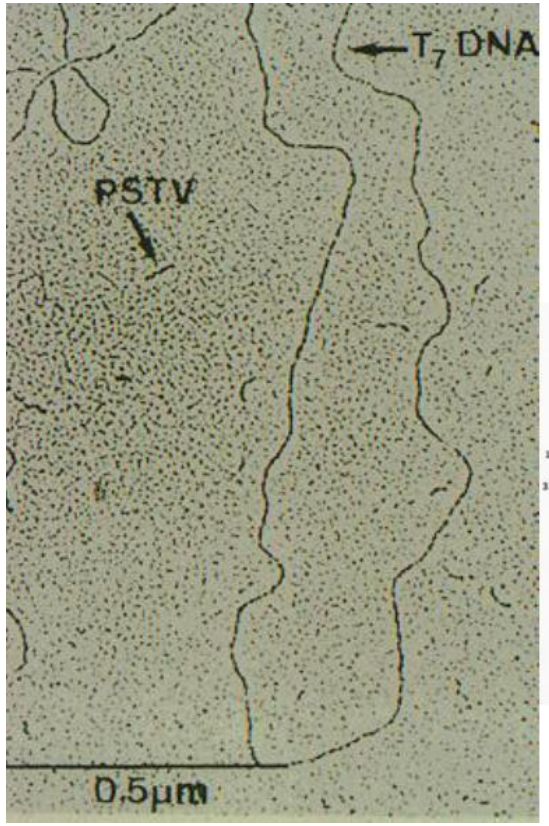
- Gli organismi eterotrofi, a differenza degli autotrofi, sono totalmente dipendenti da composti organici. La fonte finale della maggior parte dei composti del carbonio sono le piante verdi (la cellulosa è il polimero più abbondante in natura)
- Per raggiungere questi bisogni nutrizionali, cioè ottenere questi composti dalle piante verdi, i microrganismi adottano varie strategie

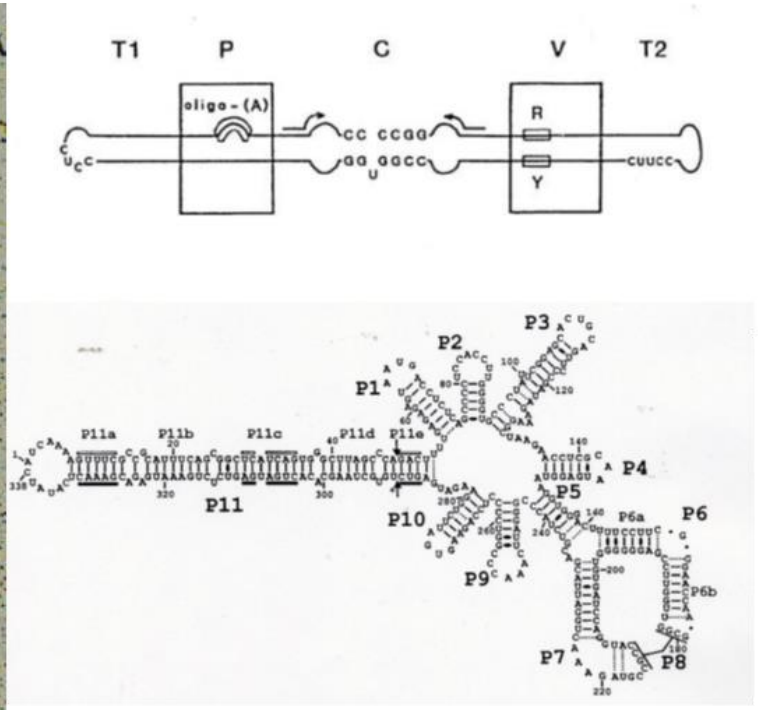




Disease	Location	Comments
Fungal		
1. Cereal rusts	Worldwide	Frequent severe epidemics; huge annual losses
2. Cereal smuts	Worldwide	Continuous, although lesser, losses on all grains
3. Ergot of rye and wheat	Worldwide	Infrequent, poisonous to humans and animals
4. Late blight of potato	Cool, humid climates	Annual epidemics, e.g., Irish famine (1845–1846)
5. Brown spot of rice	Asia	Epidemics, e.g., the great Bengal famine (1943)
6. Southern corn leaf blight	U.S.	Historical interest, epidemic 1970, $1 billion lost
7. Powdery mildew of grapes	Worldwide	European epidemics (1840s–1850s)
8. Downy mildew of grapes	U.S., Europe	European epidemic (1870s–1880s)
9. Downy mildew of tobacco	U.S., Europe	European epidemic (1950s–1960s); epidemic in North Ame
10. Chestnut blight	U.S.	Destroyed almost all American chestnut trees (1904–1940)
11. Dutch elm disease	U.S., Europe	Destroying American elm trees (1918 to present)
12. Pine stem rusts	Worldwide	Causing severe losses in many areas
13. Dwarf mistletoes	Worldwide	Serious losses in many areas
14. Coffee rust	Asia, South America	Destroyed all coffee in southeast Asia (1870s–1880s) since in South and Central America
15. Banana leaf spot or Sigatoka disease	Worldwide	Great annual losses
16. Rubber leaf blight	South America	Destroys rubber tree plantations
17. Fusarium scab of wheat	North America	Severe losses in wet years
Viral		
18. Sugar cane mosaic	Worldwide	Great losses on sugar cane and corn
19. Sugar beet yellows	Worldwide	Great losses every year
20. Citrus tristeza (quick decline)	Africa, Americas	Millions of trees being killed
21. Swollen shoot of cacao	Africa	Continuous heavy losses
22. Plum pox or sharka	Europe, North America	Spreading severe epidemic on plums, peaches, apricots
23. Barley yellow dwarf	Worldwide	Important on small grains worldwide
24. Tomato yellow leaf curl	Mediterranean countries, Caribbean Basin, U.S.	Severe losses of tomatoes, beans, etc.
25. Tomato spotted wilt virus	Worldwide	On tomato, tobacco, peanuts, ornamentals, etc.
Bacterial		
26. Citrus canker	Asia, Africa, Brazil, U.S.	Caused eradication of millions of trees in Florida in 1910s in the 1980s and 1990s
27. Fire blight of pome fruits	North America, Europe	Kills numerous trees annually
28. Soft rot of vegetables	Worldwide	Huge losses of fleshy vegetables
Phytoplasmal		
29. Peach yellows	Eastern U.S., Russia	Historical, 10 million peach trees killed
30. Pear decline	Pacific coast states and Canada (1960s), Europe	Millions of pear trees killed
Nematode diseases		
31. Root knot	Worldwide	Continuous losses on vegetables and most other plants
32. Sugar beet cyst nematode	Northern Europe, Western U.S.	Continuous severe annual losses on sugar beets
33. Soybean cyst nematode	Asia, North and South America	Continuous serious losses on soybean

Principali cause di malattie

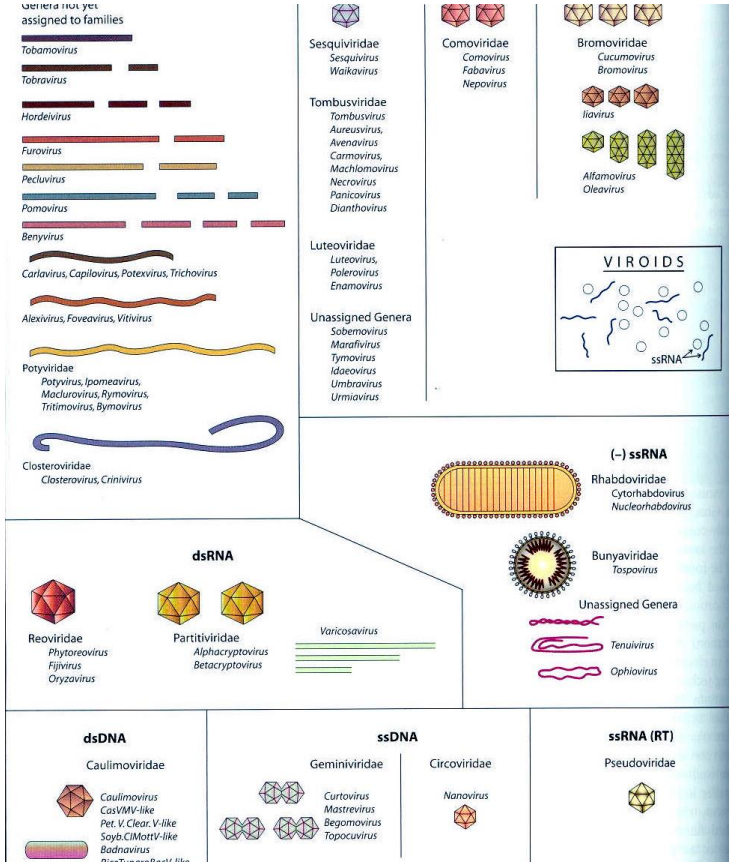




I Viroidi

- **Sono i più piccoli patogeni conosciuti**
- **Presenti solo nel mondo vegetale (?)**
- **Sono costituiti esclusivamente da ssRNA circolare a basso peso molecolare (246-399 basi = 130.000 Dalton) non incapsidato ed in grado di replicarsi nella piante ospiti autonomamente ovvero in assenza di un virus ausiliare**

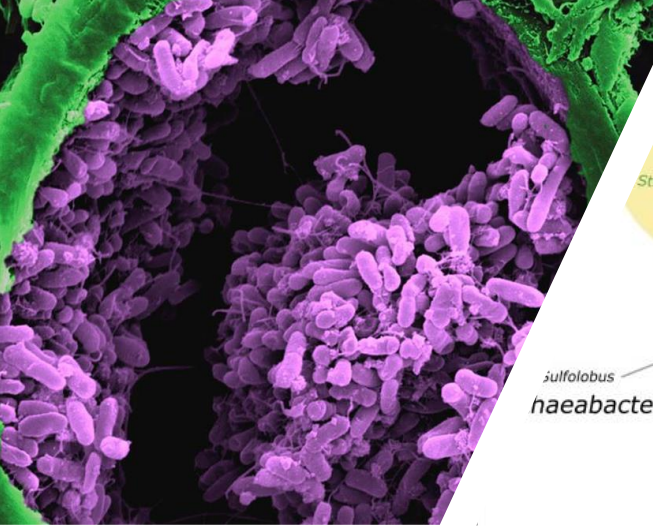
I Virus

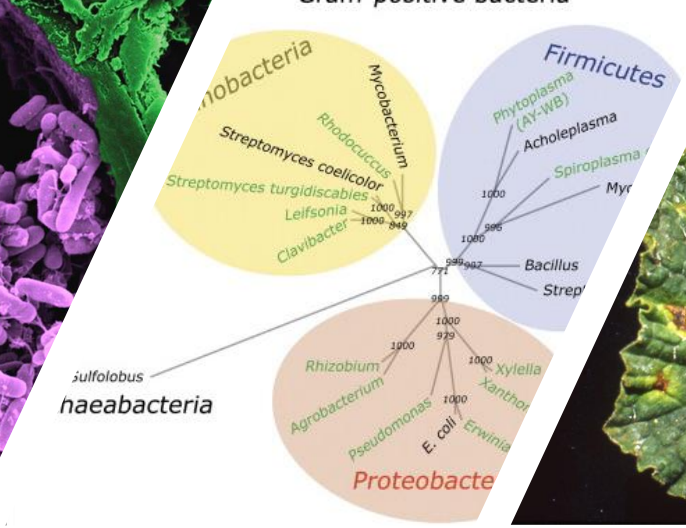


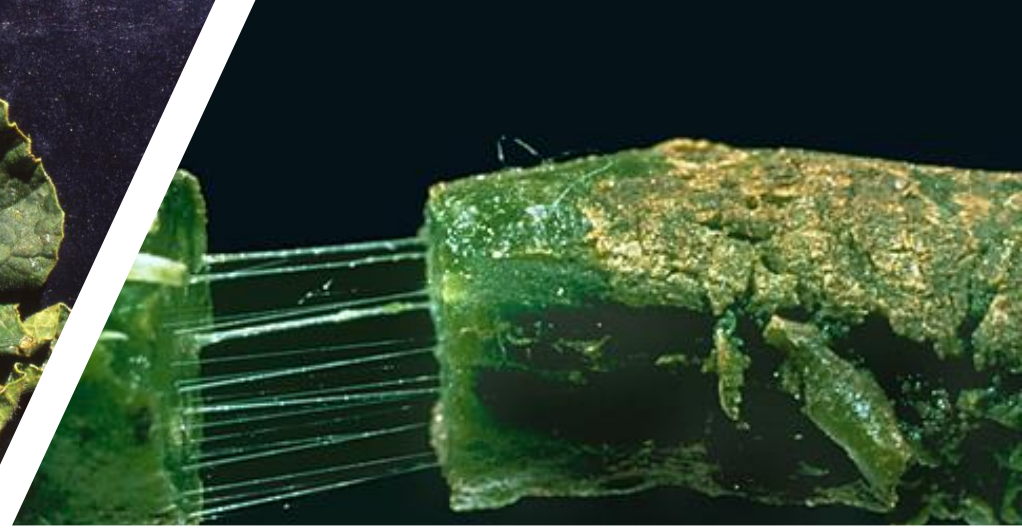
- Tutti I virus appartengono al regno dei virus e sono distinti in virus a RNA e a DNA
- Ogni virus consiste al minimo di un acido nucleico e un tipo di proteina

I Fitoplasmi

- Fino al 1967 si riteneva che molte malattie, il cui sintomo principale era la presenza di giallumi, fossero causate da virus.
- Solo quando alcuni ricercatori giapponesi individuarono la presenza di batteri privi di parete cellulare e quindi pleomorfi vennero descritti come organismi simili a micoplasmi ("*mycoplasma-like organisms*", MLOs), a causa della loro somiglianza con i micoplasmi patogeni degli animali e dell'uomo
- L'amplificazione ed il sequenziamento di tratti specifici del loro DNA hanno fornito la prova che questi procarioti costituiscono un grande gruppo monofiletico nella classe dei Mollicutes, per il quale è stato adottato il nome fitoplasma, seguito alcuni anni dopo dalla designazione del genere '*Candidatus* Phytoplasma'.

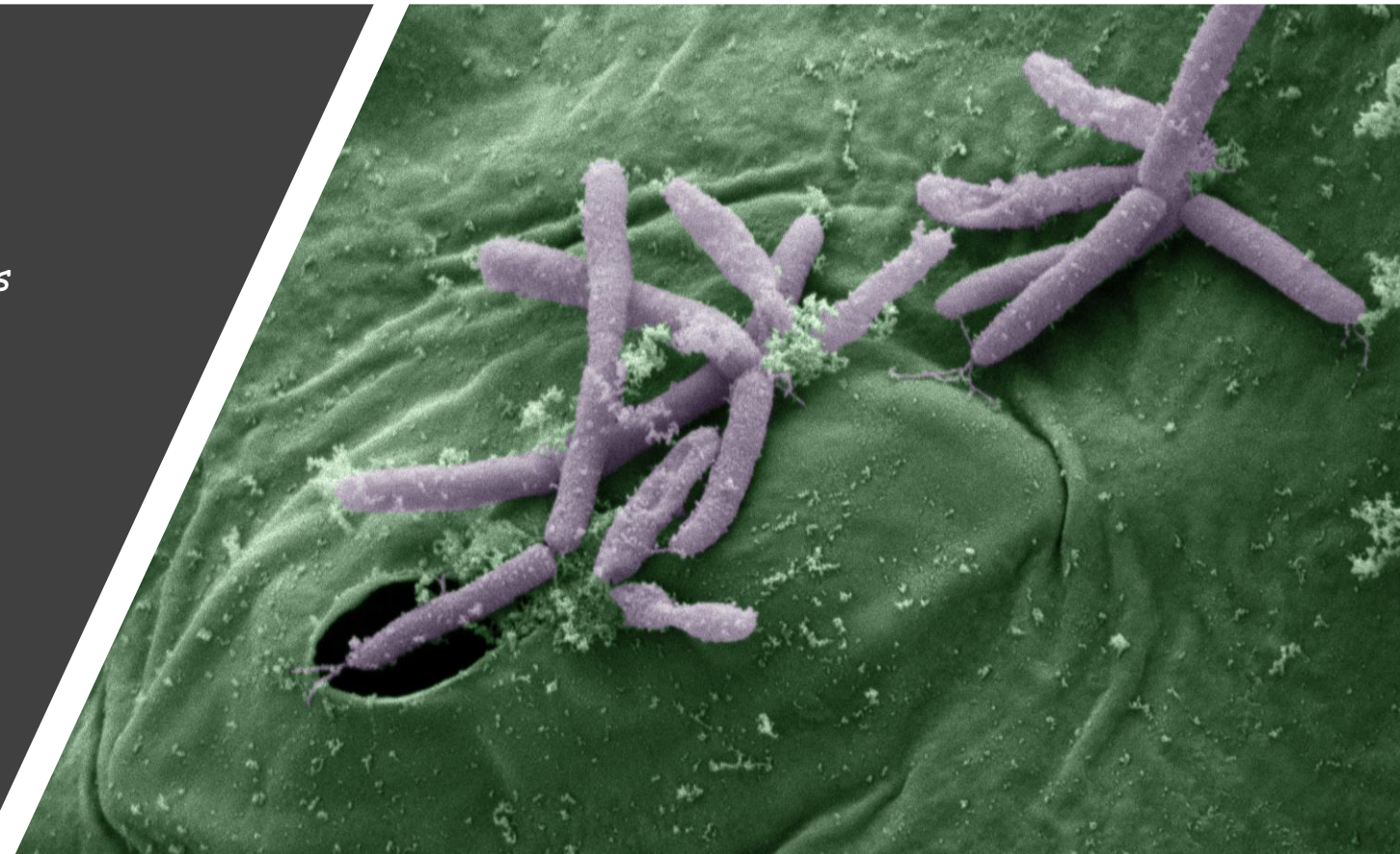


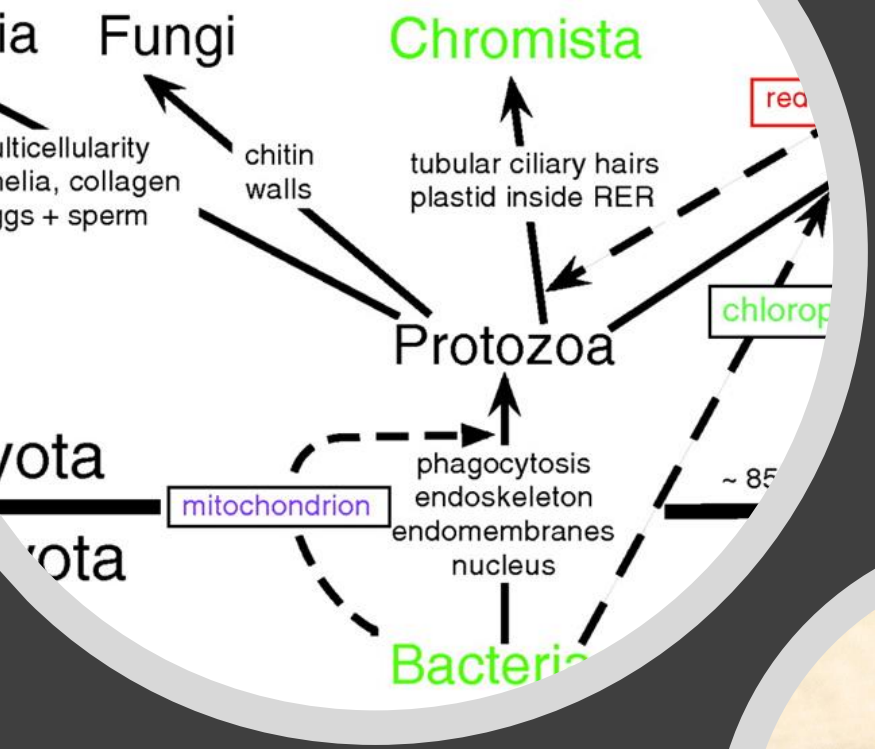


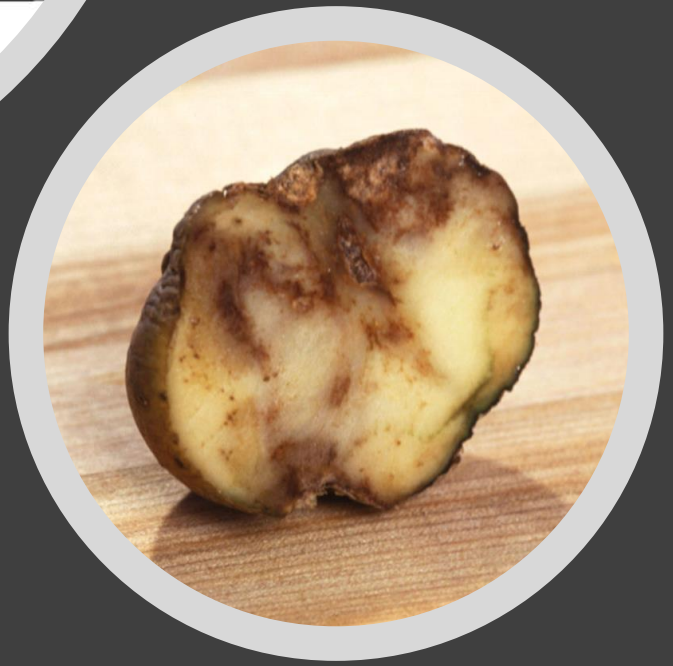


I Batteri

- Sono circa 100 le specie di batteri fitopatogeni, alcuni dei quali sono **saprofiti facoltativi**, anche se i FVLB (*fastidious vascular limited bacteria*) sono difficili da crescere in coltura
- Le malattie batteriche sono particolarmente comuni e severe ai tropici ma con le condizioni favorevoli possono crescere ovunque
- La maggior parte dei batteri ha forma bastoncellare, l'unica eccezione è rappresentata dagli streptomiceti che sono filamentosi
- Quando un singolo batterio cresce in un mezzo colturale produce una colonia



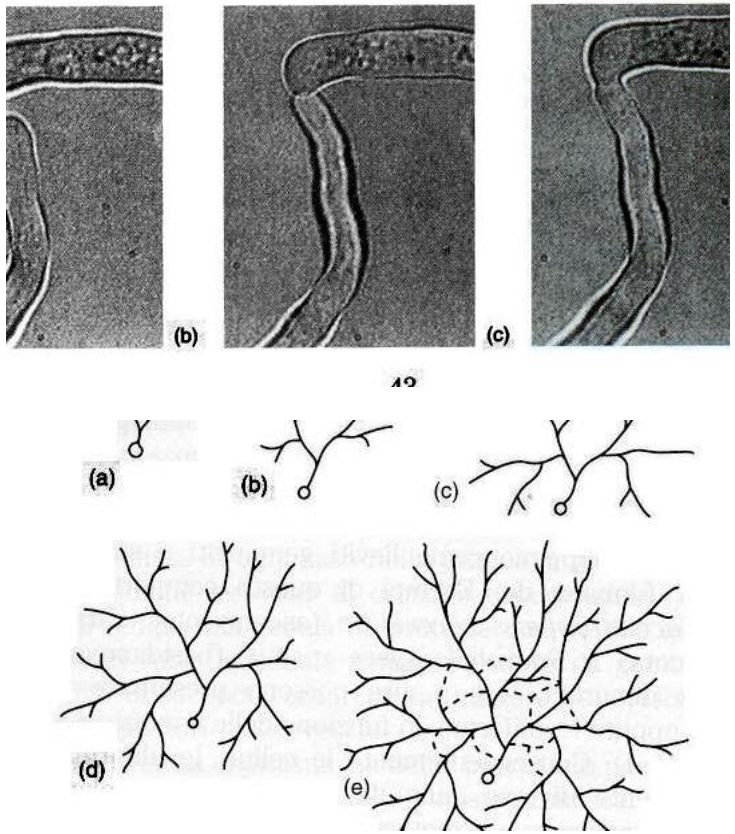




Gli oomiceti

- Gli Oomiceti sono organismi eucarioti eterotrofi filamentosi, attualmente inclusi nel regno dei Chromista (Stramenopila) insieme alle diatomee e alle alghe brune.
- Infatti, sebbene nel passato questi organismi fossero inclusi nel regno dei funghi (Mycota), in quanto il loro accrescimento avviene principalmente a mezzo di ife, questi presentano sostanziali differenze rispetto ai funghi stessi

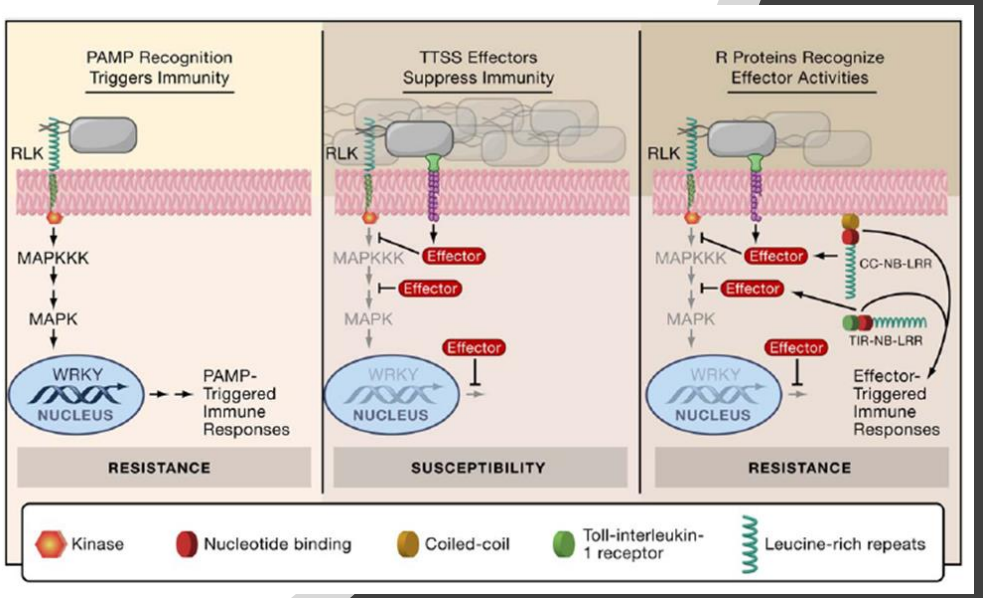
I Funghi



- I funghi sono organismi eucarioti : possiedono un nucleo che contiene materiale genetico, il DNA, racchiuso da una membrana che lo separa dal resto della cellula
- Sono eterotrofi : non sono capaci di fotosintesi, vivono di sostanza organica prodotta dagli altri organismi
- Possiedono un'organizzazione molto semplice, non presentano tessuti o organi
- Il micelio è composto da un'aggregazione di cellule chiamate ife
- Le ife «ramificano» e divergono le une dalle altre dando alla colonia la tipica forma circolare.
- La colonia è spesso colorata. Questo può essere dovuto alla pigmentazione delle ife stesse, ad esempio a causa della deposizione di **melanina** sulle pareti ifali

Come si difende la pianta??

Come si difende la pianta?



- Le piante hanno evoluto vari sistemi per difendersi efficacemente dall'attacco dei patogeni:
  - Evitandoli
  - Tollerandoli
  - Contrastandoli
- Un'ospite evita le malattie quando ad esempio porta a maturità il prodotto prima della loro esplosione epidemica
- La tolleranza è la capacità di sopportare la malattia per lo più valutata in base alla produzione data dalla pianta nonostante la malattia
- Le piante possono essere resistenti a un patogeno perché:
  - Hanno dei geni di resistenza (geni R)
    - contro geni di avirulenza del patogeno (**resistenza completa o gene per gene**)
    - contro elicitori del patogeno (**resistenza parziale o poligenica**)

- Le piante rispondono alle infezioni usando un **sistema immunitario innato a 2 rami**
  - Il primo ramo riconosce e risponde a **molecole comuni a molte classi di microbi** patogenici e non
  - Il secondo risponde a **fattori di virulenza** del patogeno sia direttamente o attraverso i loro effetti sui bersagli dell'ospite
- Tutti i patogeni, usando strategie diverse, rilasciano nelle cellule dell'ospite degli "**effettori**" o fattori di virulenza capaci di aumentare le chance di successo nell'infezione

Ma se la pianta si sa difendere qual'è il problema?

Più della metà della produzione agricola mondiale è condotto a livello industriale – intensivo

Questo sistema che è in crescita porta ad alcuni problemi:

Riduzione delle risorse idriche

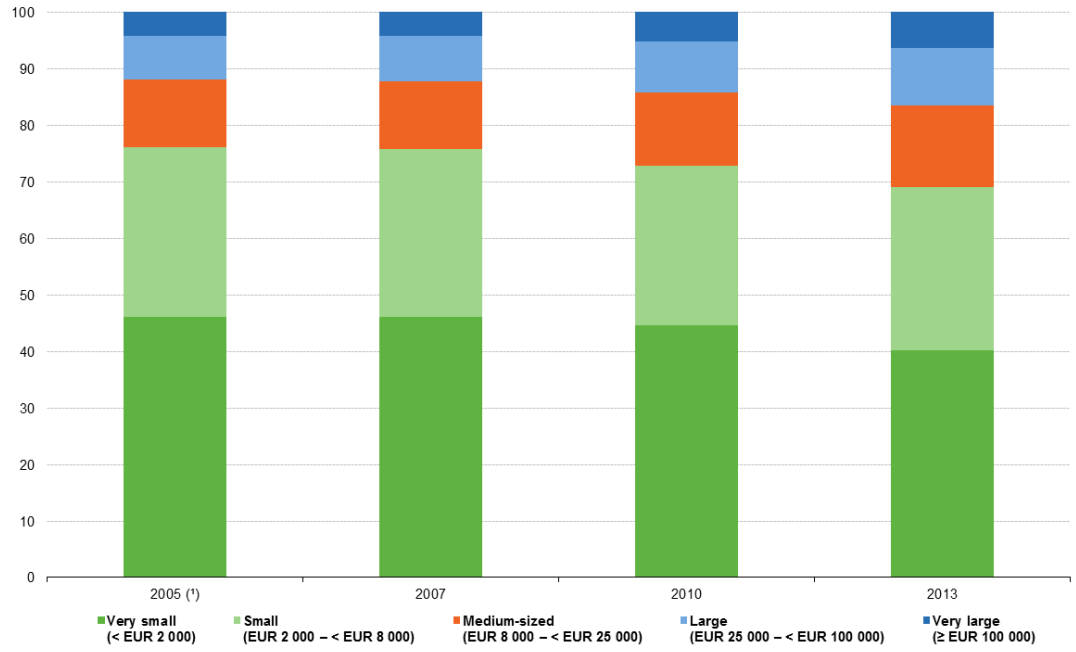
Perdita di agro-biodiversità

Stanchezza del terreno e desertificazione

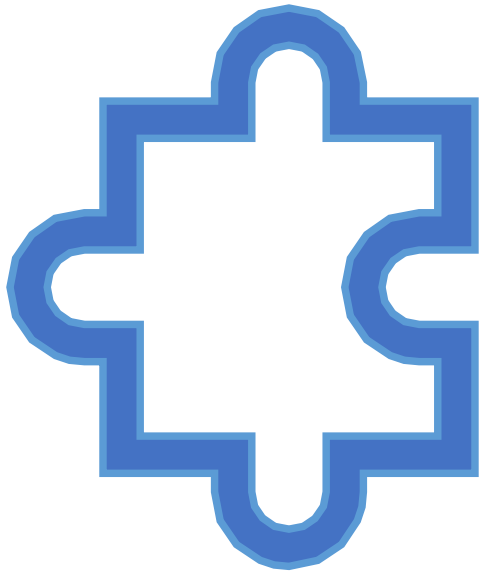
Mancanza di nemici naturali per *pests & pathogens*

Aumento dello stress sulle colture

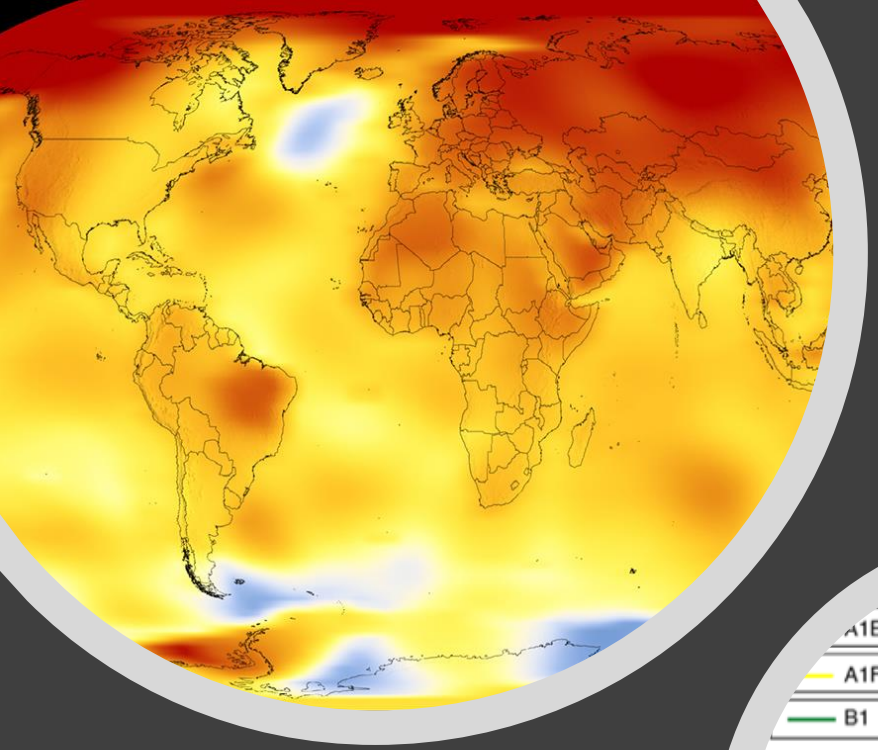
Collasso dei meccanismi di resistenza (inclusi quello legato alla resistenza e resilienza degli ecosistemi)

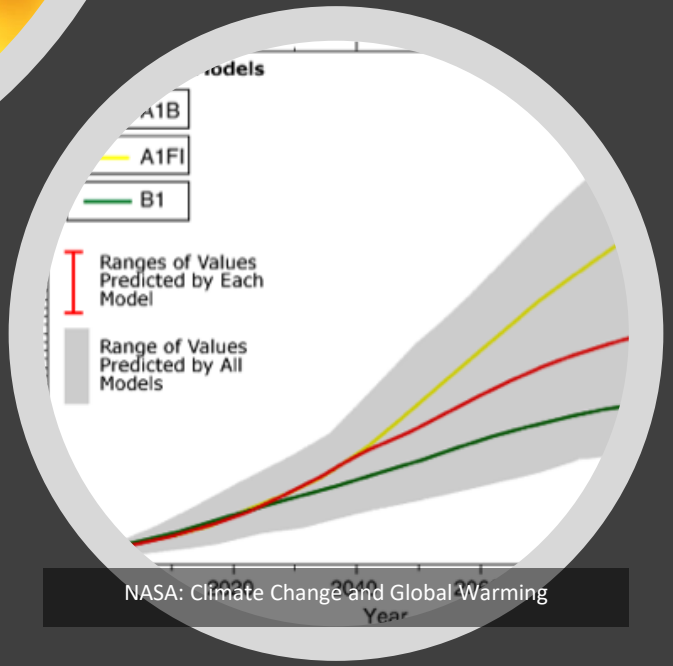


(1) Excluding Croatia.

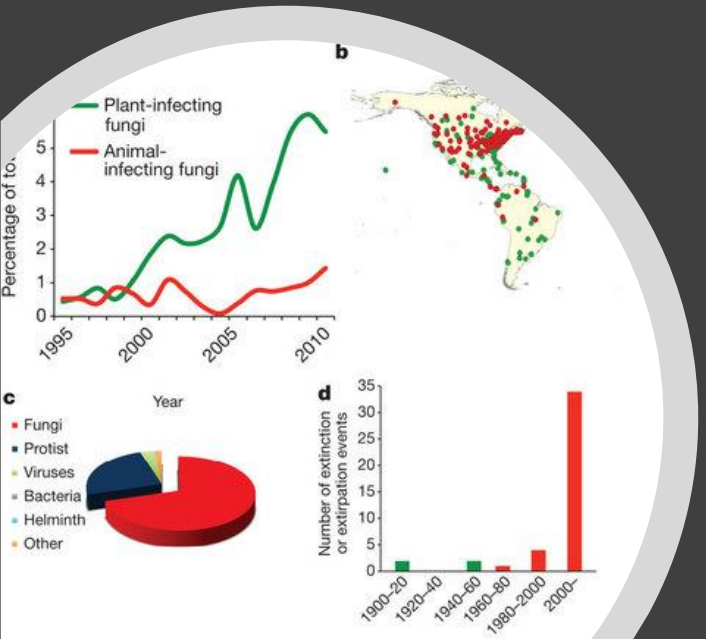


Inoltre….





NASA: Climate Change and Global Warming



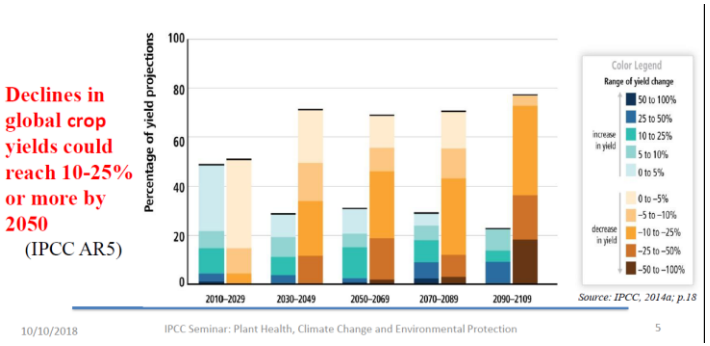
Climate change e patogeni

- L'aumento di temperatura e di precipitazioni "drammatiche" ha fatto aumentare il numero di eventi di malattia dovuta a patogeni su scala globale a partire dal 2000

Food and Agriculture Organization of the United Nations

Impatto dell'incremento di temperatura/precipitazioni (*dramatic events*) sulle malattie delle piante

- **Patogeno**
- Sopravvivenza all'inverno migliorata
- Aumento della fertilità
- Accelerato sviluppo della popolazione
- Aumento della virulenza
- Migliore dispersione
- Ridotta dormienza
- Aumento della crescita
- Aumento della virulenza (funghi e batteri)
- Allargamento della distribuzione geografica



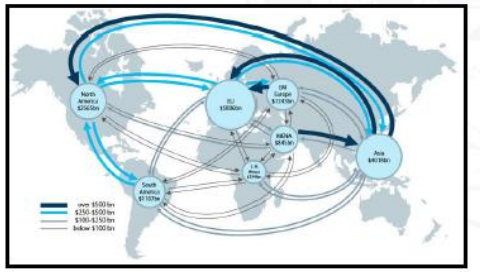
Global trade e patogeni

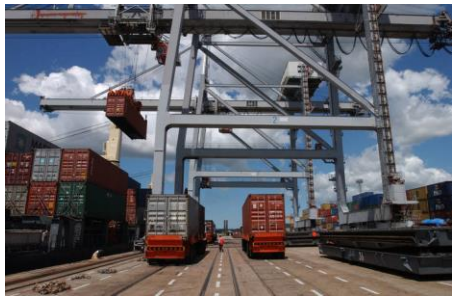
- In questo mondo globalizzato, cibo e prodotti agricoli sono **continuamente in movimento**.
- Le navi sono costantemente in movimento da un porto all'altro, trasportando ogni anno oltre **500 milioni di *containers*** pieni di tutti i tipi di carico da e verso tutti gli angoli del pianeta.
- Sfortunatamente, questo carico può talvolta nascondere **patogeni vegetali** che una volta a terra possono devastare i raccolti
- La rapida crescita del commercio agricolo attraverso i **mercati online** sta aggravando la situazione, rendendo più difficile per i paesi assicurare che tutte le spedizioni - grandi o piccole - siano **prive di *pests & pathogens***

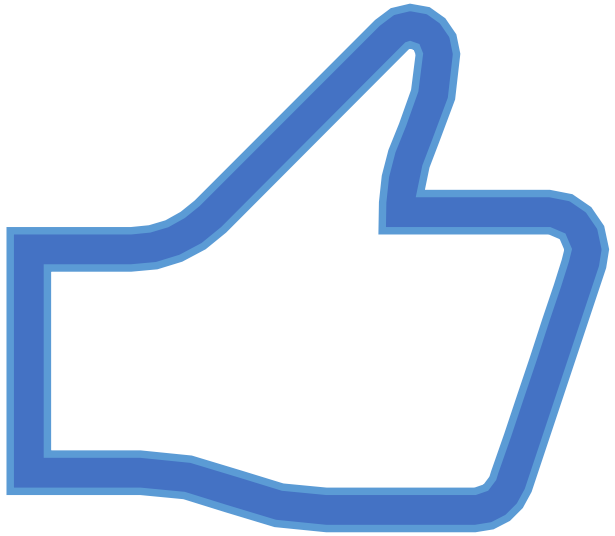
Food and Agriculture Organization of the United Nations

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

AGROFOOD LAB



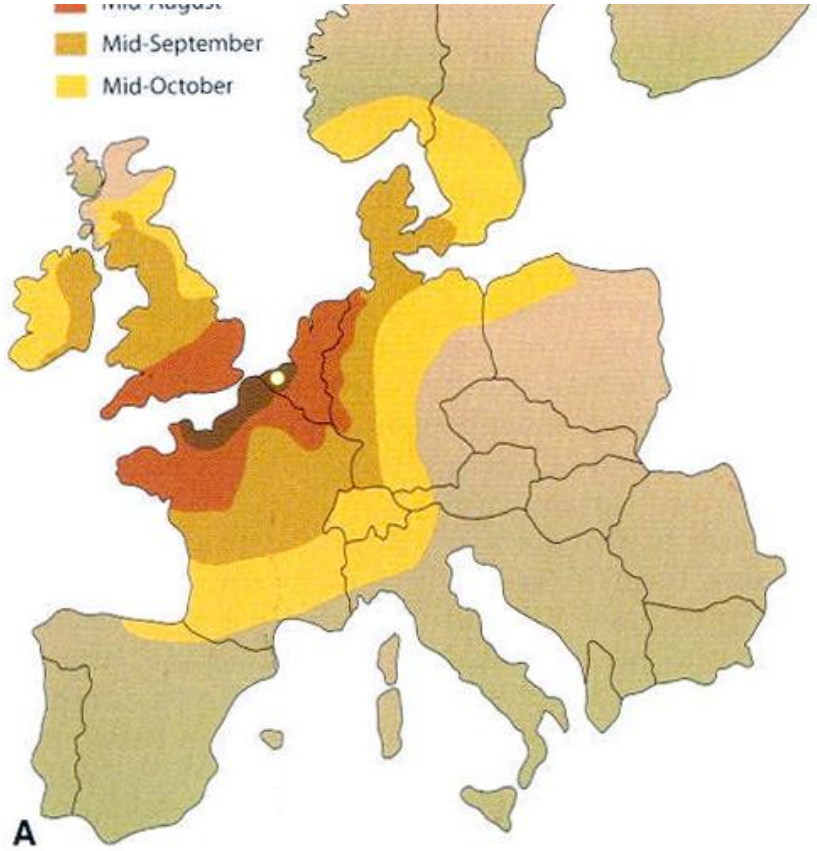




«storici» ed attuali

Alcuni esempi….

Potato late blight disease



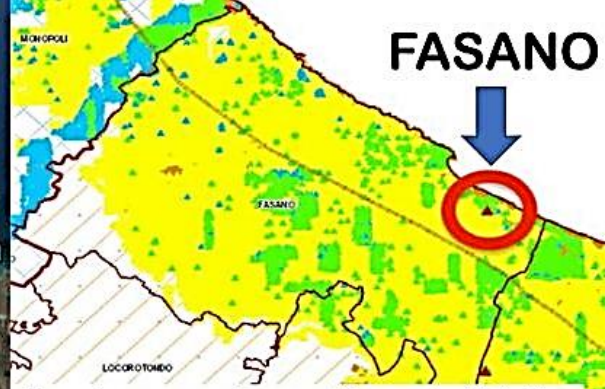
- In Irlanda, la coltivazione della patata ha quasi completamente sostituito altre colture nel 1800
- Dal 1845 al 1846 le colture di patate furono completamente distrutte sia in campo che in magazzino dal cromista *Phytophthora infestans* arrivato dall'America
- Sono morti 1,5 milioni di irlandesi e altrettanti sono emigrati in America

Le micotossine

- Micotossine: sono metaboliti secondari prodotti da molti funghi di diversi generi (tra cui Aspergillus, Penicillium e Fusarium) durante l'infezione delle piante sia sul campo che durante lo stoccaggio
- Sono sostanze cancerogene per uomo ed animali controllate negli alimenti da un regolamento Europeo
- Nel 2012 e 2013, questo limite è stato oltrepassato di ben 5-6 volte nel mais Italiano
- Nel 2012 ditte come Granarolo e Parmalat sono state costrette a ritirare metà della loro produzione annuale

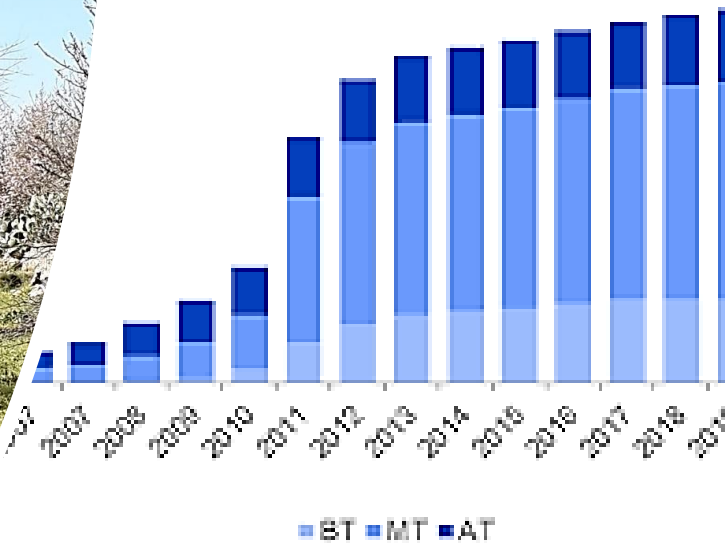
Case study: *Xylella fastidiosa*

- *Xylella fastidiosa* è un batterio di origine tropicale
- Dal 2013, migliaia di piante di ulivo secolari della stessa varietà (Ogliarola salentina) si sono disseccate o sono state tagliate
- La contaminazione è “arrivata” da piante ornamentali di caffè provenienti dal Costarica
- Aumento di piovosità (eventi catastrofici) e temperatura in un breve lasso di tempo



I aggiornamento monitoraggio Xylella in Puglia 2018/2019

COMUNE	PIANTE INFETTE
Fasano	1
Ostuni	33
Carovigno	39
Ceglie Messapica	2
TOTALE	**75**



Quali conseguenze per l’uomo?

- Le malattie causate da insetti e microbi insieme causano una perdita della produzione mondiale tra il **31-42%**
- Le piante sono la base alimentare per l'uomo e gli animali

Perdite stimate	
Agricultural production achievable	1.5 trillions $
Current Agricultural production	950 bilions $
Production without crop potection	455 bilions $
Losses avoided by protecting crops	415 bilions $
Annual losses	550 bilions $
Annual losses due to diseases	220 bilions $

Come affrontiamo il problema?

Le strategie di lotta contro le fitopatie

La difesa delle piante è:

Lo sviluppo di un sistema che:

- **eviti l'introduzione nell'agroecosistema di organismi patogeni indesiderati**
- **oppure riduca gli organismi patogeni pre-esistenti nell'agroecosistema**
- **allo scopo di preservare le colture e i raccolti dagli organismi che li danneggiano o li distruggono.**

Obiettivo generale: mantenere sani la pianta ed i suoi prodotti

Diversi metodi di controllo dei patogeni

Agronomico – scelta delle varietà di colture resistenti, luogo della coltivazione, rotazione

Meccanico – tempistica della coltivazione, rimozione detriti, incenerimento, solarizzazione

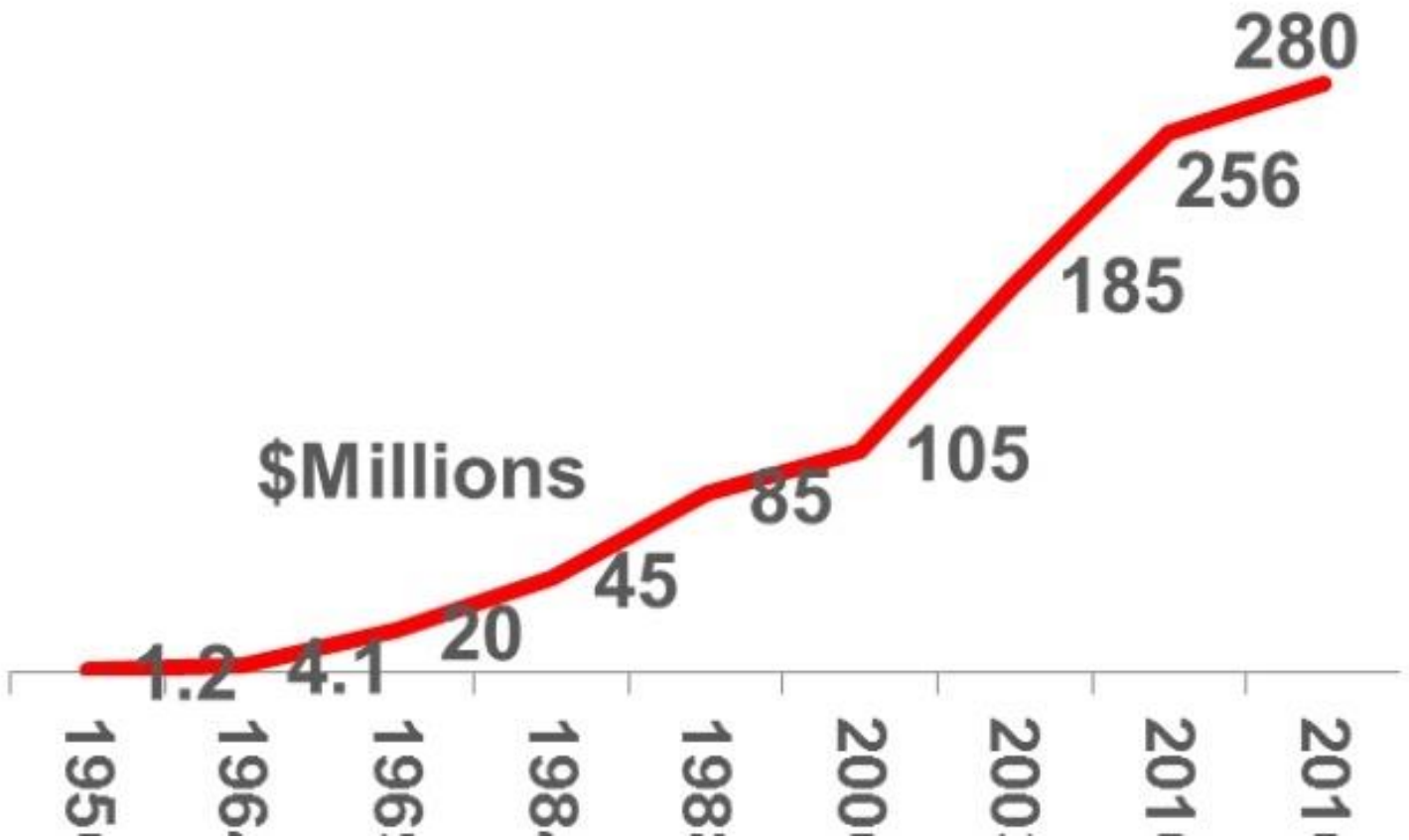
Chimico – applicazione di pesticidi ai semi, alle piante durante la semina e lo sviluppo, in campo, in post-raccolta e in conservazione

Biologico – antagonisti e/o prodotti naturali

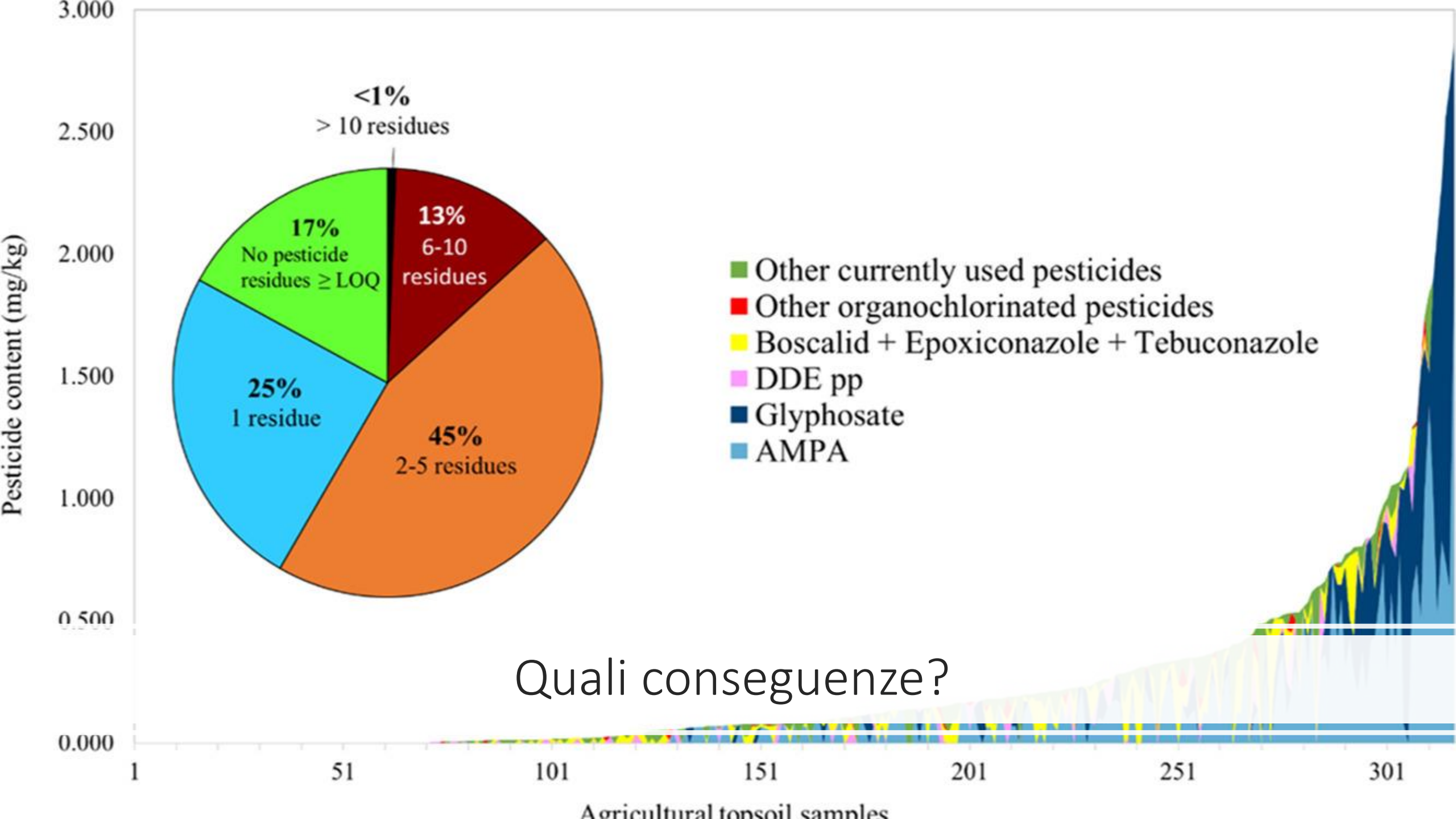
Biotecnologico – applicazioni mirate degli organismi vivi e/o i loro prodotti (i.e. geni o metaboliti)

Lotta integrata – Combinazione dei metodi chimici e biologici per il controllo di organismi nocivi

La lotta chimica



- Circa 2 milioni di tonnellate di pesticidi vengono utilizzate ogni anno in tutto il mondo, dove la Cina è il principale paese contribuente, seguita da Stati Uniti e Argentina, che è in rapido aumento.
- Tuttavia, entro il 2020, si stima che l'utilizzo globale di pesticidi aumenterà fino a 3,5 milioni di tonnellate



Quali conseguenze?

IMPACTS OF PESTICIDES

Pesticides are used in our countryside, urban areas, homes and gardens

IMPACTS HEALTH

Exposure can cause fertility and reproductive issues, diabetes, obesity, degenerative diseases e.g. Parkinson's, cancers, asthma, depression, anxiety, ADHD etc.

PREGNANT MOTHERS AND CHILDREN

This group is particularly sensitive as exposure can cause disruption to endocrine systems, childhood cancers, neuro-developmental issues and other disorders.

DRAINS ECONOMIES

Pesticides cause illness and injury resulting in lost work days. Exploitative markets keep farmers on the pesticide treadmill, crops develop resistance, and incorrect use affects yields.

DECREASES BIODIVERSITY

Pesticides have been linked to declines in bees and pollinators, beneficial insects, birds, mammals, aquatic animals and non-target plants etc.

IMPACTS ON WATER, SOIL AND AIR

Run-off contaminates surface and ground water. Soil microorganisms and earthworms are poisoned, affecting soil fertility, and drift and volatisation contaminates air, rain, fog and snow.

PESTICIDE ACTION NETWORK UK

MONOPOLISATION OF AGRICULTURAL SYSTEMS & CORRUPTION OF SCIENCE

LINKS TO SUICIDES: 15-20% OF SUICIDES ARE A RESULT OF PESTICIDE SELF-POISONING DUE TO EASE OF ACCESSIBILITY AND HIGH TOXICITY

Cosa si può fare di «meglio»?

La Lotta Integrata (IPM)

Fa le seguenti assunzioni:

- **La presenza di un patogeno non indica necessariamente un problema**
- **Il sistema di coltivazione è parte integrante dell'agro-ecosistema**
- **Tutte le opzioni dei metodi di controllo devono essere considerate prima di scegliere una strategia di attacco al patogeno**

La Lotta Integrata (IPM)

E’ stata definita:

“l’approcio sostenibile per gestire gli organismi nocivi tramite la combinazione di tecniche biologiche, colturali, fisiche e chimiche in modo da minimizare i rischi economici, salutari ed ambientali”

(Anonimo 1994)

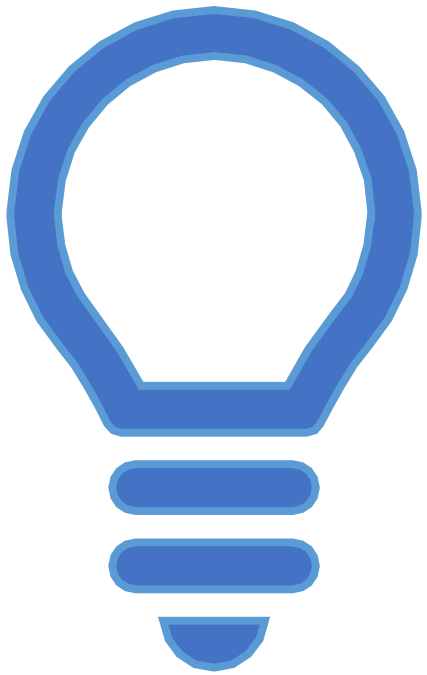
Lotta Integrata (IPM)

Obiettivi:

- Eliminare o ridurre l'inoculo iniziale
- Ridurre l'efficacia dell'inoculo presente all'inizio
- Incrementare la resistenza dell'ospite
- Ritardare lo sviluppo delle malattie
- Rallentare i cicli secondari dei patogeni

Scelta del materiale di propagazione

- semi, tuberi, bulbi ecc. non malati
- usare varietà resistenti
- prima della semina, trattare materiale con pesticidi o agenti di biocontrollo
- se possibile, usare materiali ispezionati e certificati

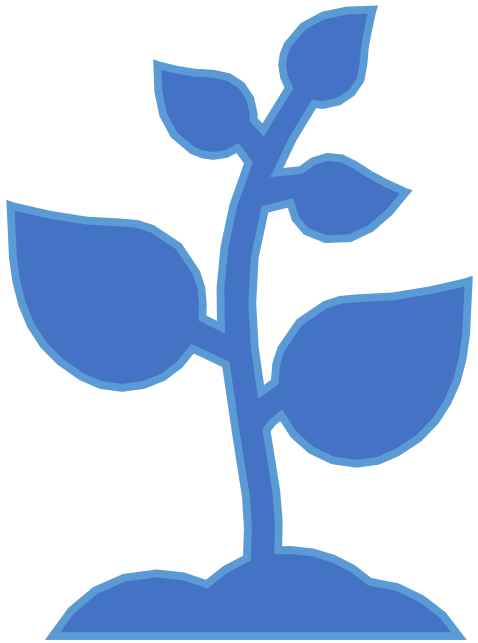


Metodi Chimici

- Somministrare pesticidi spray appena si manifesta la malattia (o prima che si manifesta, preventive)
  - applicazioni frequenti rispettando i tempi di carenza
- Utilizzare i dati atmosferici per prevedere la comparsa e lo sviluppo delle malattie
  - L'applicazione a tempo giusto, non sprecare spray

Metodi Biologici e Biotecnologici

- Applicazione di agenti biologici o loro prodotti - trattamenti preventivi e curativi
- Stabilire se popolazioni di antagonisti sono presenti in campo
    - Stimolare l'attività contro i patogeni al momento giusto
- Le applicazioni effettuate durante la stagione possono persistere nel tempo, negli anni successivi



Lotta Integrata – nelle colture annuali

Successivamente, usare buone pratiche sanitarie (agronomiche)

- Distruggere materiale infetto
- Disinfettare le attrezzature, gli utensili, i locali di stoccaggio ecc.

Trattamenti post-raccolta

- Controllare le condizioni di conservazione
- L'uso dei pesticidi, agenti di biocontrollo ecc. (preventive e curative)

Lotta Integrata (IPM) –> Agricoltura sostenibile

L’insieme di pratiche biologiche, agronomiche e chimiche, unite a tutte le misure di controllo preventive e curative contro le malattie possono portare a:

- **Tecnologie di produzioni agricole meno costose**
- **Una sostanziale riduzione nell’uso dei pesticidi**
- **Una maggiore stabilità nei sistemi di vegetazione**
- **Una migliore protezione/conservazione dell’ambiente naturale**

Grazie per l’attenzione!!!!