

# Resilience and biodiversity loss of agricultural food webs

Parma, 29, Settembre

---

MICHELE BELLINGERI, UNIVERSITÀ DI PARMA

DAVIDE CASSI, UNIVERSITÀ DI PARMA

ROBERTO ALFIERI, UNIVERSITÀ DI PARMA

DAVID BOHAN, INRAE, DIGIONE, FRANCIA

DANIELE BEVACQUA, INRAE, AVIGNONE, FRANCIA



UNIVERSITÀ  
DI PARMA



ecosister

# Partners

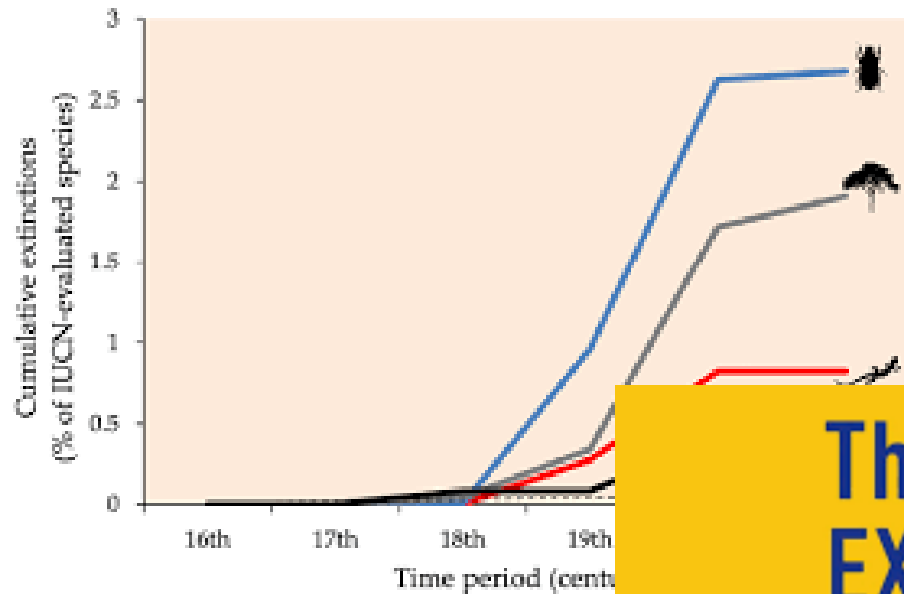
---



National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment

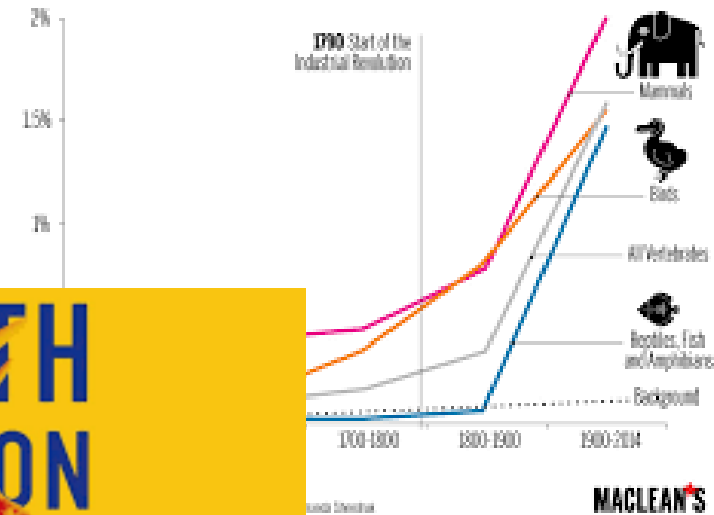
# Perdita di Biodiversità

Il **numero di estinzioni** è esploso nell'ultimo secolo.



## VERTEBRATE SPECIES EXTINCTION RATES

Cumulative, recorded as "extinct" or "extinct in the wild"



MACLEAN'S

# Perdita di Biodiversità – Cause

---

## Inquinamento



## Cambiamenti Climatici



## Perdita Habitat



## Sfruttamento



# Estinzioni a cascata

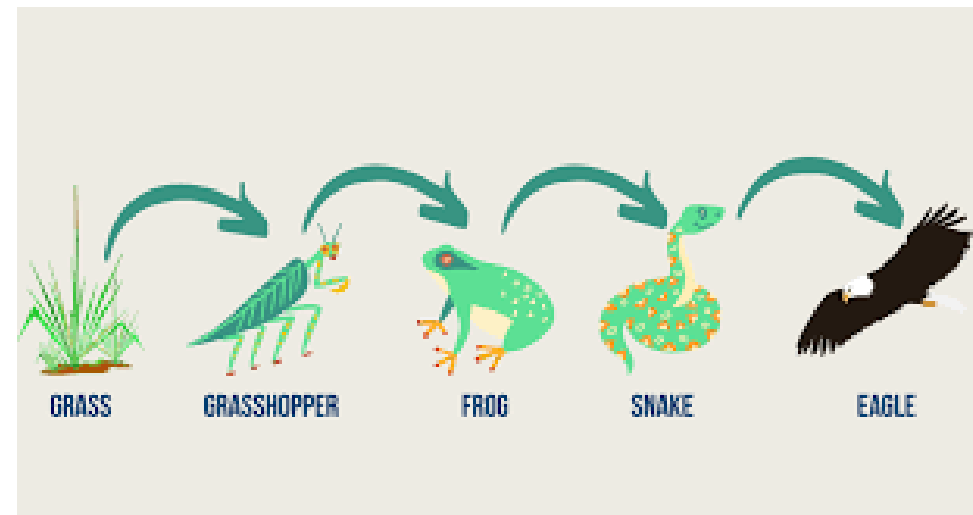
---

Singola estinzione → Cascata di estinzioni

***'Domino extinction'***



Catena trofica

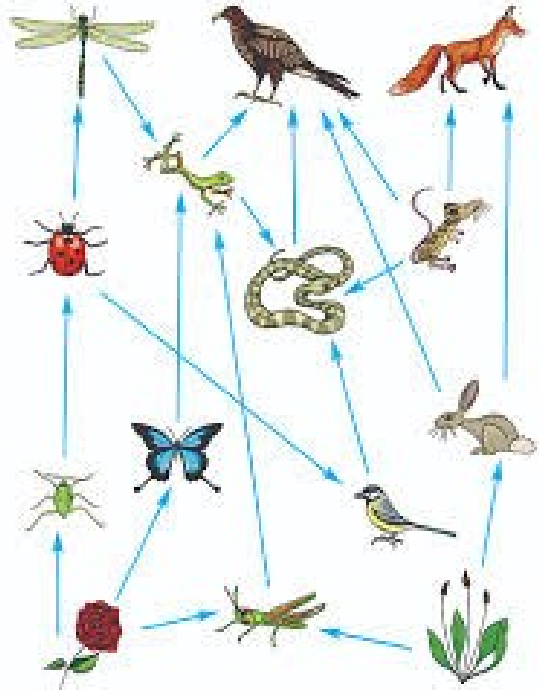




# Reti Trofiche (Food webs)

---

Reti trofiche descrivono '*chi mangia cosa*' in un ecosistema



Complex Networks

Specie → Nodi

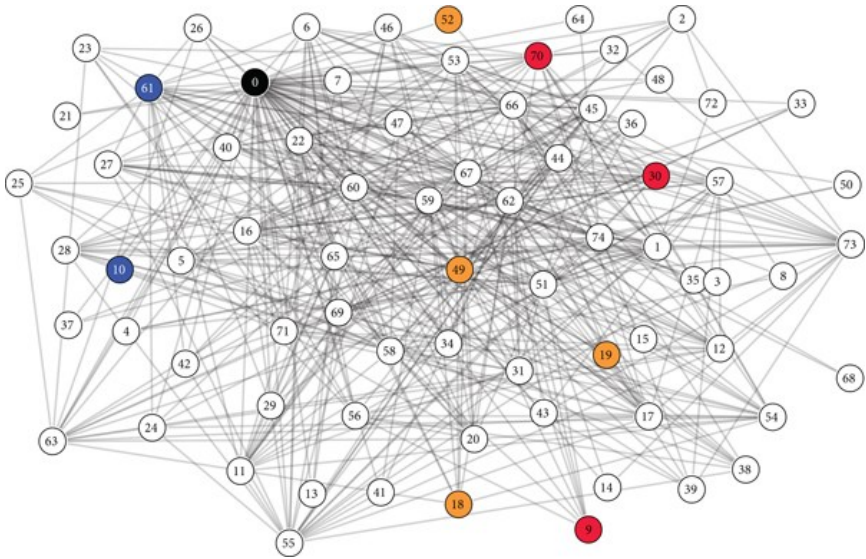
Relazioni trofiche → Legami





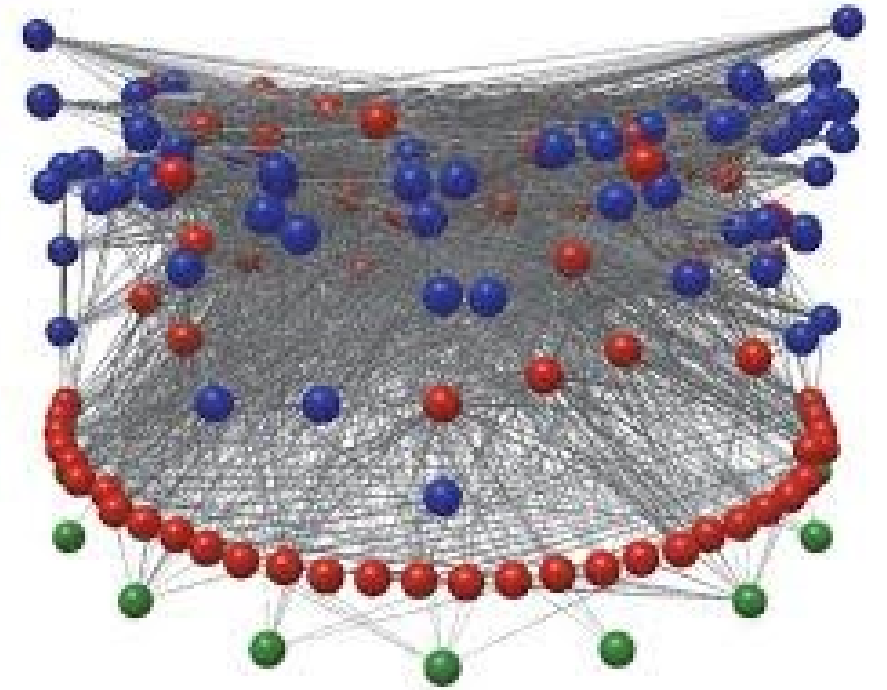
# Reti Trofiche (Food webs)

Un sistema molto complesso



Food webs:

- Centinaia di nodi
- Migliaia di legami



High Performance Computing (HPC)

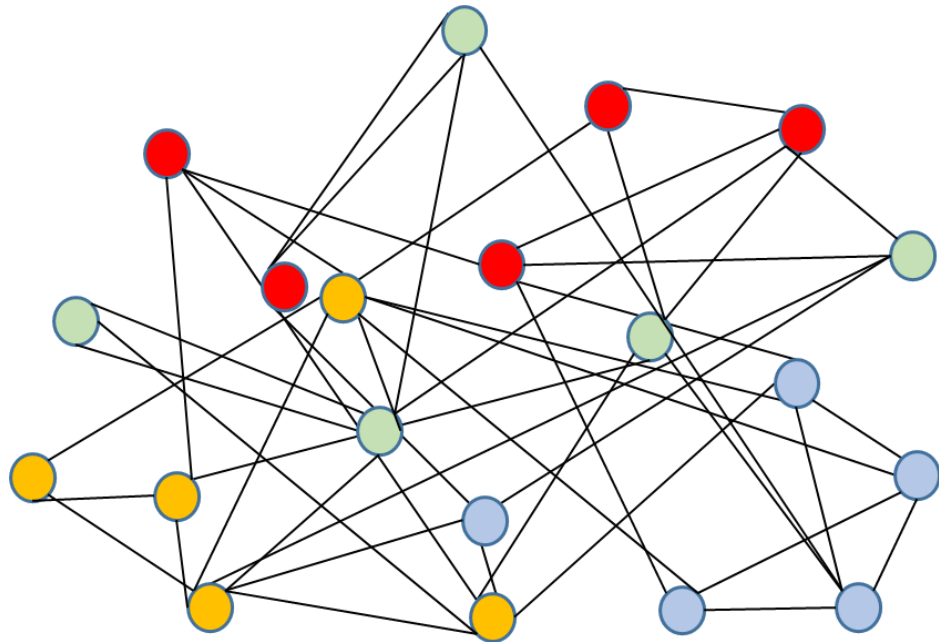


UNIVERSITÀ  
DI PARMA

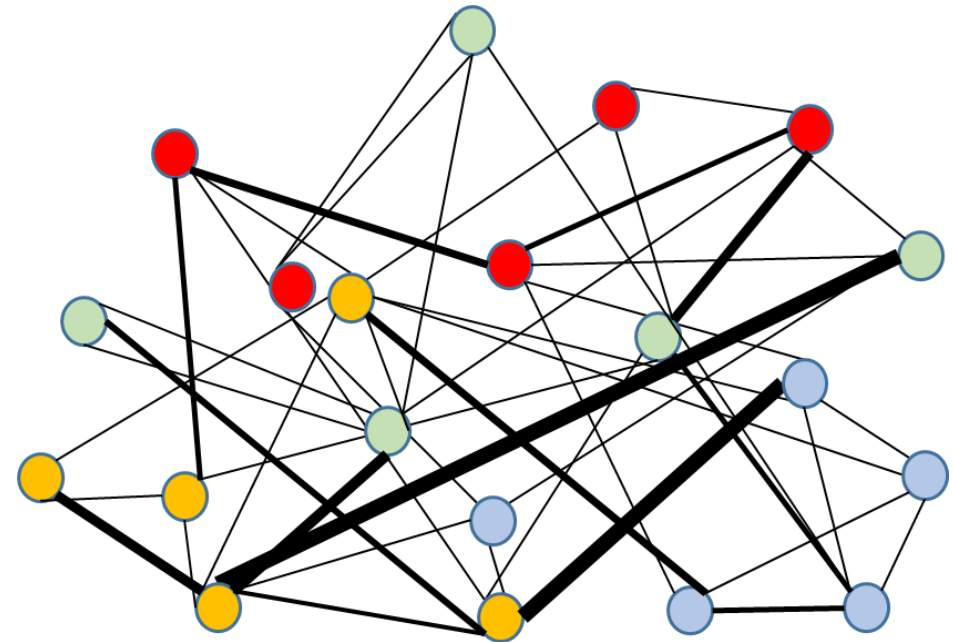
# Reti Binarie e Pesate

---

**Binarie**



**Pesate**

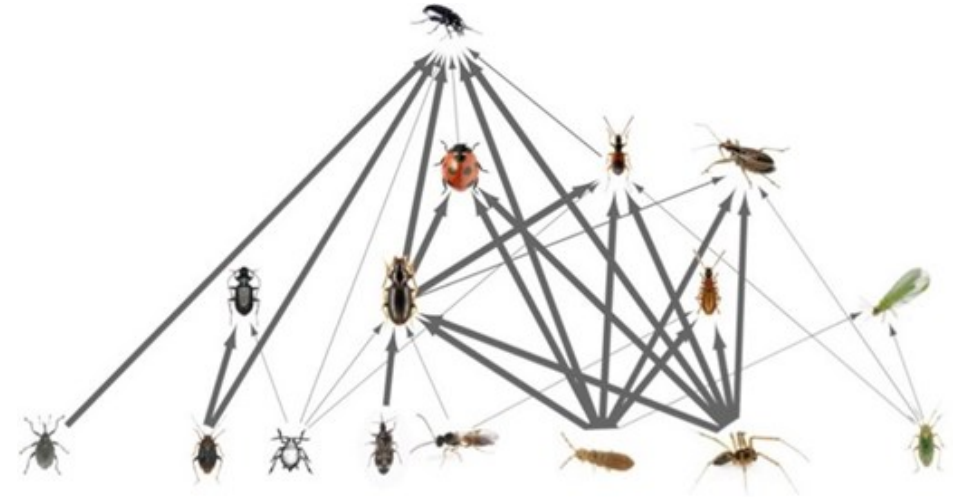


# Reti Trofiche Agricole

---



Ecosistemi Agricoli



Rete Trofica Agricola:

Relazioni trofiche tra invertebrati

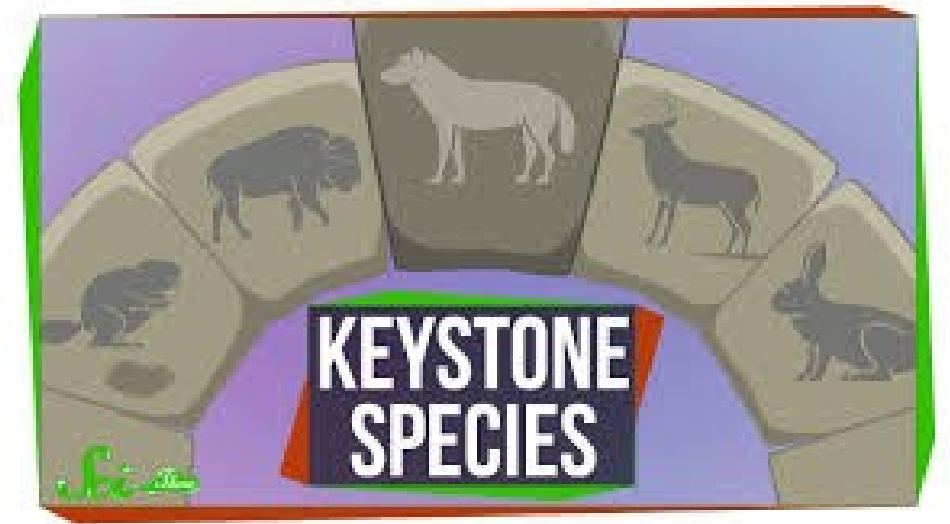
# Specie Chiave

---

Una **specie chiave** è una specie che ha un effetto sproporzionato sul suo ecosistema (Robert T. Paine 1969).



Rimuovere la stella marina  
**dimezzava** le specie presenti



**FONDAMENTALI** → **DA PRESERVARE**

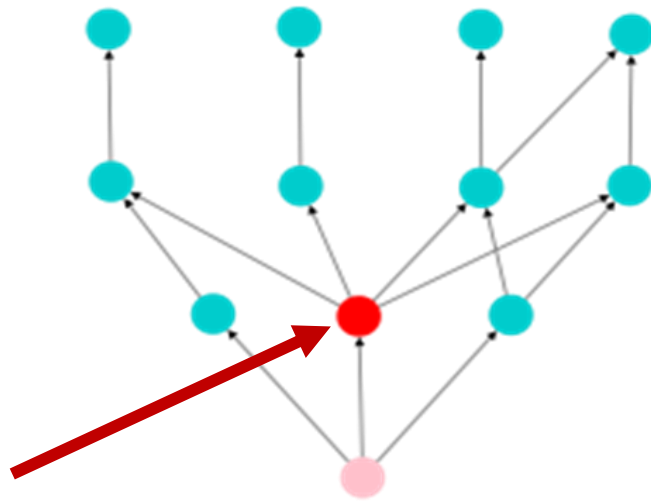
# Predire la perdita di biodiversità

---

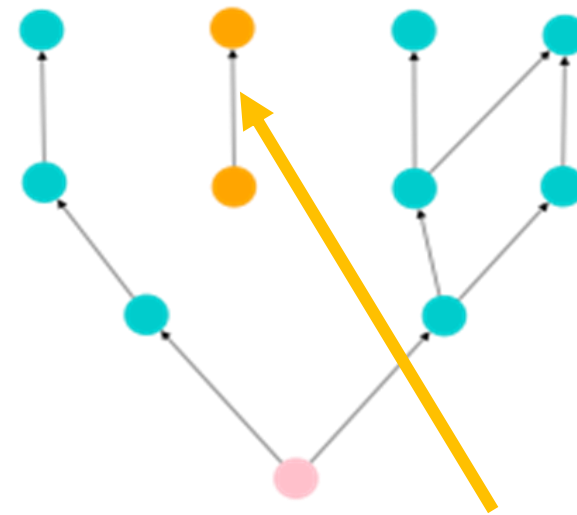
Reti trofiche binarie



Quanti nodi senza risorse dopo una estinzione



**Estinzione primaria**



**Estinzione secondaria**

# Predire la perdita di biodiversità

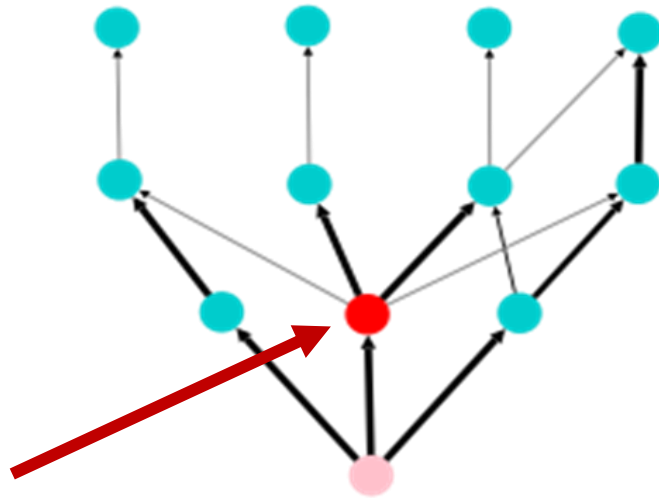
---

*'criterio energetico'*

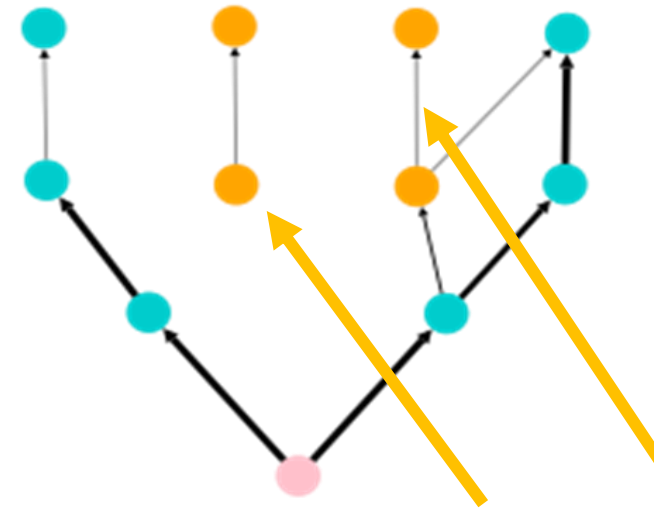
Reti trofiche pesate



Quanti nodi perdono una certa quantità di risorsa



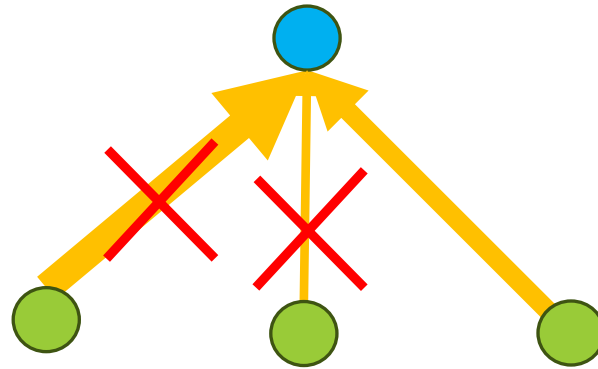
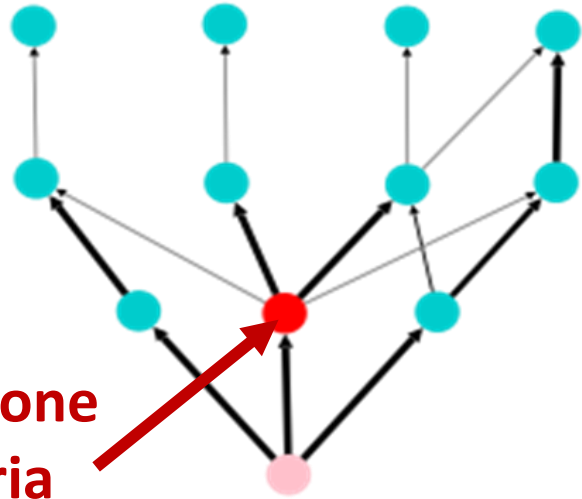
**Estinzione primaria**



**Estinzione secondaria**

# Criterio Energetico

Sotto una certa soglia di approvvigionamento energetico ➡ La specie estingue



$th$  ➡ soglia sotto la quale la specie estingue

$th=0.2$  ➡ se energia entrante <20% energia iniziale ➡ Estinzione secondaria

$th=0.5$  ➡ se energia entrante <50% energia iniziale ➡ Estinzione secondaria

# Criterio Energetico

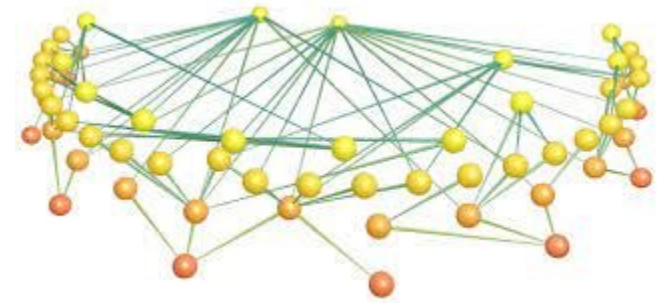
---

$th$  → soglia sotto la quale la specie estingue

Maggiore  $th$  → Maggiore è la sensibilità del consumatore alla riduzione delle risorse

Maggiore  $th$  → Maggiore estinzione secondaria

Maggiore  $th$  → Minore robustezza rete trofica





# Reti trofiche reali

---

**Ampio Database :** Reti trofiche **naturali** e **agricole**

Collaborazione con INRAE (Francia):



Simulazioni estinzione di specie:

504 **reti trofiche agricole**

# Reti trofiche reali

---

504 reti trofiche agricole

Reti trofiche composte:

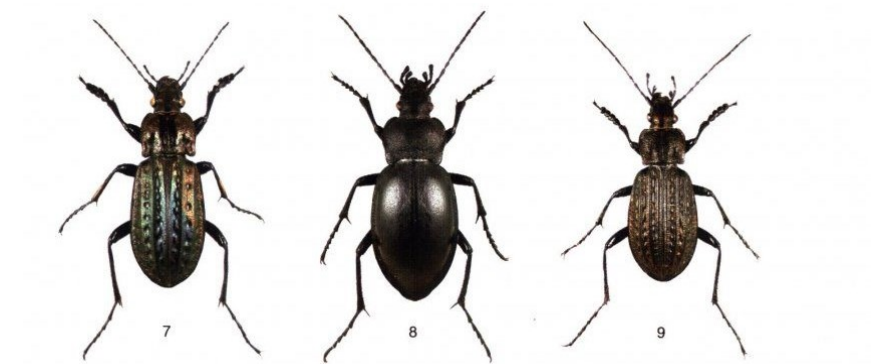
**vegetali**



**gasteropodi**



**insetti carabidi**



# Reti trofiche reali

---

504 reti trofiche agricole

Diverse **culture**

**Barbabietola**



**Mais**



**Colza primaverile**



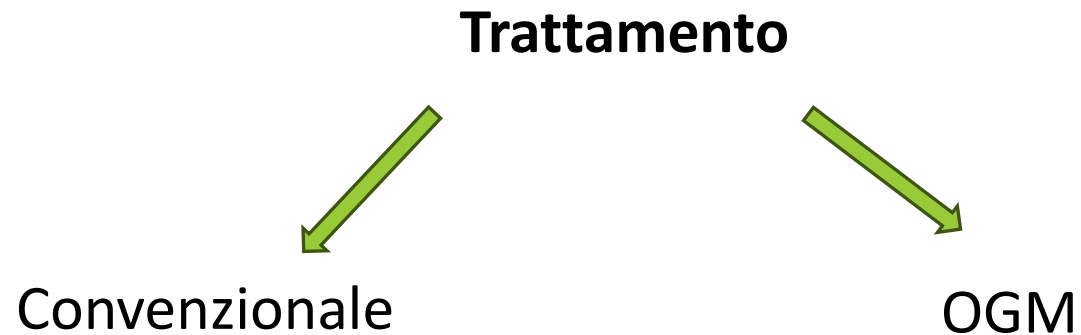
**Colza invernale**

# Reti trofiche reali

---

504 reti trofiche agricole

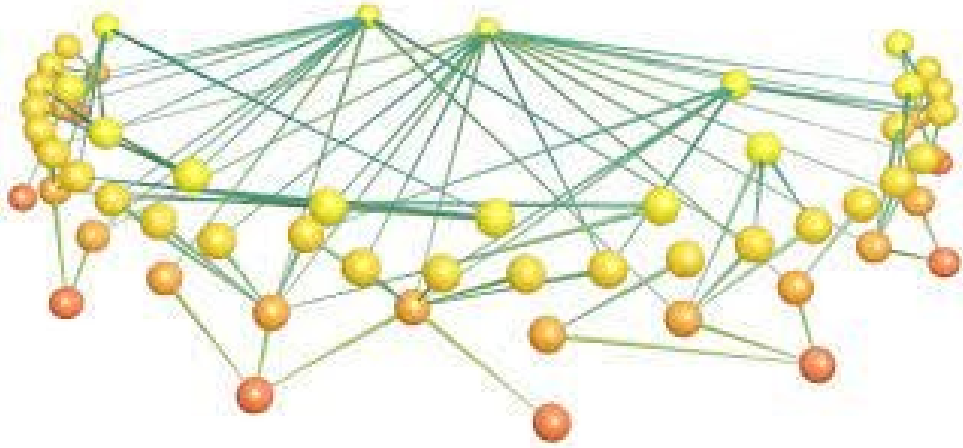
Combinazione di diversi **trattamenti**



GMHT: Genetically Modified Herbicide-Tolerant crops

# Ipotesi

---



Variando  $th$

?

Resilienti alla estinzione di specie?

Specie chiave ?

Culture e trattamenti influiscono sulla robustezza?

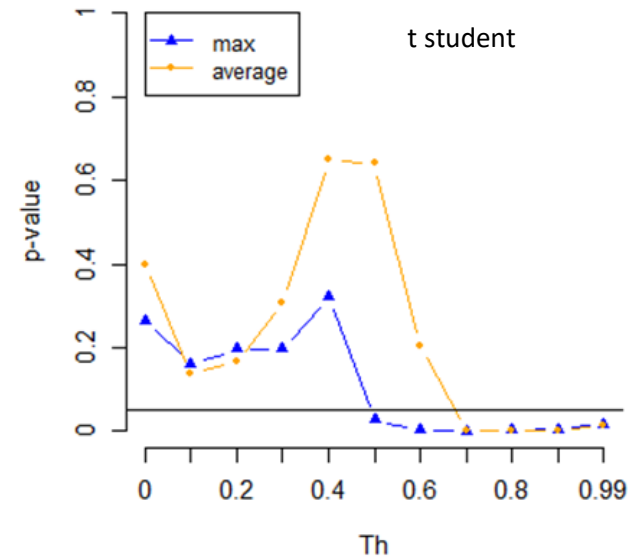
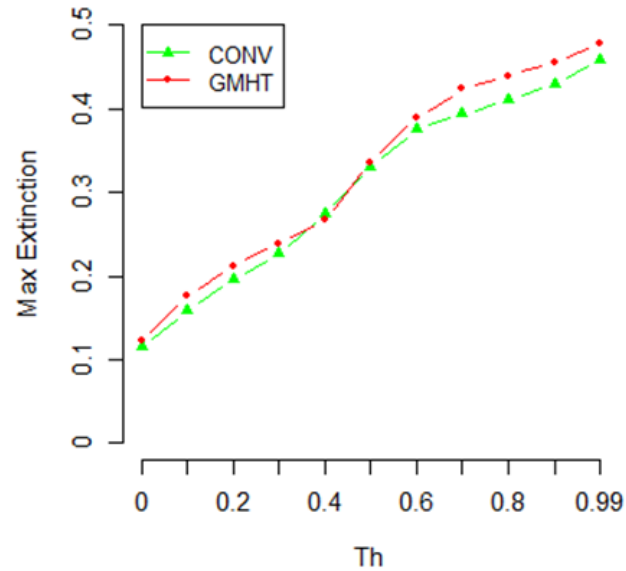




# Risultati – Estinzione singola

Frazione di specie secondariamente estinte

OGM vs Convenzionale



**OGM** produce una estinzione secondaria superiore

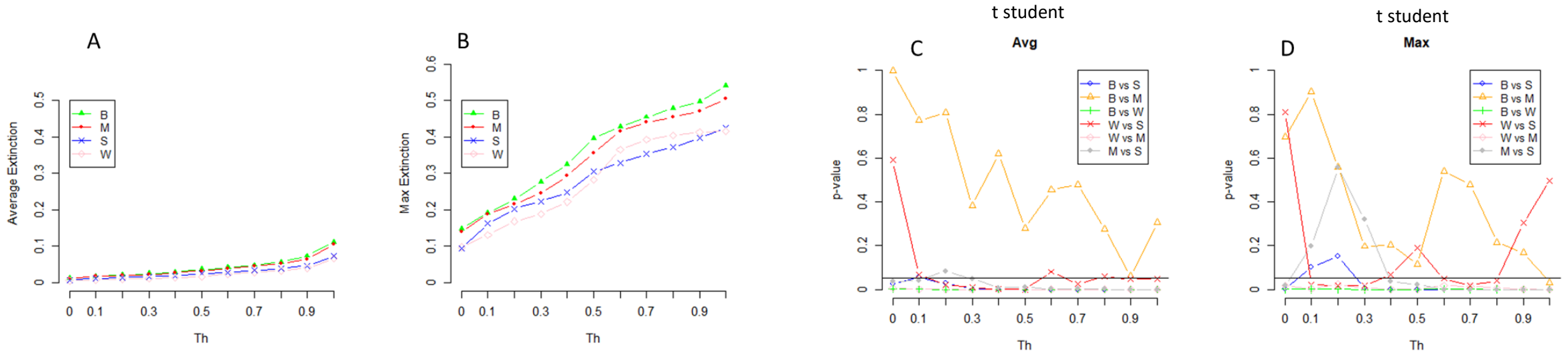
Reti trofiche OGM sono meno robuste



# Risultati – Estinzione singola

Frazione di specie secondariamente estinte

Tra Colture



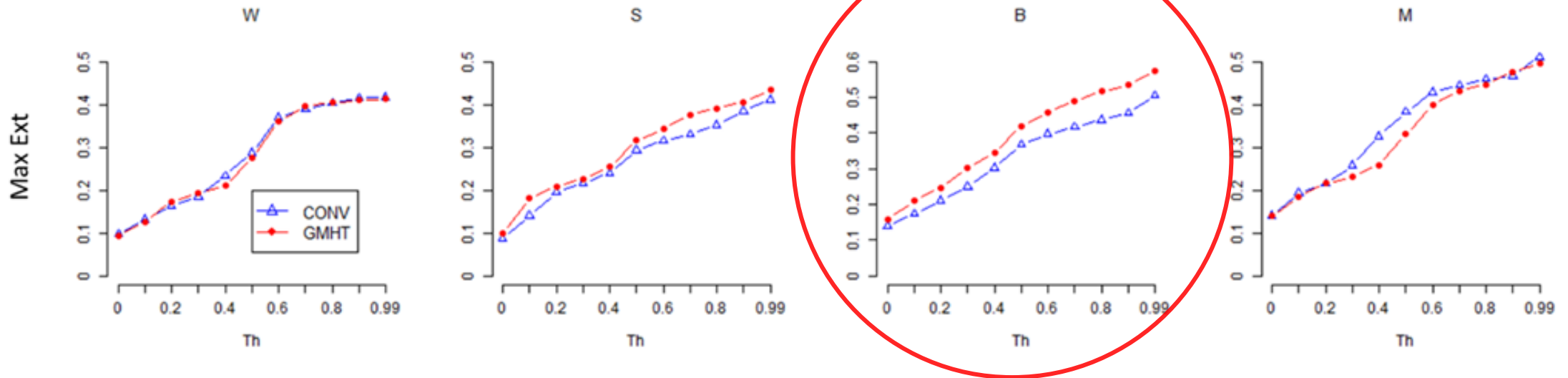
**Barbabetola** produce una estinzione secondaria superiore

Reti trofiche della barbabetola sono meno robuste

# Risultati – Estinzione singola

Frazione di specie secondariamente estinte

OGM vs Convenzionale  
Intra Coltura



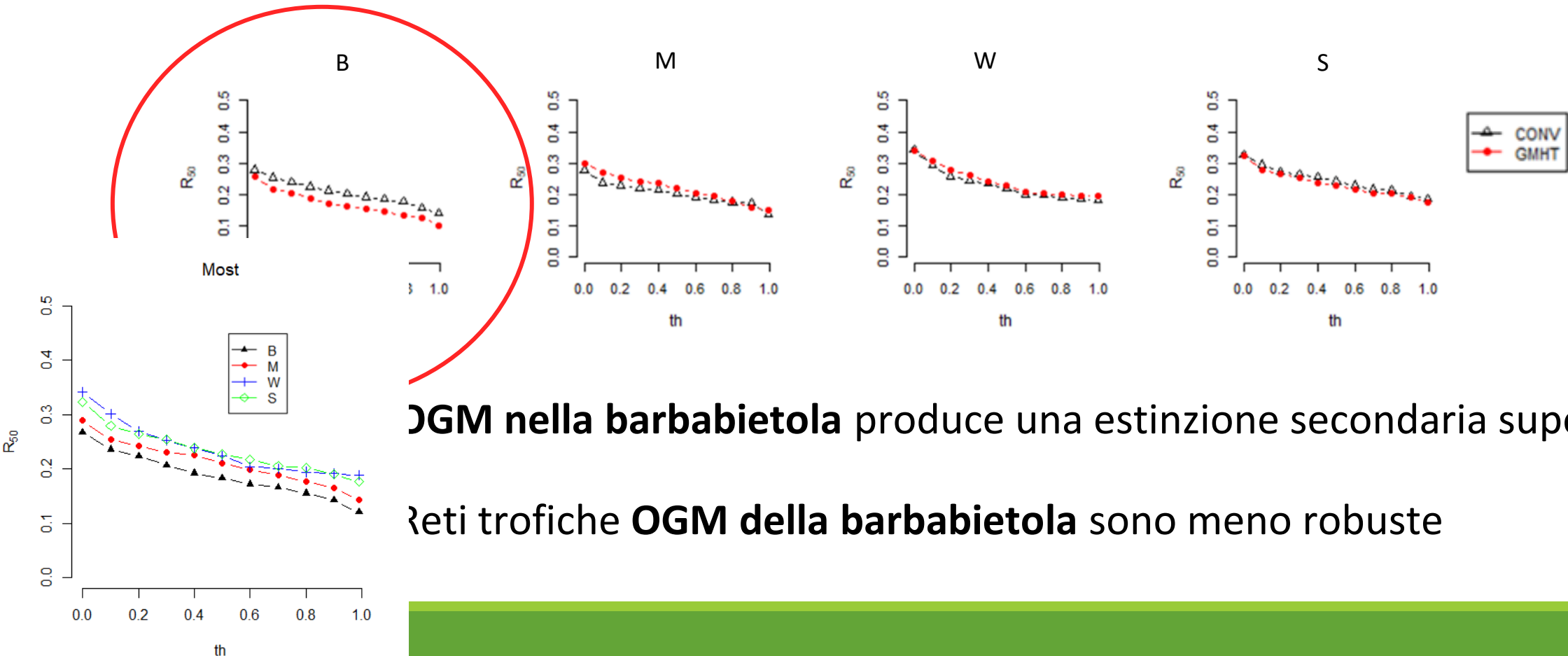
OGM nella barbabietola produce una estinzione secondaria superiore

Reti trofiche **OGM della barbabietola** sono meno robuste

# Risultati – Estinzione sequenziale

Estinguo specie dalla **più connessa** alla **meno connessa**

MISURA  $R_{50}$  proporzione di estinzioni per causare la scomparsa del 50% delle specie



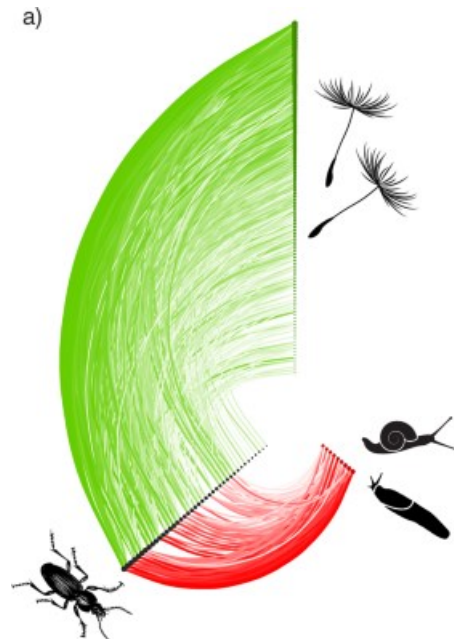
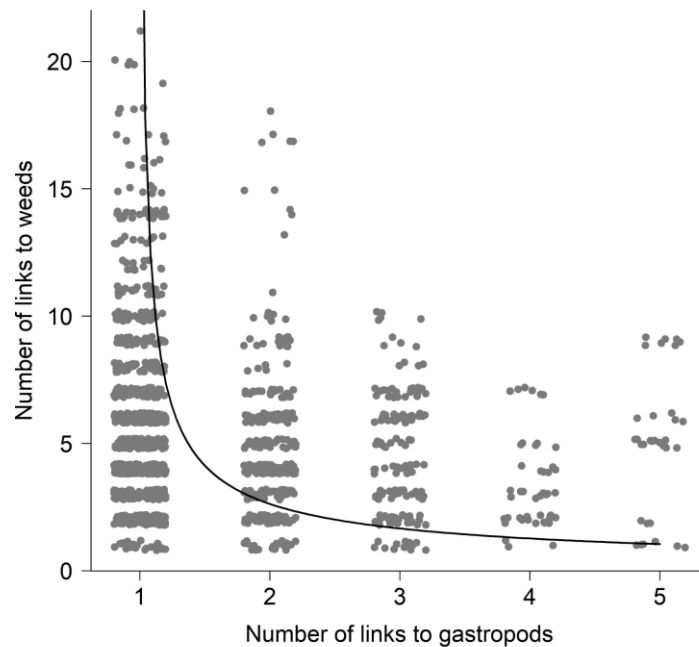
**OGM nella barbabetola** produce una estinzione secondaria superiore

Reti trofiche **OGM della barbabetola** sono meno robuste

# Ruolo dei legami trofici carnivori

Carabidi sono capaci di cambiare risorsa alimentare

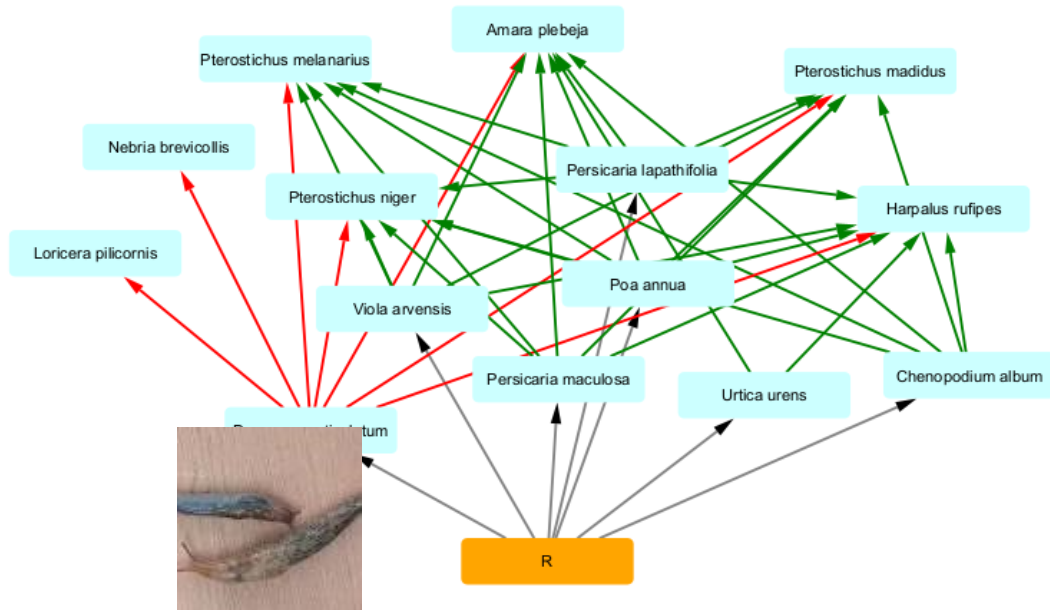
*'switch della preda'*



Gray, C., Ma, A., McLaughlin, O. et al. Ecological plasticity governs ecosystem services in multilayer networks. *Commun Biol* 4, 75 (2021). <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01547-3>

# Ruolo dei legami trofici carnivori

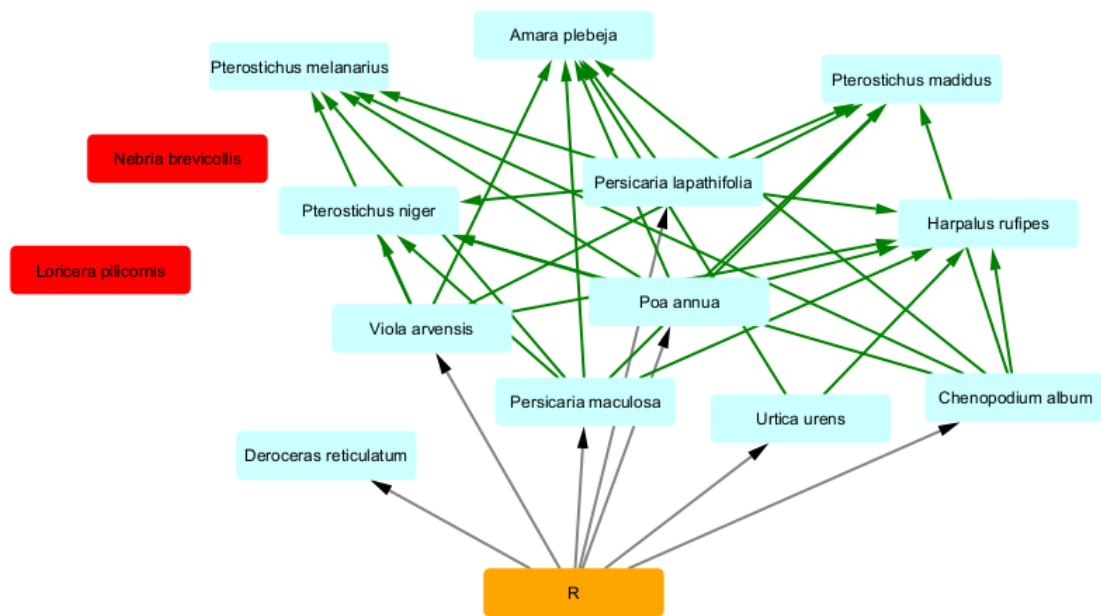
Quale è il ruolo dei legami trofici carnivori?



**Link rossi:** carabidi - gasteropodi

**Link verdi:** carabidi - vegetali

# Ruolo dei legami trofici carnivori



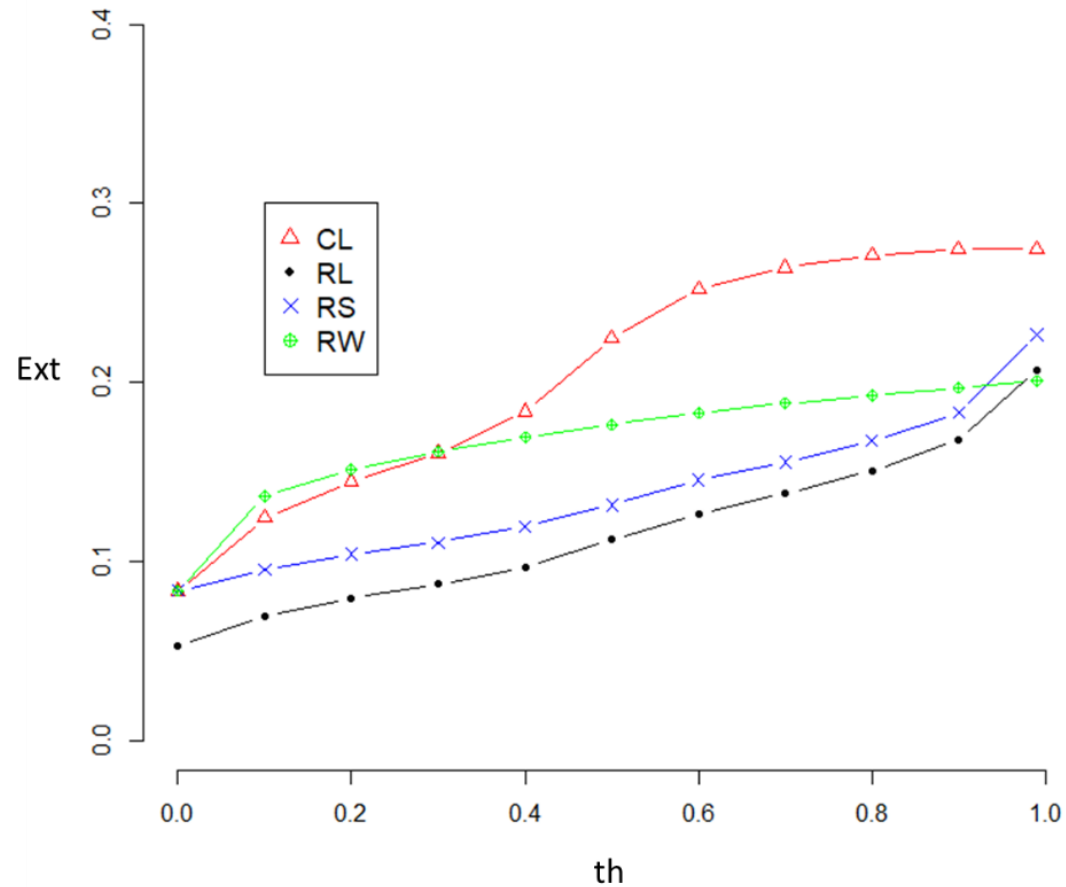
**Link rossi:** predazione dei carabidi sui gasteropodi

**Link verdi:** consumo dei carabidi sui vegetali

**Rimuovo link rossi e conto l'estinzione secondaria**

# Ruolo dei legami trofici carnivori

Frazione di specie secondariamente estinte



**CL** rimuovo link carnivori

Modelli Nulli

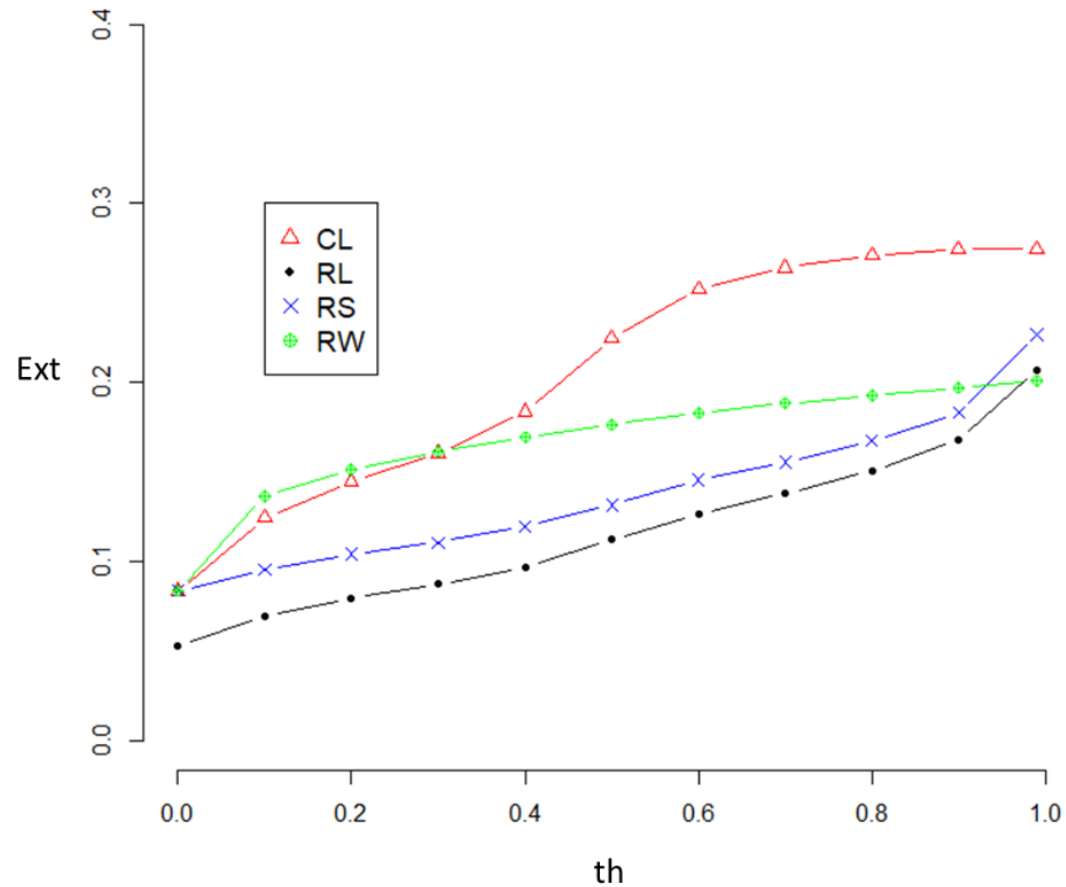
**RL** rimuovo casuale link

**RS** rimuovo casuale link dallo spettro alimentare del predatore

**RW** permuta il peso dei link, poi rimuovo link carnivori.

# Ruolo dei legami trofici carnivori

Frazione di specie secondariamente estinte



**Modelli nulli** → **meno estinzioni**

Rimuovere legami carnivori causa un elevato numero di estinzioni

Legami carnivori



Essenziali all'ecosistema



Grazie