

Ecotossicologia

L'ecotossicologia è la scienza che studia gli effetti di agenti potenzialmente tossici sugli ecosistemi naturali e sulle specie non target, con lo scopo di proteggere l'intero sistema e non le sue singole componenti isolate

(Hoffman, 1995)



La necessità di tale approccio si deve alla continua produzione e immissione sul mercato di sostanze di sintesi (per uso umano, agricolo, industriale)



che comporta

la loro immissione nei vari comparti ambientali

La stima del rischio connesso all'uso di sostanze xenobiotiche è difficile e complessa

ma è necessaria:

gli effetti biologici si manifestano solo dopo che le componenti più sensibili del sistema sono state esposte agli agenti



Gli effetti tossici si manifestano come conseguenza dell'*esposizione* degli organismi a tali sostanze

Spesso dipendono dall'accumulo di contaminanti nelle strutture biologiche, il bioaccumulo

il bioaccumulo è:

- ✗ la conseguenza diretta della presenza di contaminanti nelle matrici abiotiche**
- ✗ il trasferimento (per assunzione di cibo e/o acqua, respirazione e contatto) di contaminanti dall'ambiente esterno all'interno di un organismo**
- ✗ l'incapacità di espellere/degradare il contaminante assorbito**

il bioaccumulo può determinare:

- ✗ tossicità per gli organismi esposti
(individui → popolazioni → comunità)**
- ✗ contaminazione delle reti trofiche**

L'esposizione dipende da:

- ✓ Tasso di introduzione nell'ambiente**
- ✓ Velocità di trasformazione e/o
degradazione**

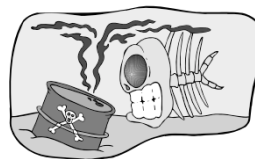
**Gli effetti possono essere
rilevati in tutti i comparti
ambientali (aria, acqua, suolo)**

Le problematiche connesse ai tre comparti sono completamente differenti

- ↯ **l'aria tende a cedere rapidamente le sostanze agli altri comparti**
- ↯ **l'acqua permette una mobilità relativamente elevata alle sostanze immesse ma con limitata possibilità di dispersione e fenomeni di bioaccumulo**
- ↯ **il suolo ha scarsa possibilità di circolazione e elevata capacità di immobilizzazione**



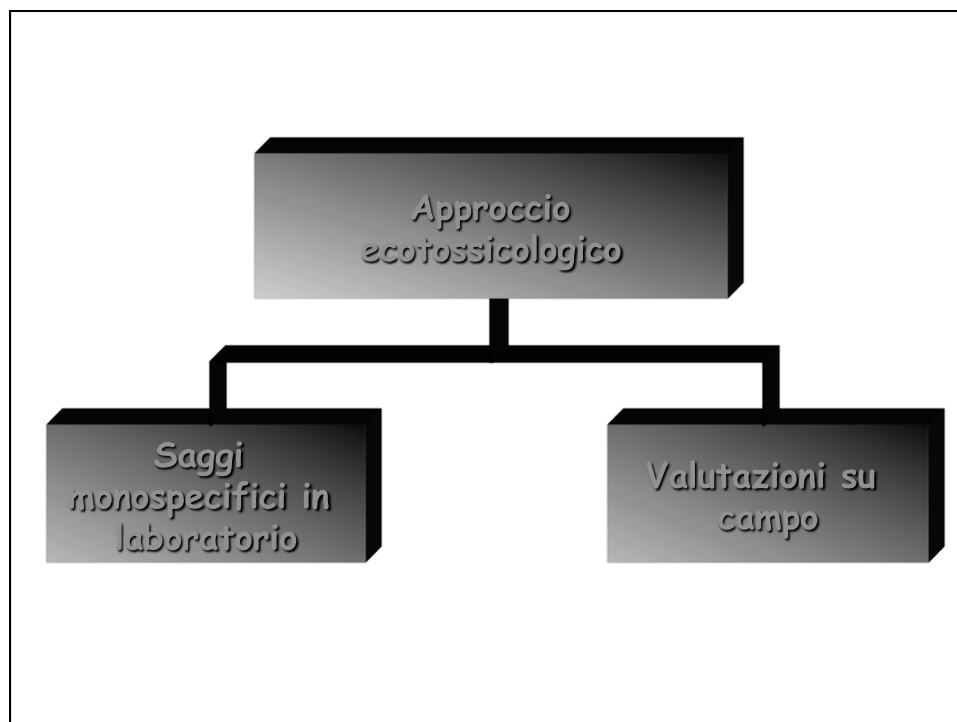
Danni evidenti agli ecosistemi acquatici hanno permesso lo sviluppo e l'applicazione di sofisticate tecniche ecotossicologiche ...



... ormai standardizzate

poco invece è stato fatto sugli ecosistemi terrestri per...

- eterogeneità del mezzo
- difficoltà di riprodurre le condizioni del suolo
- difficoltà di reperire specie effettivamente rappresentative
- difficoltà di determinare i contaminanti in matrici complesse e non convenzionali (suolo, piante, microrganismi ...)



**Su campo si possono effettuare
valutazione degli effetti a livello di...**

- popolazione, come variazione di: numero di individui, rapporto sessi, efficienza riproduttiva, ecc.
- comunità, come variazione del numero di specie (*indici di diversità*)

**...e ancora su campo è si possono
ottenere indicazioni sullo stato
dell'ambiente tramite:**

- analisi quantitativa di contaminanti nelle varie matrici ambientali o negli organismi

Studi sul campo non forniscono indicazioni su ...

- Biodisponibilità dei contaminanti e loro possibili percorsi, dunque sui possibili effetti sul sistema.
- Rapporti concentrazione di contaminante - effetti sugli organismi, popolazioni e comunità, visto il numero elevatissimo di variabili ambientali coinvolte in tali processi.

...poiché gli ecosistemi sono:

- ✗ sistemi complessi
- ✗ spesso senza confini ben definiti
- ✗ con dinamiche naturali non ancora tutte note



risulta impossibile prevedere effetti di una perturbazione a livello globale

Esempi di risposte non previste nei sistemi naturali sono:

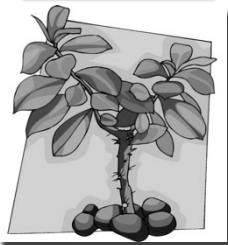
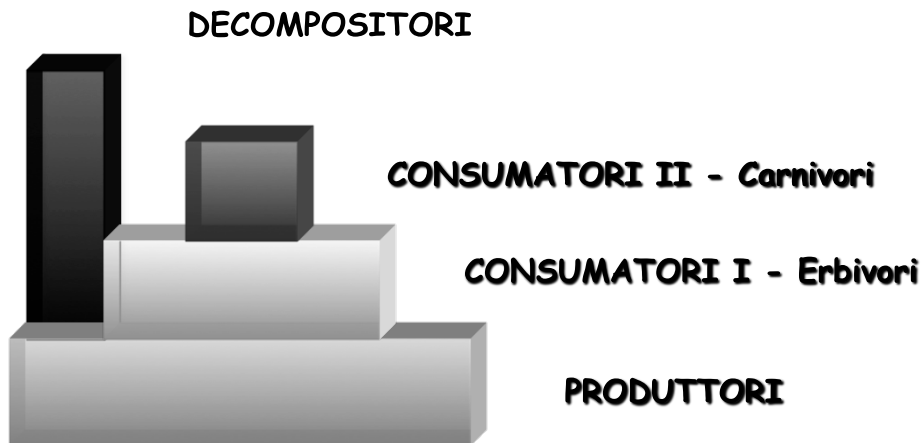
- **magnificazione ecologica concentrazione di elementi chimici tossici e composti persistenti tra i vari livelli trofici di un ecosistema (metalli pesanti, radionuclidi e DDT)**
- **deposizioni acide acidificazione del vapore d'acqua atmosferico dovuta all'emissione di ossidi di S e N, sottoprodotti della combustione di petrolio, carbone,...**



Leggi della termodinamica

- I. L'energia può essere trasformata da un tipo (luce) a un altro (cibo) ma non può essere né creata né distrutta**
- II. In tutte le trasformazioni una certa quota di energia si disperde sotto forma di calore (dunque, nessuna è efficiente al 100%)**

Struttura trofica



1 etto di rettili



1 kg di insetti



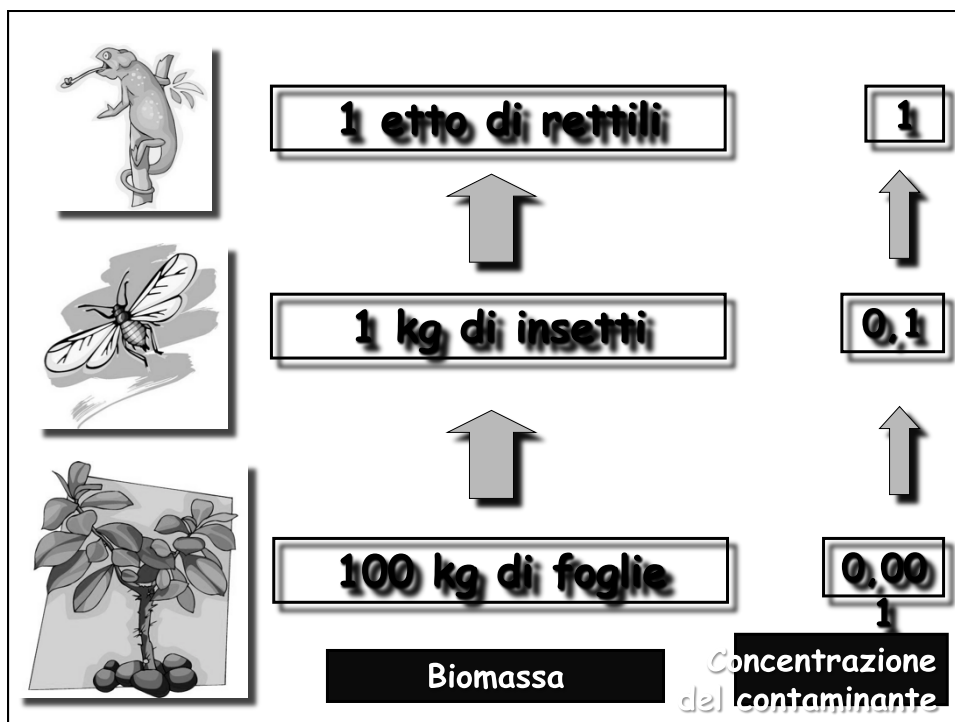
100 kg di foglie

Magnificazione ecologica

La concentrazione di elementi chimici e composti tossici e/o **PERSISTENTI** al passaggio tra i vari livelli trofici di una comunità



Metalli pesanti, radionuclidi, DDT, ecc.



Esperimento Dip. Agricoltura USA (Maggio 1945)

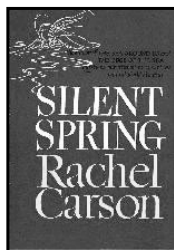
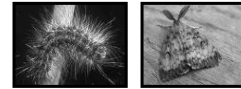
Moscow, Pennsylvania

Distribuzione di DDT - 2,3 kg/acro (4 046,8 m²) -

su una foresta di querce infestata dalla *Lymantria dispar*

Eradicazione completa in poche ore di tutti i bruchi della *Lymantria*, ma anche di 4000 uccelli in 8 giorni

Morte di coccinelle, *Harmonia axyridis*, e esplosione demografica di afidi, insensibili al DDT, con conseguente defoliazione della foresta



Questa concentrazione riduce la riproduzione perché nelle uova (227 ppm di DDT) determina l'assolimento del

Lago Michigan, Green Bay

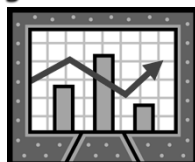
MATRICE	DDT (ppm)
Limo	0,014
Crostacei	0,41
Pesci	3-6
Gabbiani reali	99



Valutazione della magnificazione

Trophic Transfer Coefficient **TTC, Coefficiente di Trasferimento Trofico**

rapporto tra concentrazione della sostanza negli organismi di un livello trofico e quella nel livello successivo



**C'è magnificazione se $TTC < 1$
non c'è se $TTC > 1$**

**Altro problema posto dal lavorare
su campo è la difficoltà di
impostare i problemi con la
procedura classica
dell'esperimento e controllo**



**La necessità di basi sperimentali
per la valutazione dei possibili
effetti dei contaminanti
nell'ambiente**

ha imposto

**lo sviluppo di modelli di laboratorio
che approssimino il più possibile le
condizioni naturali**