

AGRONOMIA

Il complesso delle norme che regolano la conduzione dei campi

Pantanelli: *La conoscenza dei fattori che dominano la produzione vegetale e l'arte di regolarli in modo da ottenere la massima produzione*

Iannaccone: *La scienza che studia i fattori della produzione e le loro relazioni, al fine di poterli regolare per ottenere dalla coltivazione delle piante la produzione più elevata e costante nel tempo, entro i limiti della convenienza economica*

Cavazza: *La scienza che studia le influenze reciproche tra ambiente e agricoltura, gli interventi dell'uomo sui fattori della produzione vegetale agraria, le risposte quantitative e qualitative delle colture a detti interventi, nonché i loro effetti sulle modalità del processo produttivo e sulla fertilità del suolo.*

L'agronomia è scienza in quanto studia in modo organico e sistematico le relazioni funzionali tra i fattori della produzione, l'intervento dell'uomo su di essi e la produzione delle piante agrarie.

L'agronomia non possiede compiti decisionali, le scelte operative in agricoltura dipendono anche da considerazioni di natura economica, politica, sociale ed ambientale

Programma del corso di "AGRONOMIA GENERALE"

9 CFU

Docente: Prof. Michele PERNIOLA.

- **Definizione e compiti dell'Agronomia.**

- **Gli Agroecosistemi: fattori, risorse, processi, classificazioni agronomiche territoriali.**

- **I fondamentali processi biologici della produzione vegetale agraria**

produttività potenziale, ottenibile ed effettiva; assimilazione, respirazione e ripartizione; sviluppo e fenologia; specie a crescita determinata ed indeterminata; fotoperiodo e vernalizzazione; competizione intra- ed inter-specifica; stabilità produttiva.

- **Il clima e le piante agrarie**

radiazione, temperatura, umidità, pioggia, vento, evapotraspirazione.

- **L'ambiente pedologico**

il terreno agrario e quello naturale; il profilo colturale;

cenni sulle proprietà chimiche del terreno agrario: costituzione, composizione, reazione, soluzione circolante e capacità di scambio cationico, salinità e sodicità;

caratteristiche fisiche del terreno agrario (1): granulometria e tessitura, porosità, stabilità e dinamica degli aggregati, tenacità, adesività, plasticità;

la sostanza organica del terreno ed i principali processi microbiologici;

caratteristiche fisiche del terreno agrario (2): fondamenti di idrologia: potenziale idrico, determinazione delle costanti idrologiche, misura dell'umidità del terreno e del suo potenziale, cenni di dinamica dell'acqua nel terreno.

- Le lavorazioni del terreno

finalità, classifica delle lavorazioni (preparatorie, complementari, consecutive), modalità d'esecuzione;
nuovi orientamenti: lavorazione minima e non lavorazione.

- L'irrigazione

scopi dell'irrigazione; idoneità dei terreni; fabbisogno di acqua irrigua e risposte delle colture; definizione e quantificazione delle variabili irrigue; determinazione del momento d'intervento irriguo;
sistemi e metodi d'irrigazione (per sommersione, scorrimento, infiltrazione laterale, a microportata d'erogazione).
qualità delle acque per l'irrigazione (irrigazione con acque salmastre).

- Cenni di aridocoltura

- La fertilizzazione

concimazione minerale

funzioni e disponibilità nutritive del terreno agrario;
classificazione e commercializzazione dei concimi minerali;
la concimazione azotata, fosfatica e potassica; gli elementi oligodinamici;
la risposta produttiva alla concimazione e la determinazione della dose d'impiego; programmi di concimazione;
modalità di distribuzione dei concimi.

concimazione organica

- I sistemi colturali

avvicendamento delle colture;
consociazione agraria.

- Regimazione delle acque in eccesso

ristagno idrico ed i suoi effetti; interventi di difesa: affossatura, drenaggio, sistemazione dei terreni in piano;
fenomeni erosivi e regimazione dei deflussi superficiali veloci: sistemazioni dei terreni in pendio; accorgimenti protettivi e di recupero dei terreni soggetti ad erosione.

- Semina ed impianto delle coltivazioni

scelta della densità di piante; scelta della quantità di seme; semina e diradamento; distribuzione delle piante in campo; profondità di semina;
valore agricolo e certificazione delle sementi.

- Controllo delle erbe infestanti

definizione, danni, strategie e cenni sui metodi di controllo (preventivi, indiretti e diretti); il diserbo chimico; riflessi agronomici del diserbo.

Testi consigliati

Luigi GIARDINI, *Agronomia generale, ambientale ed aziendale*, Patron Editore, 1992.

Francesco BONCIARELLI, *Agronomia*, Bologna 1990.

L'Agroecosistema

Argomenti principali

Ecosistema

L'agroecosistema

Flusso di materia

Flusso di energia

Produzione primaria

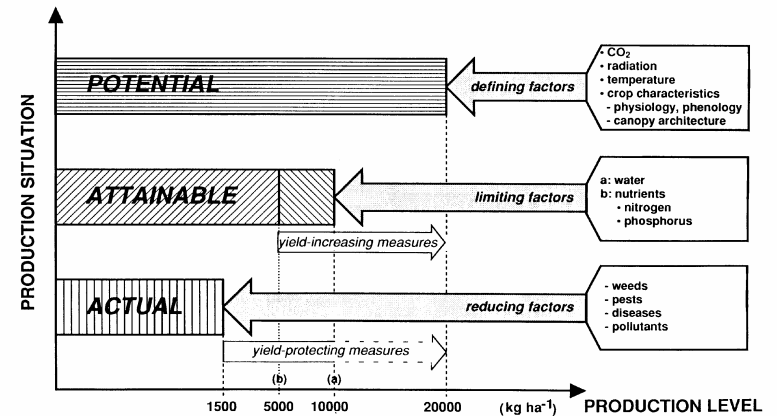
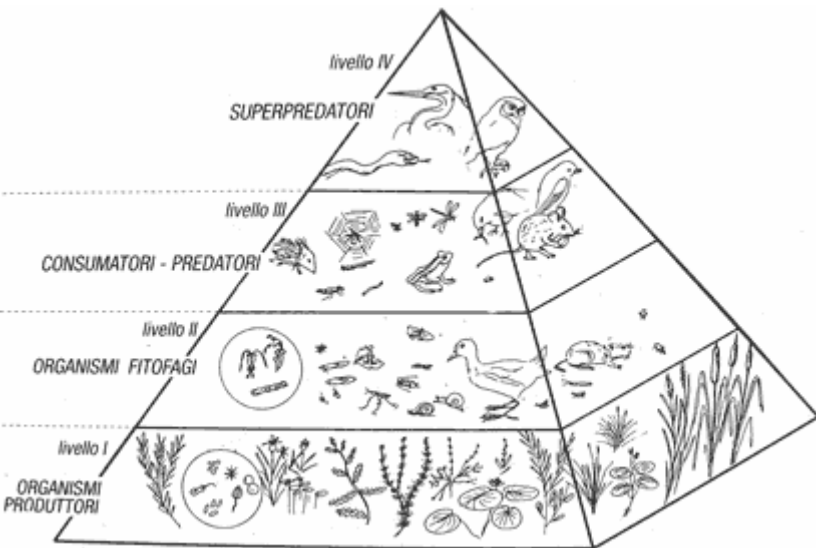


Figure 1.2. Schematic overview of production situations with corresponding yield levels

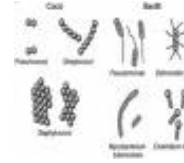
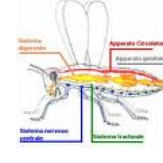
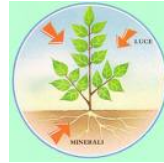
Ecosistema

Un sistema naturale composto da una comunità ecologica di organismi viventi (Biotici) e elementi fisici dell'ambiente (non biotici), che interagiscono dinamicamente come una unità che **mantiene una sua autonomia funzionale nel tempo**

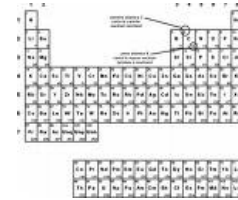
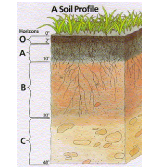
Per definire un ecosistema è necessario conoscere:

Struttura

Elementi biotici
(organismi viventi)



Elementi non biotici



Funzionamento

Relazioni tra organismi

Relazioni tra organismi ed elementi non biotici

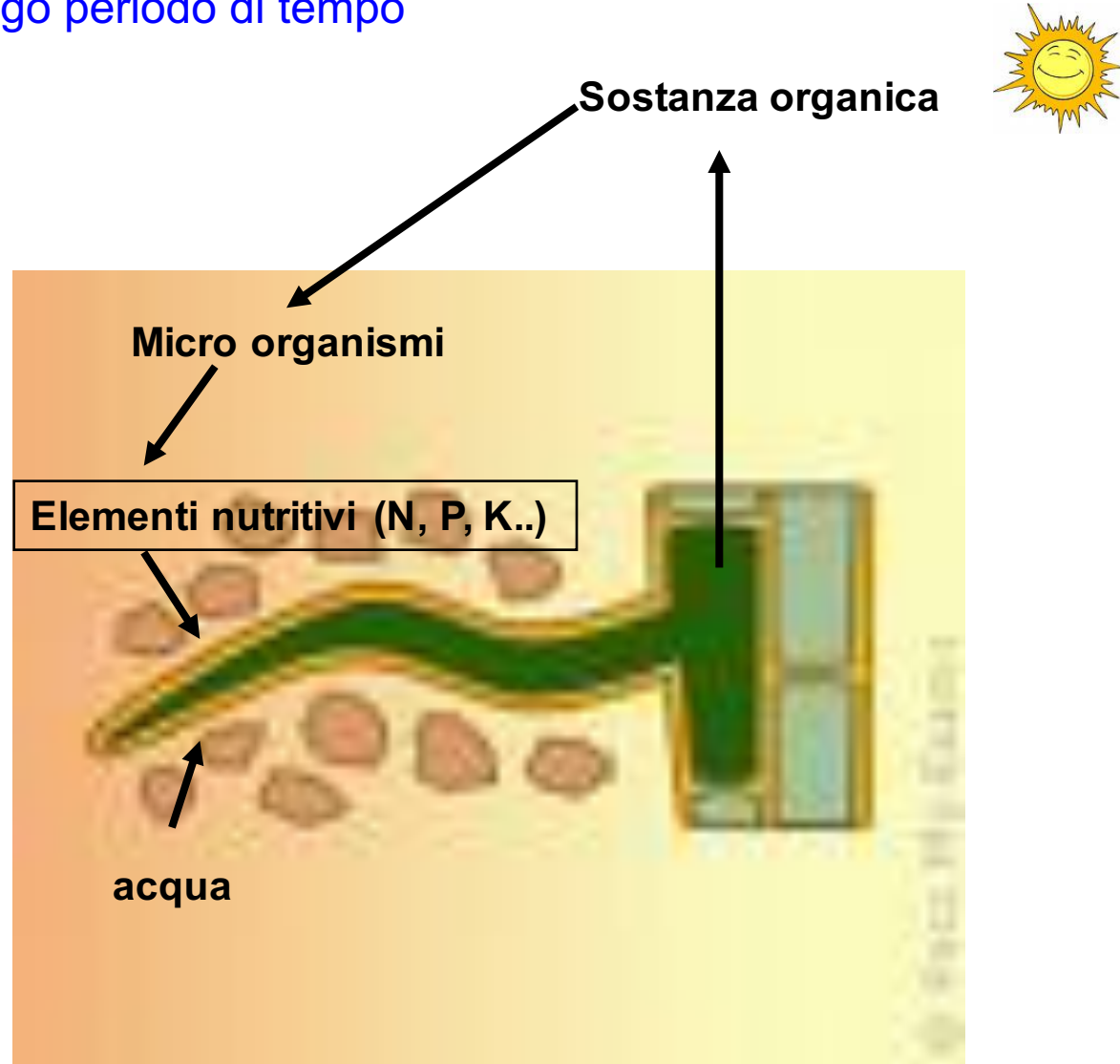
Flusso di Energia

Flusso di Materia

Un ecosistema può essere piccolo come l'ambiente rizosferico o grande come l'intera biosfera

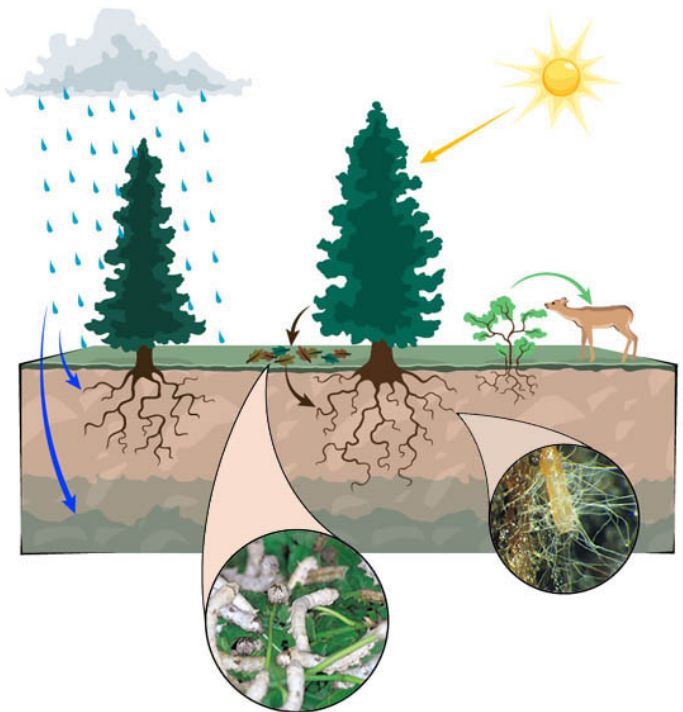
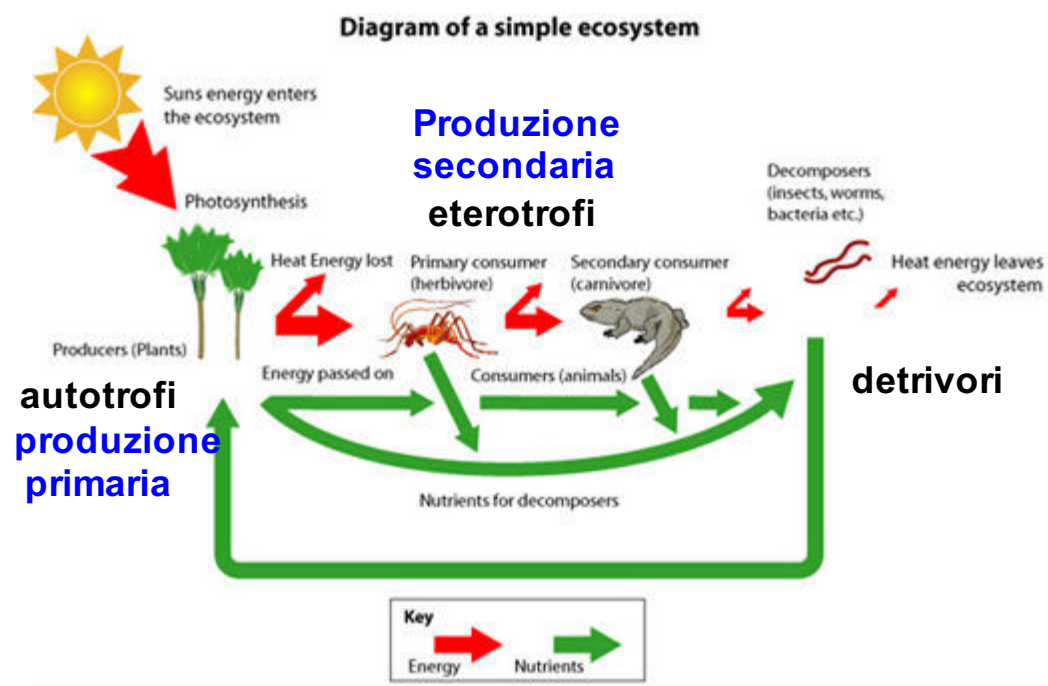
Elementi biotici ed abiotici costituiscono un ecosistema se **mantengono una autonomia funzionale per un lungo periodo di tempo**

Esempio: rizosfera



Un ecosistema non è mai completamente chiuso, ma scambia materia ed energia con l'esterno

L'ecosistema prende vita attraverso il flusso di materia ed energia, la trasformazione e il ciclo degli elementi nutritivi mediante la produzione e la degradazione di sostanza organica



Nell'ecosistema si realizza il flusso di energia e il ciclo della materia

Flusso di energia attraverso l'ecosistema

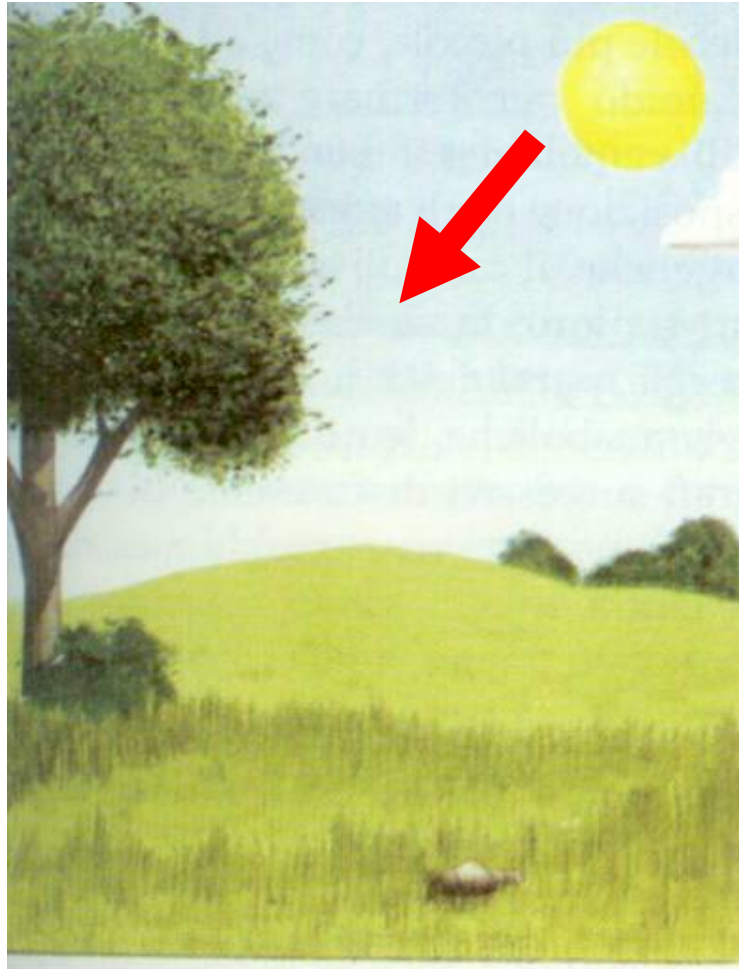
La principale fonte di energia per l'ecosistema del nostro pianeta è il sole
Il flusso di energia attraverso l'ecosistema è regolato attraverso le prime due leggi della termodinamica:

- La **prima legge della termodinamica** fa riferimento al principio della **conservazione dell'energia**: "l'energia si può trasformare da una forma in un'altra ma non si può né creare né distruggere"
- la **seconda legge della termodinamica** è una espressione della legge universale dell'**entropia**: l'energia passa spontaneamente da una forma più concentrata ad una meno concentrata e l'entropia di un sistema isolato che non è all'equilibrio tende ad aumentare nel tempo, approcciandosi ad un valore massimo all'equilibrio. Concentrare energia (fotosintesi, vita) significa ridurre l'entropia e richiede energia e lavoro.

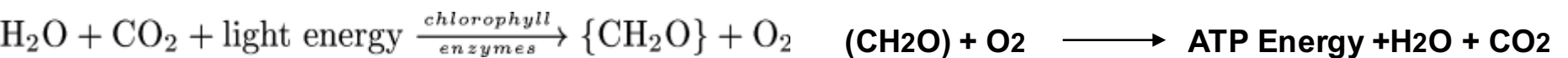
L'energia fluisce continuamente attraverso l'ecosistema partendo dal sole e ritornando all'universo come calore. Fluendo nell'ecosistema cambia forma (energia nucleare, energia elettromagnetica, energia chimica, energia termica etc.). **Gli elementi biotici di un ecosistema usano sempre energia fresca, per cui l'energia non può e non viene riciclata.**

I due principali processi metabolici che mediano il flusso di energia nel mondo biologico sono:
Fotosintesi e Respirazione

Fotosintesi
(autotrofi)



Respirazione
(eterotrofi)

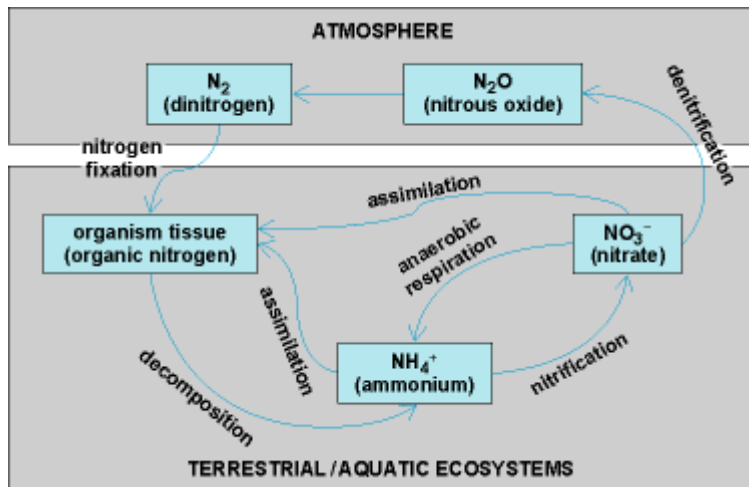


Ciclo della materia attraverso l'ecosistema

Al contrario dell'energia, che è dispersa nell'ecosistema principalmente come calore, la materia (elementi chimici o nutrienti) che costituisce le molecole degli organismi rimane inalterata nel tempo e viene utilizzata in maniera ciclica passando dagli organismi all'ambiente.

La materia negli organismi viventi e non (l'ambiente) è sempre la stessa dall'origine dell'universo; Gli stessi elementi chimici (N, P, K etc.) vengono utilizzati in momenti diversi da diversi organismi; durante il proprio ciclo vitale un organismo può usare in momenti diversi lo stesso elemento (p. es. L'H₂O)

Per ogni elemento la sua disponibilità dipende dalla completa funzionalità del suo ciclo.



Modello generale del **ciclo dell'azoto** nell'ecosistema



Modello generale del **ciclo dell'acqua** nell'ecosistema

AGROECOSISTEMA

L'agroecosistema è essenzialmente un ecosistema, caratterizzato da una composizione molto più semplice in merito al numero di specie che lo compongono e alla relativa semplicità dei flussi energetici.



Ecosistema

Agroecosistema

L'agroecosistema differisce da un ecosistema naturale per i seguenti motivi:

1. L'input energetico di un agroecosistema include non soltanto energia naturale (radiazione solare) ma anche energia sussidiaria in forma di energia fossile, lavoro umano o animale. Infatti, a causa della sua semplicità, l'agroecosistema richiede energia sussidiaria per mantenere il suo equilibrio.
2. La biodiversità nell'agroecosistema è ridotta dall'intervento umano
3. L'evoluzione è in buona parte, ma non del tutto, guidata da un processo di selezione artificiale (pilotata dall'uomo)

Le funzioni di un agroecosistema sono:

- **Immagazzinare energia** (solare e subsidiaria) per i fabbisogni energetici degli organismi eterotrofi

Es. Sistema colturale intensivo:



46000 GJ/ha/anno di Energia solare



+ 19 GJ/ha/anno di energia
subsidiaria

80 GJ/ha/anno di energia immagazzinata

Le funzioni dell'agroecosistema sono:

Sintetizzare biomassa (**cibo**) per la crescita ed il mantenimento degli organismi eterotrofi



Il cibo, che è la produzione principale degli agroecosistemi, è un contenitore di energia e materia per la crescita ed il mantenimento degli organismi eterotrofi

La necessità da parte dell'uomo di forzare un ecosistema verso un agroecosistema nasce dalla necessità di ottenere prodotti (cibo, fibra, legno etc.) non sempre presenti in un ecosistema naturale.

Inoltre l'efficienza fotosintetica di un ecosistema naturale è inferiore rispetto all'agroecosistema. La tecnica colturale (densità di semina, scelta della specie, concimazione, lavorazioni, miglioramento genetico etc.) ha la funzione di migliorare l'uso della radiazione solare e di migliorare l'efficienza d'uso delle risorse naturali (acqua, suolo etc.).

Le fonti di energia sussidiaria sono:

Dirette: carburanti

macchinari

lavoro umano.....



Indirette: fertilizzanti

erbicidi

antigrittogamici

irrigazione

sementi

pacciamature



Generalmente aumentando l'input di energia ausiliara aumenta il **rendimento energetico** (rendimento energetico=energia prodotta-energia impiegata), ma si riduce l'**efficienza energetica** (efficienza energetica=energia prodotta/energia impiegata).

Esempio: mais a basso input energetico :



input energetico (lavorazioni, semina raccolta...): 2309 Mcal/ha
Energy energia prodotta (contenuto energetico della granella): 8567 Mcal/ha

rendimento energetico: 6258 Mcal/ha
efficienza energetica; 3,7

Esempio: mais ad alto input energetico :



Input energetico (lavorazioni, semina, irrigazione, concimazione, controllo infestanti, controllo parassiti, miglioramento genetico, raccolta,): 7241 Mcal/ha
energia prodotta (contenuto energetico della granella): 20412 Mcal/ha

rendimento energetico: 13171 Mcal/ha
efficienza energetica; 2,8

Nonostante gli agroecosistemi tradizionali assicurano una efficienza energetica maggiore e un minore impatto ambientale, l'incremento demografico (ancora incalzante nei paesi in via di sviluppo) e la riduzione delle superfici coltivabili, forzano verso sistemi colturali intensivi che, a fronte di una riduzione dell'efficienza energetica, assicurano una maggiore produzione di energia.

Agroecosistemi primitivi: erano necessari 3,4 ha di coltivazione per alimentare una persona;



Contadino indiano ad arare la terra con un vecchio aratro trainato da buoi.

Agroecosistemi tradizionali: sono necessari 0,5 ha di coltivazione per alimentare una persona;



Agroecosistemi intensivi: sono necessari 0,1 ha di coltivazione per alimentare una persona.

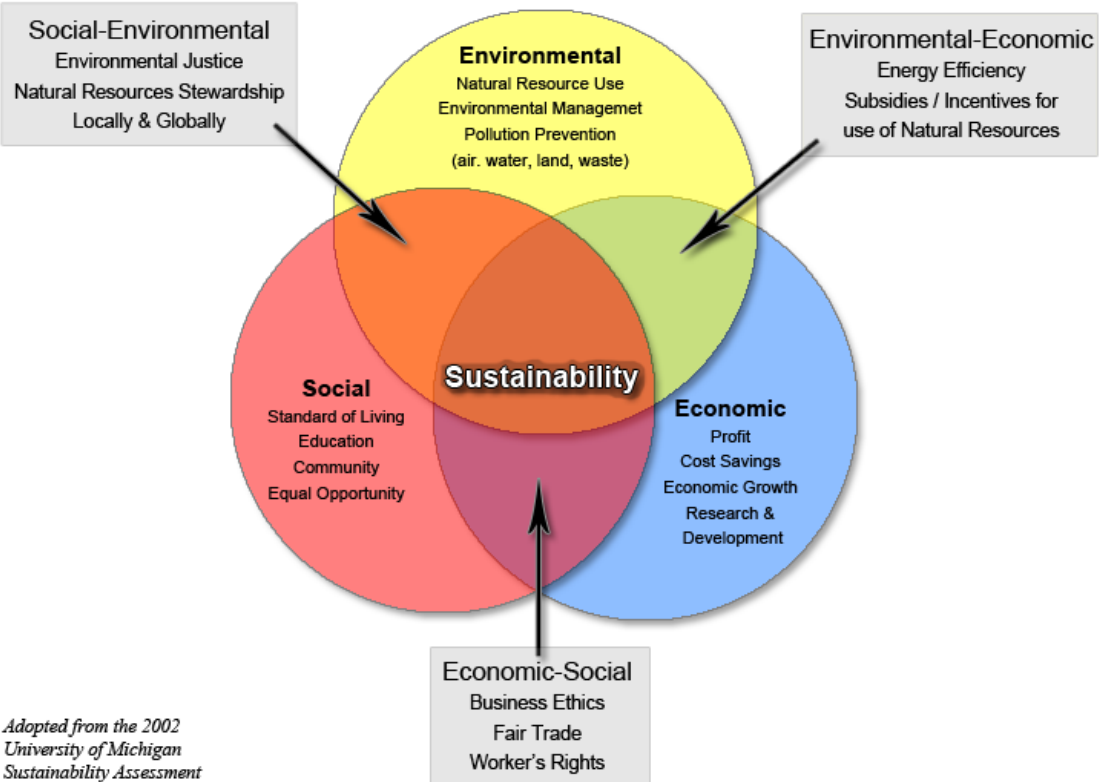


Una delle principali problematiche dell'agroecosistema è la sua **sostenibilità**, che **significa mantenere costante la sua produttività**.

Sostenibilità, in termini generali, è la capacità di un sistema di mantenere in equilibrio il suo stato e i processi che in esso si svolgono. Il concetto di sostenibilità è ora molto spesso associato ai sistemi biologici e umani. In un contesto ecologico, la sostenibilità può essere definita come la capacità di un ecosistema di mantenere i suoi processi e le sue funzioni ecologiche e di salvaguardare la biodiversità e la produttività nel futuro.

La **sostenibilità** di un agroecosistema è un argomento molto complesso poiché deve considerare gli aspetti di sostenibilità ambientale, sociale ed economica

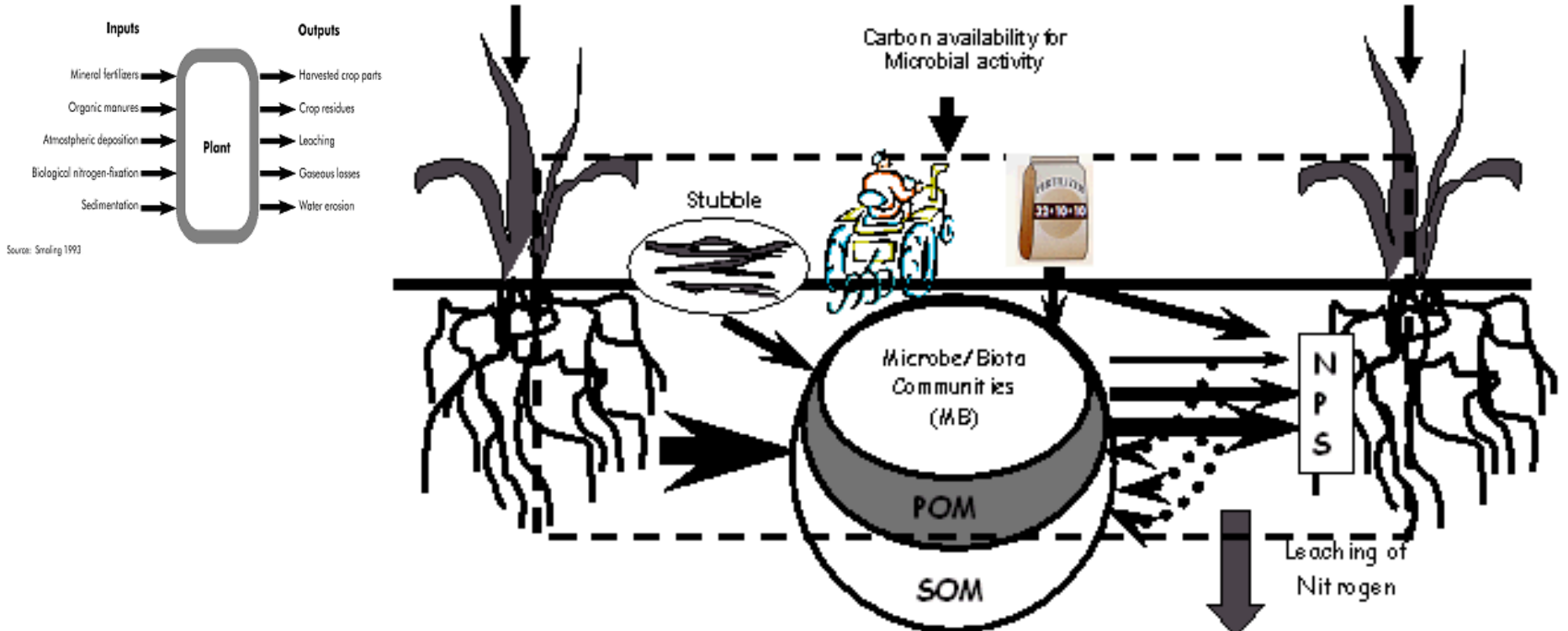
The Three Spheres of Sustainability



Adopted from the 2002 University of Michigan Sustainability Assessment

Ad esempio la gestione sostenibile del contenuto in elementi nutritivi del suolo deve tener conto della complessità dei cicli dei singoli elementi. L'asportazione di elementi nutritivi dal suolo da parte di piante e infestanti dipende in primo luogo dai processi microbici di mineralizzazione della sostanza organica. Nell'agroecosistema eventuali deficit vengono compensati mediante la concimazione minerale. **L'agricoltore deve aver cura di mantenere in pareggio il bilancio tra input e output di elementi dal suolo.**

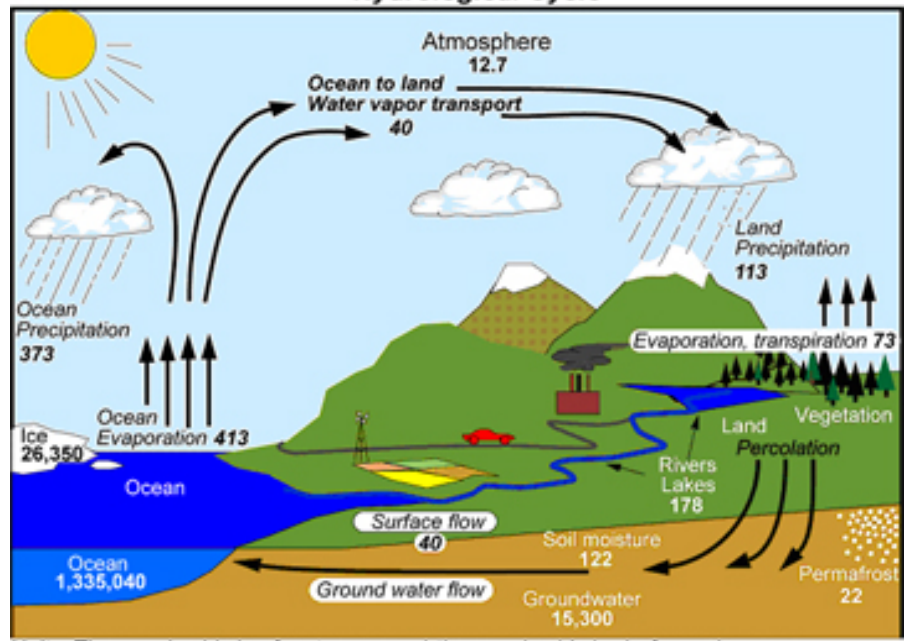
Figure 4.3 Nutrient flows in agroecosystems



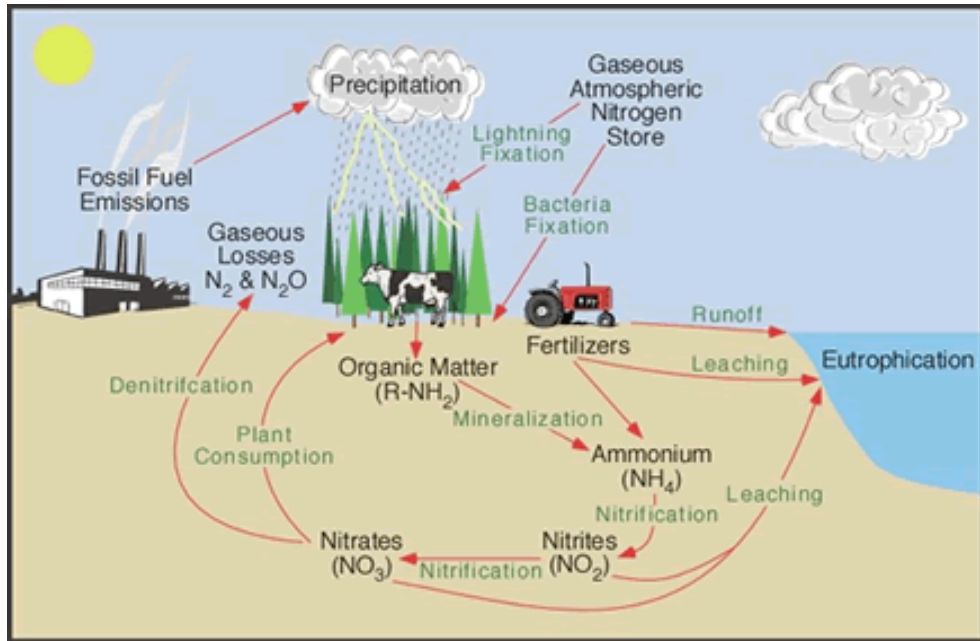
Gestione della sostanza organica e degli elementi nutritivi in un sistema colturale intensivo. Nel diagramma è riposrtato il ruolo dei microrganismi nel turnover della sostanza organica, la mineralizzazione e l'influenza della tecnica colturale (fertilizzazione e lavorazioni). MB=biomassa microbica, POM= sostanza organica stabile, SOM=Sostanza organica del suolo.

Uso sostenibile delle risorse naturali e controllo dell'impatto ambientale sono, in molti casi, aspetti associati. Ad es. [L'uso sostenibile dell'acqua e sostenibilità della fertilità del suolo](#) (es. ciclo dell'azoto).

Hydrological Cycle



Units: Thousand cubic km for storage, and thousand cubic km/yr for exchanges



Un altro elemento importante da considerare per la vitalità dell'agroecosistema è il **mantenimento della biodiversità.**

Un ecosistema sano deve mantenere un elevato grado di diversità, sia rispetto al numero di specie sia in merito alla diversità genetica tra individui della stessa specie o popolazione. In pratica ciò significa mantenere quante più specie di piante e animali presenti, sebbene in rapporti numerici differenti, nell'agroecosistema. Ad esempio gli insetti e i lombrichi del terreno svolgono un utile lavoro che migliora la fertilità del suolo e la presenza di nemici naturali come ragni, scarafaggi, rane, serpenti etc, limitano i danni provocati da insetti e microrganismi patogeni. La mancanza di nemici naturali può dare origine ai seguenti problemi

- Necessità di utilizzo di pesticidi che oltre ai patogeni uccidono anche i nemici naturali.
- Uccidendo i patogeni si riduce anche l'alimento per i nemici naturali che, quindi, tendono a ridursi sempre di più.

Il mantenimento di un elevato grado di biodiversità nell'agroecosistema risulta essere un tema di carattere etico oltre che scientifico. Il mantenimento della biodiversità assicura infatti non solo un'evoluzione naturale dell'ecosistema, ma garantisce anche la presenza di una base genetica sufficientemente ampia per garantire l'adattamento dei sistemi naturali ad eventuali mutazioni globali del pianeta terra come quella attualmente in atto a seguito dei cambiamenti climatici.

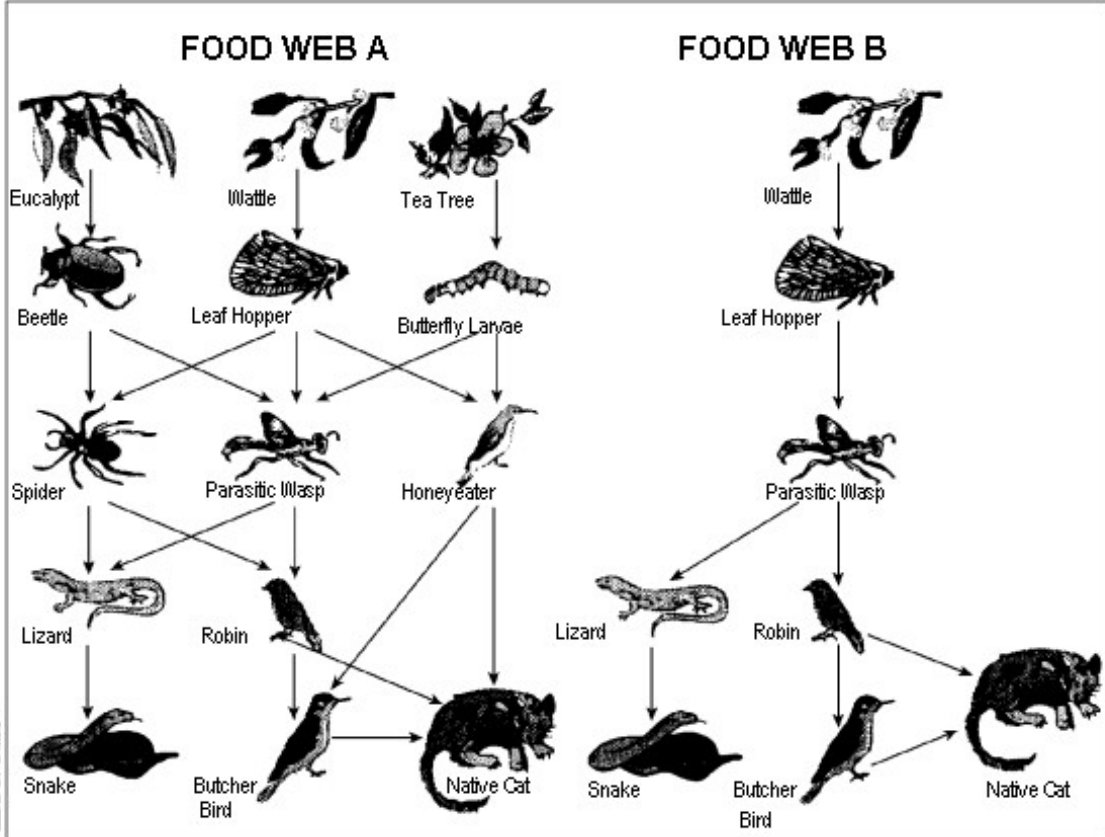
BIODIVERSITY IS THE KEY TO MANAGING ENVIRONMENT

An ecosystem that retains a high biodiversity (that is, a wide variety of living things) is much more likely to adapt to human-caused environment change than is one that has little.

Consider the two food webs shown in the diagram. The arrows point from the organism that gets eaten to the one that eats it. These food webs are highly simplified compared with food webs in real ecosystems, but they still illustrate a key difference between more diverse and less diverse ecosystems.

Food web B represents a situation with very low biodiversity, where at some levels the food path involves only a single type of organism. Food web A represents a more diverse ecosystem with, as a result, many more alternative feeding pathways.

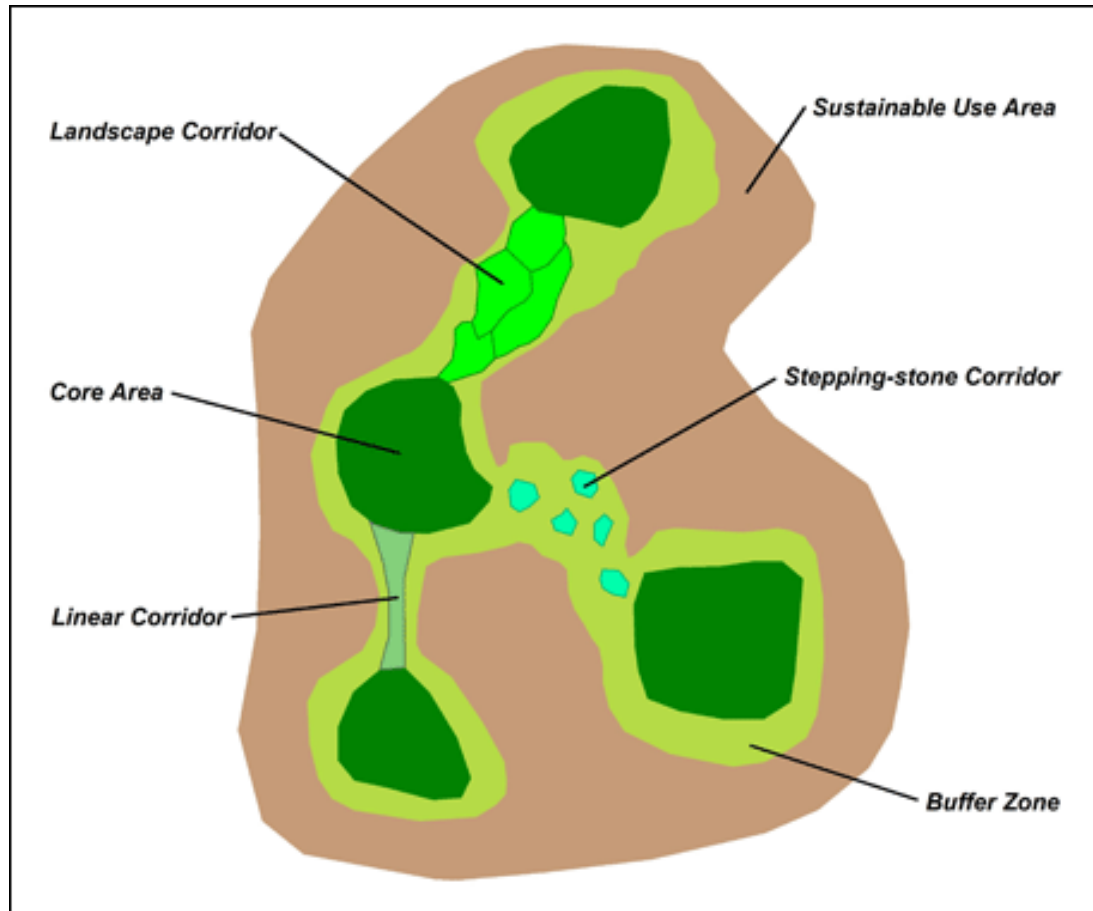
Generally, loss of biodiversity should be regarded seriously, not only because the organisms that have become extinct represent a big loss for both ethical and utilitarian (useful benefit) reasons, but also because the organisms that remain have become more vulnerable (exposed) to extinction in the future.



Source: Adapted from Steve Malcolm: 'Biodiversity is the key to managing environment', *The Age*, 16 August 1994.

Corridoi di Biodiversità: All'interno dell'agroecosistema in cui si esercita la normale attività agricola si mantengono delle isole di ecosistema naturale con corridoi sempre naturali di collegamento. Ciò fornisce un collegamento funzionale tra queste aree protette che stimola e permette alle diverse specie animali e vegetali di mantenersi vitali ed attive su una ampia superficie di territorio.

Tipologie di corridoi di biodiversità



Biodiversità è anche diversità genetica

all'interno della specie

La variabilità genetica all'interno di una popolazione della stessa specie è importante in quanto tale biodiversità risulta essere la materia prima per l'evoluzione della specie e la sua capacità di adattamento ai cambiamenti ambientali. Maggiore è la base genetica di una popolazione maggiore sarà la possibilità di avere individui in grado di adattarsi a cambiamenti ambientali. L'uniformità genetica riduce l'evoluzione e crea quindi problemi di continuità della specie nel lungo periodo.

In agricoltura si usano varietà selezionate a forte uniformità genetica (gli individui sono molto simili). Questo è un vantaggio in termini produttivi (in quanto sono varietà selezionate per adattarsi al meglio all'ambiente di coltivazione) ma diventa un problema quando si presentano nuovi parassiti o cambiamenti ambientali.

