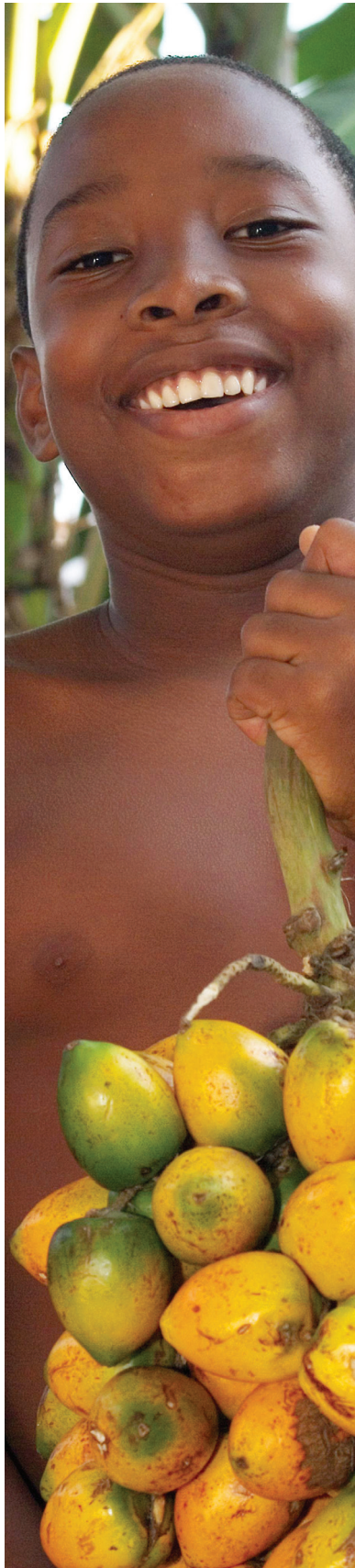


# Formare i formatori

## La biodiversità agraria nelle scuole

*Quattro percorsi didattici per l'insegnante di scienze naturali sulla biodiversità agraria e sui suoi legami con l'alimentazione, lo sviluppo sostenibile e i cambiamenti climatici*



Sezione Lazio



## **Testi**

Gruppo di lavoro ANISN Lazio:

Prof.ssa Maria Luana Belli, Liceo Scientifico *Giovanni Keplero* - Roma

Prof.ssa Eugenia Campini, Scuola Pontificia *Pio IX* - Roma

Prof.ssa Fulvia Ceccotti, Liceo Scientifico *Plinio Seniore* - Roma

Prof.ssa Rosa Maria Climaco, IPSSAR *Tor Carbone* - Roma

Prof.ssa Olivia Illuminati, Istituto d'Istruzione Secondaria di Primo Grado *Via Rugantino 91* - Roma

Prof.ssa Anna Maria Mattoni, Liceo Ginnasio *Immanuel Kant* - Roma

Prof.ssa Maria Rosaria Piscioti, Liceo Scientifico *Tullio Levi Civita* - Roma

Prof.ssa Marisa Raffaelli, Liceo Scientifico *Federigo Enriques* - Roma

Prof.ssa Rita Restante, Istituto Superiore *Niccolò Machiavelli* - Roma

Prof.ssa Claudia Stefani, Istituto Statale d'Arte *Roma 1* - Roma

## **A cura di**

Nora Capozio, Bioversity International

## **Con la consulenza scientifica di**

Prof. Giovanni Aliotta, Seconda Università degli Studi di Napoli

Dott. Stefano Padulosi, Bioversity International

Dott. Domenico Pignone, Istituto di Genetica Vegetale-CNR

Prof. Enrico Porceddu, Accademia Nazionale delle Scienze, detta dei XL

© 2009

Bioversity International



## Prefazione

Quando sentiamo parlare di biodiversità, la nostra mente va immediatamente alla grande varietà delle forme di vita ospitate dalle foreste pluviali o alla barriera corallina. Tuttavia, la biodiversità è presente anche in ambienti a noi più familiari e vicini, come un campo coltivato o la nostra tavola. Questi sono i luoghi della biodiversità agraria, quella parte della diversità biologica che abbraccia tutti gli elementi propri dei cibi e dell'agricoltura, grazie a cui l'uomo si nutre e si sostenta.

Questa risorsa così importante per la sopravvivenza del genere umano è oggi gravemente minacciata: la deforestazione, i cambiamenti climatici, la diffusione delle monocolture e la corsa alla produzione di biocarburanti stanno riducendo sempre più la varietà delle specie.

L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha dichiarato il 2010 Anno Internazionale della Biodiversità. Il 2010 offre un'opportunità senza precedenti per promuovere l'importanza e il valore della biodiversità agraria. Per questo Bioversity International ha lanciato *Diversity for Life*, una campagna di comunicazione globale che ha l'obiettivo di far comprendere il valore della biodiversità agraria nella vita dell'uomo. Le attività della campagna proseguiranno anche oltre il traguardo del 2010, quando i riflettori dell'Anno Internazionale della Biodiversità saranno spenti.

Sensibilizzare i ragazzi nelle scuole è uno degli obiettivi principali di *Diversity for Life*: saranno i ragazzi di oggi a prendere le decisioni di domani. Dovranno pertanto comprendere gli aspetti scientifici e culturali della biodiversità agraria e il suo ruolo nella realizzazione dello sviluppo sostenibile, nel raggiungimento della sicurezza alimentare e nell'adattamento ai cambiamenti climatici.

*Formare i formatori: la biodiversità agraria nelle scuole* è uno dei progetti destinati alle scuole della campagna *Diversity for Life*, nato con l'intento di aiutare gli insegnanti a guidare i ragazzi in un percorso alla scoperta degli aspetti scientifici della biodiversità agraria.

La collaborazione con i partner del progetto – il CNR, la Seconda Università di Napoli, l'Accademia Nazionale delle Scienze e la sezione laziale dell'ANISN (Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali) – ha portato alla realizzazione di quattro percorsi didattici sulla biodiversità agraria che potranno essere inseriti nelle programmazioni dei docenti di Scienze naturali della scuola secondaria di primo e secondo grado.

Questa guida per gli insegnanti è il frutto della collaborazione tra ricercatori, docenti e comunicatori e ci auguriamo costituisca un primo passo affinché la biodiversità agraria diventi parte integrante dei curriculum scolastici.

Ruth Raymond  
Bioversity International

Il fine comune di raggiungere una maggiore maturità sociale nei confronti del tema della biodiversità agraria, un bene collettivo la cui salvaguardia per le generazioni future è affidata all'attenzione consapevole e informata di ogni cittadino, ha concretizzato la collaborazione tra Bioversity International e la sezione laziale dell'ANISN. Uno degli scopi istituzionali dell'ANISN è "curare in modo particolare la realizzazione di attività formative relative all'Educazione alla Salute, all'Educazione Ambientale e alla Conservazione e Protezione della Natura e delle sue risorse in un contesto pluridisciplinare ed interdisciplinare".

Il progetto per le scuole *Formare i formatori: la biodiversità agraria nelle scuole*, proposto da Bioversity International, ha portato alla formazione di un gruppo di lavoro formato da docenti di scuola secondaria di primo e secondo grado della sezione laziale dell'ANISN. Questo gruppo di lavoro ha elaborato dei moduli didattici sul tema della biodiversità agraria, argomento che difficilmente trova spazio nella normale programmazione didattica. Le proposte prodotte non sono certamente esaustive, rispetto a una tema di così ampio respiro, ma vogliono informare e orientare su quattro aspetti fondamentali:

- Che cos'è la biodiversità agraria e quali sono le minacce a cui essa è oggi sottoposta
- L'importanza della biodiversità agraria per l'alimentazione e la salute

- Il ruolo della biodiversità agraria per la realizzazione dello sviluppo sostenibile
- Le conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità agraria

Ogni modulo, supervisionato da un referente scientifico appartenente agli enti di ricerca partner del progetto (l'Accademia Nazionale delle Scienze, Bioversity International, il CNR, la Seconda Università di Napoli), è strutturato in modo da prevedere una prima parte informativa con possibili spunti di approfondimento e, a seguire, le parole chiave, le mappe concettuali, i possibili percorsi didattici pluri e interdisciplinari, le attività didattiche da svolgere con gli alunni, una bibliografia e un elenco di siti web dove trovare ulteriori informazioni.

Gruppo di lavoro ANISN Lazio

# Indice

## LA BIODIVERSITÀ

### COS'È LA BIODIVERSITÀ? — 7

- Definizione di biodiversità — 7
- La biodiversità agraria — 7
- La biodiversità a livello di geni in una specie — 8
- La biodiversità a livello di specie — 8
- La biodiversità a livello di ecosistemi — 8
- La diversità culturale — 8
- Evoluzione e biodiversità — 8
- Parole chiave — 9

### LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ — 9

- La conservazione della biodiversità come fondamento per il mantenimento della vita sulla Terra — 9
- In natura nulla è isolato, ma ogni elemento è interconnesso — 9
- La perdita della biodiversità — 10
- Bioindicatori di biodiversità — 10
- Parole chiave — 11

### LE CONVENZIONI SULLA BIODIVERSITÀ — 11

- La Convenzione sulla Diversità Biologica — 11
- Altre convenzioni sul tema della biodiversità — 11
- Parole chiave — 12

### BIBLIOGRAFIA — 12

## BIODIVERSITÀ E ALIMENTAZIONE

### L'AGRICOLTURA — 13

- Cos'è l'agricoltura? — 13
- La nascita e l'evoluzione dell'agricoltura — 13
- L'agricoltura oggi — 15
- L'agricoltura e il paesaggio — 16
- Problemi ambientali, economici, politici e sociali legati all'agricoltura — 16
- Parole chiave — 16

### LA DOMESTICAZIONE — 16

- Centri di diversità genetica e di domesticazione delle colture agrarie — 16
- Il processo della domesticazione — 17
- Gli effetti della domesticazione — 17
- Le piante domestiche più usate dall'uomo — 17
- Le specie neglette e sottoutilizzate — 18
- Parole chiave — 18

### LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ — 18

- Meccanismi che contribuiscono alla perdita della biodiversità agraria — 18
- Aspetti scientifici della conservazione — 19
- Aspetti culturali della conservazione — 20
- Il ruolo della donna nell'utilizzo sostenibile della diversità agraria — 20
- Parole chiave — 21

## **LE RISORSE GENETICHE PER L'AGRICOLTURA E L'ALIMENTAZIONE — 21**

Introduzione — 21

La diversità genetica interspecifica, intraspecifica e intragenica — 22

Il Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura — 22

Parole chiave — 23

## **BIODIVERSITÀ, ALIMENTAZIONE E SALUTE — 23**

Introduzione — 23

La semplificazione delle diete e la malnutrizione — 25

Le malattie da carenza — 25

La dieta mediterranea — 25

Parole chiave — 26

## **ATTIVITÀ — 26**

## **POSSIBILE USO DIDATTICO — 26**

## **BIBLIOGRAFIA — 26**

# **BIODIVERSITÀ E SVILUPPO SOSTENIBILE**

## **LO SVILUPPO SOSTENIBILE — 28**

Le risorse della Terra e i bisogni dell'uomo — 28

Lo sviluppo sostenibile — 28

Strategie per il sistema Terra — 28

Le tappe storiche — 29

L'Agenda 21 — 29

Parole chiave — 30

## **LA RIVOLUZIONE VERDE: PREGI E DIFETTI — 30**

Parole chiave — 31

## **VERSO UN NUOVO MODELLO: L'AGRICOLTURA SOSTENIBILE — 31**

L'agricoltura e lo sfruttamento delle risorse — 31

La ricerca scientifica per un'agricoltura sostenibile — 31

Strategie per un'agricoltura sostenibile — 32

Biodiversità e agricoltura sostenibile — 32

Parole chiave — 33

## **LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITÀ — 33**

Aspetti ecologici, economici ed etici — 33

Parole chiave — 33

## **ATTIVITÀ — 33**

## **POSSIBILE USO DIDATTICO — 34**

## **BIBLIOGRAFIA — 34**

# **BIODIVERSITÀ E CAMBIAMENTI CLIMATICI**

## **I CAMBIAMENTI CLIMATICI — 35**

Tempo meteorologico e clima — 35

Elementi e fattori climatici — 35

Parole chiave — 36

## L'EFFETTO SERRA E IL CONTRIBUTO ANTROPICO — 37

I gas serra — 37

Il contributo antropico — 38

Parole chiave — 39

## EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI — 39

Effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità agraria e sul cibo — 40

La biodiversità agraria per mitigare gli effetti del cambiamento climatico — 41

Parole chiave — 42

## ATTIVITÀ — 42

## POSSIBILE USO DIDATTICO — 42

## BIBLIOGRAFIA — 42

## SITOGRAFIA — 43





# LA BIODIVERSITÀ

## COS'È LA BIODIVERSITÀ?

### Definizione di biodiversità

La biodiversità, termine usato per indicare la diversità biologica, è un neologismo composto dai termini *bios* (vita) e *diversità*. È usato per descrivere la manifestazione della diversità della natura. La diversità, nel suo complesso, comprende ogni genere e specie di esseri viventi. Il significato della biodiversità e la sua valutazione non sono idee di immediata comprensione. I concetti sulla diversità biologica furono definiti intorno alla metà degli anni '80, mentre il termine biodiversità fu coniato dall'entomologo Edward Osborne Wilson nel 1986, in occasione del primo Forum Nazionale sulla Diversità Biologica, tenuto a Washington e organizzato dal National Research Council. Il termine biodiversità ha accompagnato e talvolta sostituito quello di diversità biologica, considerato meno efficace in termini comunicativi.

Fin dal 1986, il termine e il concetto si sono diffusi estesamente fra biologi, ambientalisti, leader politici e cittadini di tutto il mondo. L'uso del termine ha coinciso, tra l'altro, con l'aumento della preoccupazione per l'estinzione di specie osservata nelle ultime decadi del XX secolo.

Dal punto di vista epistemologico, il concetto di biodiversità ha rappresentato una sorta di rivoluzione paradigmatica, in quanto mette in relazione ambiti di ricerca diversi, come le scienze umane e le scienze naturali.

La biodiversità è definita dall'articolo 2 della Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro (1992) come "ogni tipo di variabilità tra gli organismi viventi, compresi, tra gli altri, gli ecosistemi terrestri, marini ed altri acquatici e i complessi ecologici di cui essi sono parte; essa comprende la diversità entro specie, tra specie e tra ecosistemi". Il termine viene dunque usato per indicare quello che alcuni definiscono "il trittico della biodiversità": la variabilità genetica all'interno di una specie, ma anche la varietà di specie esistenti nella biosfera e la varietà di ecosistemi in cui le specie interagiscono in comunità biotiche.

### La biodiversità agraria

Il valore della biodiversità è particolarmente evidente in agricoltura: per millenni i popoli hanno coltivato una vasta gamma di specie e varietà per stabilizzare la produzione e diversificare l'alimentazione, valore che viene nuovamente apprezzato oggi, quando si stanno cercando sistemi produttivi a basso impatto ambientale.

La crescita della popolazione mondiale sta riportando l'attenzione anche su specie che, domestiche e utilizzate da lunghissimo tempo, erano state trascurate ed erano pressoché scomparse. Esse possono fornire alimenti anche in zone dove le specie più diffuse non sembrano in grado di produrre in modo soddisfacente. Molte specie selvatiche possiedono geni per migliorare la resistenza di piante coltivate a malattie e parassiti, evitando l'uso di prodotti inquinanti. Diverse specie selvatiche forniscono, inoltre, i principi attivi per trattare malattie come il cancro, la leucemia e il morbo di Parkinson.

Negli ultimi anni, i prodotti dell'agricoltura sono stati utilizzati anche per fornire biocarburanti. Tuttavia, la loro produzione è stata al centro di molte critiche. Se da una parte il loro uso può aiutare a non fare aumentare le emissioni di gas serra, dall'altra ha delle gravi conseguenze economiche e sociali: la conversione di terreni - precedentemente usati per la coltivazione di prodotti alimentari - per produrre biocarburanti è stata uno dei fattori che hanno contribuito alla recente crisi dei prezzi delle derrate alimentari.

A Rio de Janeiro, dal 3 al 14 giugno 1992, si svolse la Conferenza sull'Ambiente e lo Sviluppo delle Nazioni Unite (United Nations Conference on Environment and Development, UNCED), meglio nota col nome di Earth Summit a cui parteciparono 172 governi, 108 capi di stato e di governo e 2.400 rappresentanti di organizzazioni non governative.

Durante questa conferenza, la Convenzione sulla Diversità Biologica fu aperta alla firma dei paesi, insieme alla Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici e alla Convenzione contro la Desertificazione, per questo denominate le tre Convenzioni di Rio.

## **La biodiversità a livello di geni in una specie**

La biodiversità intraspecifica – l'insieme dei caratteri differenti e trasmissibili presenti negli individui della stessa specie – è alla base dei processi evolutivi e della diversità a livello di specie e di ecosistemi. I differenti alleli di un gene possono svolgere in modo leggermente differenziato la loro funzione metabolica ed essere soggetti, in particolari condizioni ambientali, a specifiche pressioni selettive. La pressione selettiva esercitata dall'ambiente agisce sugli individui della popolazione e contribuisce a sua volta a determinare la variazione genetica di quest'ultima. Individui portatori di specifici complessi genici o di particolari mutazioni genetiche rispondono in modi più o meno appropriati alle diverse condizioni e opportunità presenti nell'ambiente.

## **La biodiversità a livello di specie**

La diversità specifica rappresenta il complesso delle specie che abitano una certa regione. Si tratta quindi della diversità tassonomica, che alcuni autori definiscono col termine "alfa-diversità".

Il numero delle specie che vivono in una regione è strettamente legato al grado di complessità dell'ecosistema, che si riconosce attraverso l'analisi della rete alimentare esistente in quel territorio, ed è dipendente dalla ricchezza di relazioni che si sono instaurate tra le specie. Queste relazioni possono prendere diverse forme, come predazione, commensalismo, simbiosi, associazione, parassitismo.

È noto che in ambienti estremi – come la tundra artica o negli ecosistemi nivali – e là dove l'ambiente fisico è caratterizzato da drastici fattori limitanti, il ridotto numero di specie rende più lineari e meno ramificate le catene alimentari. Il contrario avviene nella foresta equatoriale pluviale, dove le condizioni fisiche consentono il differenziamento di un numero estremamente elevato di specie, ciascuna adattata a una specifica nicchia trofica. La biodiversità a livello di specie è quindi strettamente interconnessa al tipo di ecosistema e alla qualità delle relazioni interspecifiche che si sono stabilite.

## **La biodiversità a livello di ecosistemi**

La biodiversità degli ecosistemi è riferita ai diversi ambienti in cui la vita è presente. Ogni ambiente è popolato da associazioni di specie adattate ai fattori microclimatici e biotici che caratterizzano quell'ambiente. Una foresta, la barriera corallina, gli ambienti sotterranei, il deserto, le torbiere sono esempi di ecosistemi. All'interno di queste categorie si possono operare ulteriori distinzioni: ogni foresta, ad esempio, è caratterizzata da un'associazione di specie propria e molto spesso differente da quella di altre foreste. È stato osservato che nelle foreste equatoriali – gli ambienti terrestri dove la biodiversità si manifesta al massimo grado – le specie osservate in una determinata area sono in alta percentuale diverse da quelle riconosciute in aree situate a pochi chilometri di distanza dalla prima; questo tipo di foresta è caratterizzato quindi da differenti associazioni di specie, che si succedono in contiguità. Se ne deduce che la scomparsa di superfici anche limitate di questi ambienti può comportare la sparizione definitiva, quindi l'estinzione, di specie che esistevano solo in quella zona. Si ritiene che, ancor prima ancora di essere catalogate, molte specie si estinguano a causa della distruzione di ambienti dovuta alla deforestazione.

## **La diversità culturale**

La diversità culturale - come la diversità genetica, la diversità specifica e la diversità degli ecosistemi - è un altro aspetto della biodiversità, come è stato sancito dall'Earth Summit di Rio. Si può esprimere in vari modi: con la diversità di linguaggio, di cultura, di valori sociali, religiosi, etici e etnici o altro, e rappresenta una soluzione al problema della sopravvivenza della vita in ambienti mutevoli.

In ogni ambiente della Terra che è riuscito ad abitare, l'uomo ha sviluppato un complesso di conoscenze, una cultura e una civiltà che sono il frutto di millenni di adattamenti alle condizioni geografiche e ambientali ed è riuscito a sopravvivere in ambienti a volte molto ostili interagendo in modo adattativo con popolazioni di altre specie.

Si può, ad esempio, citare il caso di popolazioni di alcune regioni del Senegal che allevano del bestiame resistente all'attacco della mosca tze-tze che in altre regioni africane falciava gli animali domestici o il caso di zone dell'India dove vengono utilizzate sementi particolarmente resistenti alla salinità.

## **Evoluzione e biodiversità**

Come è noto, la variazione genetica delle popolazioni è alla base dei processi evolutivi che risultano

dall'interrelazione tra processi ambientali e processi genetici. Gli individui che, per le loro caratteristiche genetiche, sono in grado di utilizzare meglio le opportunità sopravvivono, si riproducono e trasmettono parte del loro patrimonio genetico ai loro discendenti, contribuendo così all'evoluzione della specie.

Più diversificate sono le popolazioni e gli individui che compongono le specie e maggiore è la probabilità che la diversità genetica di una specie sia elevata. Il rischio di impoverimento del pool genetico delle popolazioni di una specie sarà quindi in relazione alla loro diversità genetica, al numero di individui e alle pressioni selettive, con particolare riguardo a quelle innescate dalle attività umane, che si caratterizzano per la velocità con cui vengono introdotte negli ambienti. L'erosione genetica, ossia la perdita di variabilità genetica all'interno di una stessa specie, è anche il primo segnale di pericolo che, se non opportunamente contrastato, può avere gravi conseguenze.

In Italia si è verificata una significativa riduzione di biodiversità nelle piante agrarie avvenuta negli ultimi ottant'anni. I dati d'archivio indicano che già nel 1932, l'80% del territorio coltivato a frumento aveva subito nel giro di pochi anni una drastica trasformazione: le varietà coltivate fino al 1926 erano state sostituite da poche nuove varietà, più produttive ma uniformi. Il processo è continuato nei decenni successivi, con altre specie, ma solo alla fine degli anni '60 è stato riconosciuto il pericolo di erosione genetica ed è iniziata la salvaguardia di specie e varietà in pericolo.

## **Parole chiave**

Biodiversità, specie, popolazione, genoma, ecosistemi, comunità biotiche, biodiversità agraria, erosione genetica, evoluzione.

# **LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ**

## **La conservazione della biodiversità come fondamento per il mantenimento della vita sulla Terra**

La sopravvivenza di ogni specie dipende dalla varietà di popolazioni che la compongono. Minor variabilità significa minori possibilità di sopravvivere per le popolazioni. Nelle comunità biotiche, infatti, la diversità inter e intraspecifica rappresenta una garanzia per l'adattamento alle mutevoli condizioni dell'ambiente. Inoltre, dalle osservazioni sul campo, emerge chiaramente che la variabilità climatica e la successione vegetale possono contribuire a un aumento o a una diminuzione della diversità specifica, in quanto in un ambiente stabile per lungo tempo c'è spazio per numerose nicchie ecologiche e quindi per un aumento della diversità biologica. La diminuzione di specie può arrivare agli estremi limiti, se le condizioni ambientali che ne hanno determinato la diminuzione persistono.

Nessuna specie è esclusa dai processi descritti. Portando il ragionamento alle estreme conseguenze, si può anche affermare che solo dalla giudiziosa amministrazione dell'ambiente nella sua globalità dipende la sopravvivenza del genere umano.

## **In natura nulla è isolato, ma ogni elemento è interconnesso**

Le specie viventi che compongono un ecosistema sono strettamente legate in un equilibrio dinamico che orienta il funzionamento dello stesso sistema.

È interessante citare il caso del castagno americano (*Castanea dentata*). Questa specie, diffusa in una vasta area degli Stati Uniti, all'inizio del Novecento fu decimata dall'attacco del fungo parassita *Cryphonectria parasitica* che fu accidentalmente introdotto in America importando castagni asiatici. La malattia si diffuse rapidamente e in pochi decenni furono distrutti più di tre miliardi di castagni americani, portando la specie sull'orlo dell'estinzione. La sparizione del castagno americano – che secondo alcune stime costituiva circa il 25% degli alberi presenti sui Monti Appalachi – mise in difficoltà anche tutte quelle specie animali che si nutrivano dei suoi frutti.

Quando una specie scompare o interagisce con nuove specie, l'equilibrio viene dunque fortemente alterato. Generalmente l'ecosistema trova un nuovo equilibrio. Ma se le specie che vengono a mancare sono numerose, l'intero ecosistema scompare.

Gli ecosistemi sono connessi tra loro da un flusso di energia, di materia e di specie. Negli anni '70, lo scienziato James Lovelock e la microbiologa Lynn Margulis hanno descritto l'intera Terra come un unico grande ecosistema risultante dalle multiple interazioni tra componenti biotiche e abiotiche, in cui la componente microbica gioca un ruolo fondamentale, ponendo le basi di un'ecologia globale. In questa chiave di lettura, si comprende bene come l'alterazione di una componente, come ad esempio l'estinzione di una specie, possa avere effetti sull'intero sistema.

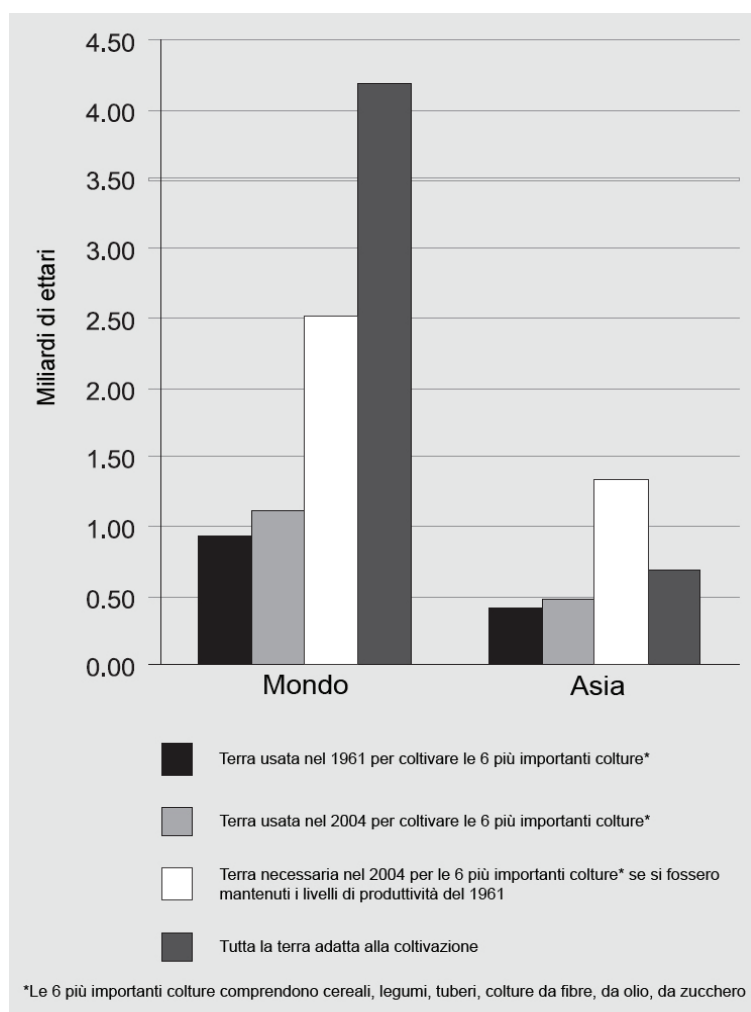
Questa consapevolezza ha contribuito alla formulazione della Convenzione sulla Diversità Biologica e dell'Agenda 21 (si veda il modulo *Biodiversità e sviluppo sostenibile*), che impegna le nazioni che vi hanno aderito a trovare un punto di equilibrio tra produzione di beni ottenuti dalle risorse naturali e conservazione degli ecosistemi. Questo approccio è definito anche "sviluppo sostenibile".

## La perdita della biodiversità

I meccanismi che maggiormente contribuiscono alla perdita di biodiversità sono:

- la distruzione degli habitat
- la frammentazione degli ecosistemi
- la colonizzazione di nuovi habitat da parte di specie aliene
- la deforestazione
- l'urbanizzazione selvaggia
- l'uso inappropriato e/o eccessivo di tecnologie

Inoltre, uno dei fattori che più può contribuire alla perdita di diversità sono i cambiamenti climatici (si veda il modulo *Biodiversità e cambiamenti climatici*).



La principale minaccia alla biodiversità è oggi rappresentata dall'uomo. Il tasso naturale di estinzione è stimato in circa una specie all'anno. L'antropizzazione degli ambienti, con la conseguente deforestazione e la pratica agricola, determina un tasso annuale di estinzione di molto superiore. Si stima che ogni ora sul pianeta scompaiano tre specie.

La presenza dell'uomo è causa, direttamente o indirettamente, della scomparsa della biodiversità. Dal 1961 al 1980 sono stati convertiti ad uso agricolo 200 milioni di ettari di foresta e 11 milioni di ettari di prateria, localizzati quasi tutti in paesi in via di sviluppo e quasi sempre in seguito alla necessità di aumentare la disponibilità di derrate per alimentare la popolazione umana in continuo aumento nei paesi emergenti. Tuttavia, non bisogna dimenticare che questo numero sarebbe salito ad altri 360 milioni di ettari di foresta e di prateria se non si fosse realizzato l'incremento di produttività registrato con la Rivoluzione Verde (si veda il modulo *Biodiversità e sviluppo sostenibile*).

## Bioindicatori di biodiversità

Grafico tratto da:

*Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1, A cura di Rashid Hassan, Robert Scholes, Neville Ash - Island Press*

La complessità degli ecosistemi rende complicato e costoso ottenere un quadro completo della qualità ambientale con i sistemi tradizionali (analisi chimico-fisiche).

La stima dell'erosione genetica, nei due aspetti della diminuzione della diversità intraspecifica e della diminuzione del numero delle specie di un ecosistema, rappresenta la principale modalità per misurare il livello di biodiversità, ma le due misurazioni non sono di immediata determinazione.

Usando degli opportuni indicatori biologici - come una cellula, una specie, una comunità - si possono monitorare in modo semplice, sintetico ed economico molti parametri ambientali per ricavare in modo indiretto dati sulla biodiversità. Molti vegetali, per esempio, accumulano metalli pesanti, acido fluoridrico, anidride solforosa segnalandone la presenza ben prima di quanto sia possibile fare con analisi di tipo chimico e fisico e prima che si abbiano estinzioni di specie sensibili.

Grazie alla capacità di colonizzare un'ampia varietà di ambienti anche con climi diversi, ancora oggi i licheni vengono utilizzati come bioindicatori per l'inquinamento atmosferico.

L'uso di indicatori per monitorare o valutare le condizioni ambientali è una strategia consolidata in ecologia; è quindi molto importante individuare degli indicatori capaci di indagare la composizione, la struttura e la funzione della biodiversità. Viene definito indicatore di biodiversità ogni taxon per cui le variazioni spaziali del numero di specie siano strettamente correlate con le variazioni spaziali di specie di altri taxa.

Oggi, grazie agli indicatori molecolari, è possibile verificare precocemente l'erosione della variabilità all'interno delle popolazioni prima ancora che sia avvertita a livello fenotipico.

## Parole chiave

Conservazione, equilibrio di un ecosistema, estinzione, bioindicatori.

# LE CONVENZIONI SULLA BIODIVERSITÀ

## La Convenzione sulla Diversità Biologica

La Convenzione sulla Diversità Biologica, elaborata a Rio de Janeiro nel 1992, afferma il valore intrinseco della diversità biologica e delle sue componenti: ecologici, genetici, sociali ed economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi ed estetici.

La Convenzione riconosce inoltre che l'esigenza fondamentale per la conservazione della diversità biologica consiste nella salvaguardia *in situ* degli ecosistemi e degli habitat naturali, col mantenimento e ricostruzione delle popolazioni di specie vitali nei loro ambienti naturali.

È stata ratificata dall'Italia con la Legge 124/94.

## Altre convenzioni sul tema della biodiversità

Convenzioni di particolare importanza sono l'**Agenda 21** e il **Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura**.

**L'Agenda 21** stabilisce i criteri guida per lo sviluppo sostenibile del pianeta. È il piano d'azione adottato da 169 paesi riuniti a Rio de Janeiro e fa riferimento a un piano di lavoro e di impegni; "21" indica il secolo in cui viviamo e nel quale dobbiamo tener conto in modo responsabile degli effetti delle nostre azioni (si veda il modulo *Biodiversità e sviluppo sostenibile*).

**Il Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura**, elaborato nel 2001 ed entrato in vigore nel 2004, promuove e regola l'accesso alle risorse genetiche vegetali e all'informazione ad esse collegata (si veda il modulo *Biodiversità e alimentazione*).

**Convenzione di Ramsar.** Sancisce la tutela delle zone umide d'importanza internazionale per la protezione degli uccelli acquatici. Di queste aree, chiamate "zone Ramsar", in Italia ne sono state istituite 47.

**Convenzione di Berna.** Tutela la conservazione della vita delle specie selvatiche e dell'ambiente naturale in Europa.

**Convenzione di Bonn.** Estende gli obiettivi di conservazione delle specie migratorie e dei loro habitat anche



al di fuori dell'ambito europeo.

**Convenzione di Washington.** Disciplina il commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione, quale strumento di conservazione attraverso una utilizzazione sostenibile.

**Direttiva 79/409/CEE - "Uccelli".** Sancisce la conservazione di tutte le specie di uccelli selvatici europei, prevedendo l'istituzione di Zone a Protezione Speciale (ZPS).

**Direttiva 92/43/CEE - "Habitat".** Evoluzione della convenzione di Berna, è la normativa di recepimento a livello europeo della Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro.

**DPR 8 settembre 1997, n. 357.** Decreto che recepisce nell'ordinamento italiano le direttive comunitarie "Habitat" e "Uccelli".

**Legge 6 dicembre 1991, n. 394.** "Legge quadro sulle aree protette".

È possibile trovare i testi delle convenzioni internazionali sull'ambiente sul sito internet:  
<http://www.ambientediritto.it/Convenzioni/convenzioni.htm>

## Parole chiave

Convenzione sulla Diversità Biologica, Agenda 21, Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura.

## BIBLIOGRAFIA

Bergandi, D., Massini, G., Padovani, L. (2005), "Verso la nozione di biodiversità: evoluzione dei principali concetti ecologici", *Energia, Ambiente e Innovazione*, n. 3

Porceddu, E. (1974), "Le risorse genetiche vegetali. II. Interventi per la loro salvaguardia", *Giornale Botanico Italiano*, vol. 108, n. 5, pp. 259-272

Porceddu, E. (1993), "La diversità genetica vegetale: risorsa fondamentale per il benessere dell'umanità", *Memorie dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL*

Porceddu, E., Scarascia Mugnozza, G.T. (2005), "Estinzioni di massa e biodiversità", *Atti dei convegni lincei*, 220

Wilson, E.O. (1999), *Biodiversità*, Ed. Sansoni

# BIODIVERSITÀ E ALIMENTAZIONE

## L'AGRICOLTURA

### Cos'è l'agricoltura?

L'agricoltura può essere definita come l'insieme delle attività con cui si ricavano dalla terra i prodotti vegetali da utilizzare per l'alimentazione umana e animale o anche per altri scopi (come la produzione di fibre tessili o per l'industria). Nel *De re rustica*, Varrone definì così l'agricoltura: "Agricoltura est scientia quae sint in quoque agro serenda ac facienda quo terra maximos perpetuo reddat fructus", ovvero l'agricoltura è la scienza che insegna quali colture piantare in un tipo di terreno e le operazioni da fare per avere la maggiore produzione in perpetuo.

L'agricoltura – che può essere considerata come la prima forma di biotecnologia usata dall'uomo – è dunque conoscenza che guida i modelli colturali decisionali con l'obiettivo di incrementare la qualità e la quantità dei prodotti vegetali. Questa caratteristica la distingue dalla semplice raccolta dei prodotti spontanei della terra, in cui l'uomo non ha alcun ruolo di modifica nel processo di produzione naturale.

L'agricoltura fa parte del settore economico primario insieme alla caccia, alla pesca, all'allevamento e alla silvicoltura. È un'attività che presenta diverse caratteristiche nel corso delle epoche e nelle diverse aree geografiche. Ancora oggi possiamo distinguere diverse tipologie di agricoltura: da un'agricoltura primitiva, per lo più di sussistenza o autarchica, a un'agricoltura più evoluta i cui prodotti sono destinati all'industria alimentare e al commercio con l'applicazione di tecniche specifiche e di diverse modalità di conduzione delle aziende agricole.

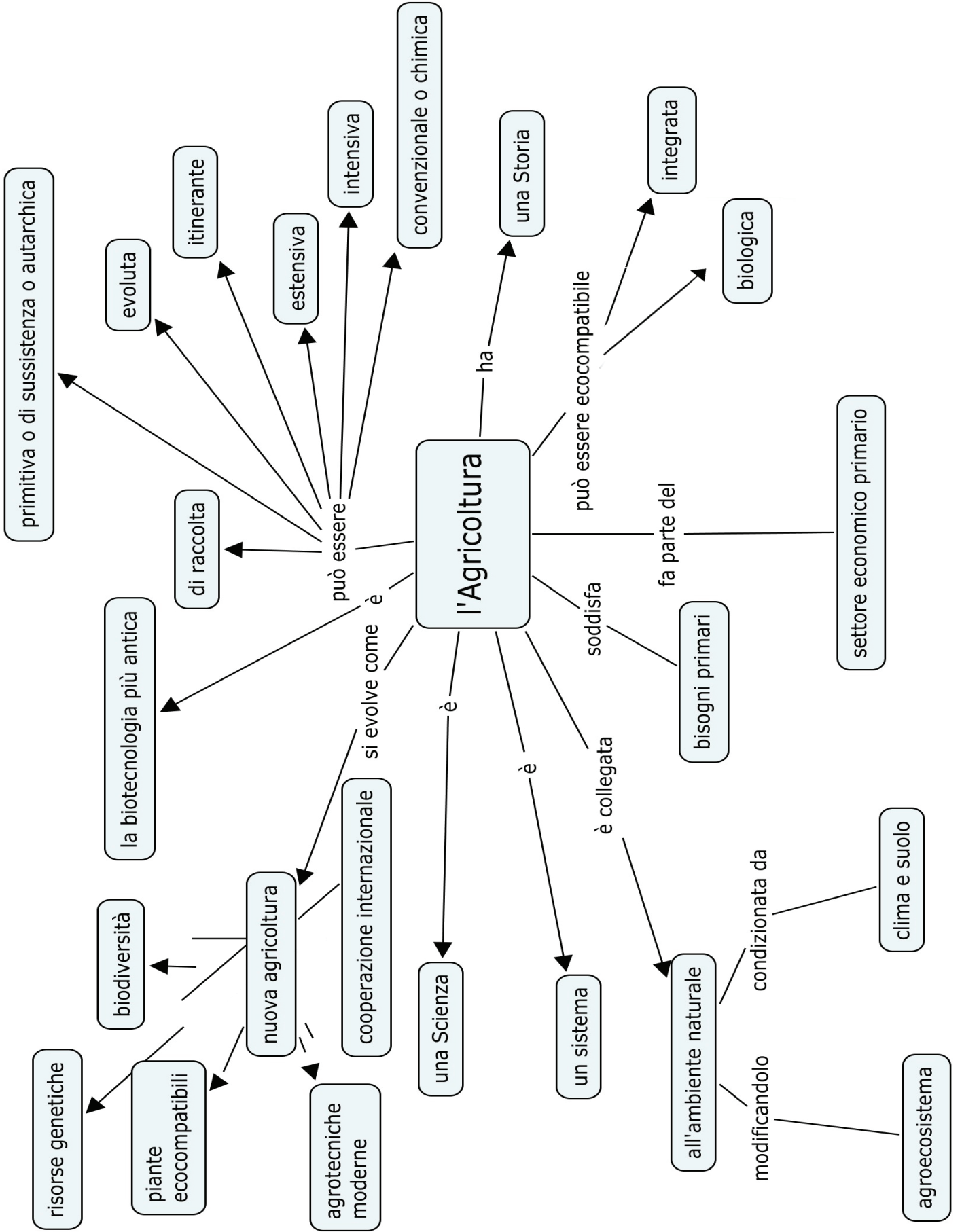
Si parla di agricoltura estensiva se si ha bassa intensità produttiva, scarso impiego di forza lavoro e di mezzi di produzione, mentre si parla di agricoltura intensiva se presenta alta produttività del terreno con largo impiego di capitale e lavoro e con colture ripetute. L'agricoltura convenzionale o chimica è quella caratterizzata dall'uso di sostanze chimiche quali i diserbanti, i pesticidi, i fertilizzanti. L'uso massiccio e fuori dai limiti di legge di queste sostanze crea problemi di ordine ambientale ed economico, oltre a danni alla salute dell'agricoltore e dei consumatori. Le agricolture ecocompatibili (l'agricoltura biologica e l'agricoltura integrata) sono modelli agricoli che, oltre a garantire reddito agli agricoltori, dovrebbero fornire prodotti alimentari più genuini senza inquinare l'ambiente.

L'attività agricola comporta una serie di azioni come l'eliminazione della vegetazione naturale, la rimozione di eventuali ostacoli, la lavorazione del terreno, la semina o la piantagione, la protezione delle coltivazioni, la rimozione dei fattori limitanti con la fornitura degli elementi nutritivi o dell'acqua, la raccolta. Queste azioni cambiano l'ecosistema naturale, caratterizzato dalla presenza di molte specie vegetali, animali o fungine, in un agroecosistema in cui la diversità biologica è quasi sempre minore di quella iniziale, e dove sono necessari più interventi per assicurare una certa stabilità.

### La nascita e l'evoluzione dell'agricoltura

I primi passi mossi dall'agricoltura risalgono a circa 10.000 anni fa. Secondo lo scienziato Jared Diamond, l'agricoltura non fu né scoperta né inventata: da una condizione in cui il sostentamento era fornito dalla caccia di animali selvatici e dalla raccolta di erbe, tuberi, rizomi e frutta spontanei, l'uomo cominciò lentamente a produrre da solo il cibo attraverso la domesticazione di animali e piante, trasformandoli rispettivamente in bestiame e coltivazioni. Oggi esistono ancora comunità di cacciatori-raccoglitori: quando spariranno, si chiuderà anche una pagina della storia dell'agricoltura. Il passaggio alle prime pratiche agricole caratterizza la cosiddetta Rivoluzione Neolitica che cambiò il corso delle vicende umane.

L'agricoltura nacque in modo autonomo e spontaneo in diverse aree geografiche: nella Mezzaluna Fertile (regione storica del Medio Oriente che include l'Antico Egitto, il Levante e la Mesopotamia), in Cina, negli Stati Uniti orientali, in America Centrale e sulle Ande. A darci notizia circa l'origine dell'agricoltura in queste regioni sono gli abbondanti reperti datati al radiocarbonio e altre testimonianze archeologiche.



L'agricoltura. Mappa concettuale

L'agricoltura si è diffusa con velocità diverse, a seconda delle tipologie dei territori: ad esempio, la configurazione geografica dell'America, che si estende prettamente in direzione longitudinale e presenta dunque grandi differenze di ambienti e zone climatiche, ha determinato una diffusione più lenta e difficoltosa dell'agricoltura nel continente.

Il Rinascimento segna un'altra tappa fondamentale nella storia dell'agricoltura. Durante questo periodo, i grandi viaggi di esplorazione portarono alla scoperta e alla diffusione di specie domestiche fino ad allora sconosciute. In particolare, con la scoperta dell'America, giunsero in Europa colture oggi fondamentali quali la patata, il pomodoro, il fagiolo e il mais.

Tra Settecento e Ottocento si verificò una vera e propria rivoluzione agricola, soprattutto nel Nord Europa. Lo sviluppo dei commerci aumentò la richiesta dei prodotti della terra. L'aumento della produzione che ne conseguì fu dovuto non a un ampliamento della superficie coltivata, bensì a un aumento del rendimento della terra e della produttività del lavoro, possibili anche grazie al miglioramento delle tecniche produttive. La rotazione biennale, in base a cui ogni anno metà dell'appezzamento di terreno usato era lasciata a maggese (cioè a riposo), fu sostituita dalla rotazione pluriennale in cui, invece che a maggese, i campi venivano utilizzati per il pascolo del bestiame, garantendo così anche la produzione di concime naturale. La rivoluzione agricola influì inoltre sulla nascita della rivoluzione industriale: l'aumento della produttività agricola consentì, infatti, lo spostamento della forza lavoro dai campi alle industrie.

La seconda rivoluzione agraria, che si verificò nel corso del XIX secolo, portò alla trasformazione dell'agricoltura in una vera e propria attività industriale, con l'impiego di macchine agricole e concimi chimici. Questo cambiamento avvenne, però, solo nei paesi occidentali che avevano visto uno sviluppo di tipo industriale, mentre nel resto del mondo l'agricoltura non subì modificazioni di rilievo.

Gli anni che vanno dal 1960 al 1980 segnano un impegno enorme da parte della comunità scientifica internazionale per ridurre il numero di persone afflitte da fame e povertà nel mondo. Questo periodo è noto con il nome di "Rivoluzione Verde" (termine usato per la prima volta nel 1968 da William Gaud, allora presidente di USAID) e puntò moltissimo sul miglioramento genetico per produrre varietà ad alte rese e sullo sviluppo di tecniche colturali avanzate. Uno dei protagonisti di questo periodo fu Norman Borlaug, agronomo e ambientalista statunitense recentemente scomparso, che può essere considerato uno dei padri della Rivoluzione Verde. Si calcola che, grazie alle sue scoperte, furono salvate oltre un miliardo di persone in tutto il mondo. Il suo contributo nella lotta alla fame gli valse il premio Nobel per la Pace nel 1970.

Ma quali furono le vittorie ottenute dalla Rivoluzione Verde? Nell'arco di tempo che va dal 1975 al 1990 le colture alimentari di base come il riso, il grano, il mais videro un raddoppiamento della produzione e un aumento di calorie pro-capite. Durante questo periodo si sono ottenute varietà di riso come la IR8, detta anche *miracle rice*, in grado di fornire una produzione doppia rispetto alle varietà tradizionali. In Asia, ad esempio, si registrarono un aumento di calorie pro capite pari al 30% e una contemporanea diminuzione dei prezzi del 40% circa.

La Rivoluzione Verde, nonostante gli innegabili successi ottenuti, è stata criticata sotto molti aspetti, soprattutto per quanto riguarda l'impatto ambientale che essa ha avuto. Si è creata, dunque, l'esigenza di andare verso una Seconda Rivoluzione Verde che proponga un modello di sviluppo agricolo più sostenibile e più equo.

## L'agricoltura oggi

Oggi l'agricoltura può contare sulle biotecnologie che mirano al miglioramento genetico assistito, alla selezione per la resistenza a fattori avversi, alla possibilità di incroci interspecifici e intergenerici, all'ingegneria genetica<sup>1</sup>. Per aumentare la produzione e diminuire l'impatto ambientale, l'agricoltura può avvalersi del miglioramento del settore post-raccolta, della riduzione dei consumi idrici, delle lavorazioni del terreno, delle banche del germoplasma e dei geni, dei parchi agricoli.

---

<sup>1</sup> In questa pubblicazione abbiamo deciso di non occuparci specificamente di organismi geneticamente modificati, in quanto argomento estremamente complesso e controverso, dai risvolti che spesso esulano da considerazioni di carattere scientifico. Tuttavia consigliamo ai docenti di inserire gli OGM tra gli eventuali argomenti da includere nelle attività pratiche.

**Agricoltura biologica.** È un sistema di produzione agricola che cerca di rispettare il ciclo della natura e minimizzare l'impatto umano sull'ambiente. Le pratiche agricole biologiche generalmente includono: la rotazione delle colture per un uso efficiente delle risorse locali; limiti molto ristretti nell'uso di pesticidi e fertilizzanti sintetici, di antibiotici nell'allevamento degli animali, di additivi negli alimenti e coadiuvanti; il divieto dell'uso di organismi geneticamente modificati (OGM); l'uso efficace delle risorse del luogo, come per esempio l'utilizzo del letame per fertilizzare la terra o la coltivazione dei foraggi per il bestiame all'interno dell'azienda agricola; la scelta di piante e animali che resistono alle malattie e si adattano alle condizioni del luogo; l'allevamento degli animali a stabulazione libera, all'aperto, alimentati con foraggio biologico; l'utilizzo di pratiche di allevamento appropriate per le differenti specie di bestiame.

## L'agricoltura e il paesaggio

L'esercizio dell'agricoltura consiste in una serie di azioni condizionate dalla natura e, nel contempo, l'agricoltura è causa di modifiche dell'ambiente naturale. Con l'agricoltura l'uomo ha trasformato ecosistemi naturali in agroecosistemi determinando talvolta degli impatti ambientali negativi. I paesaggi agrari sono definiti dal tipo di conformazione naturale del terreno, dai sistemi di produzione e dagli insediamenti umani.

## Problemi ambientali, economici, politici e sociali legati all'agricoltura

Data la crescita della popolazione mondiale e il conseguente aumento della richiesta alimentare, è necessario scegliere per il futuro sistemi agricoli che concilino le esigenze umane con quelle dell'ambiente; la possibilità di un'agricoltura ecocompatibile è già reale con l'agricoltura biologica e l'agricoltura integrata.

Finora i paesi che hanno beneficiato di un aumento della produttività, di una riduzione dei costi e di maggiore competitività grazie all'innovazione tecnologica, sono stati

quasi esclusivamente i paesi ricchi e industrializzati. La condizione di marginalità, la mancanza di tecnologia e le carenze strutturali dei paesi poveri impediscono il pieno sviluppo del loro settore agricolo. Anche in paesi che hanno una produzione molto elevata, come l'India, persiste una condizione di insicurezza alimentare molto forte. La produzione mondiale aumenta, tuttavia l'accesso al cibo e una sua distribuzione equa sono obiettivi ancora lontani da raggiungere e dipendono, prima di tutto, da decisioni di carattere politico ed economico.

## Parole chiave

Agricoltura, bisogni primari, autarchia, biotecnologie, ecosistema, agroecosistema, sistema, ecocompatibile, agricoltura estensiva, agricoltura intensiva, agrotecniche, miglioramento genetico, ingegneria genetica.

**Agricoltura integrata.** È un sistema agricolo di produzione a basso impatto ambientale, grazie all'uso coordinato e razionale di tutti i fattori della produzione allo scopo di ridurre al minimo il ricorso a mezzi tecnici che hanno un impatto sull'ambiente o sulla salute dei consumatori. L'agricoltura integrata rappresenta un compromesso tra l'agricoltura convenzionale e quella biologica, in quanto cerca di conciliare le esigenze economiche e quelle ambientali: le modalità dell'agricoltura convenzionale, usate solo in caso di effettiva necessità, vengono sostituite da pratiche rispettose dell'ambiente e della sanità dei prodotti. In ogni caso, l'agricoltura integrata esclude l'uso delle pratiche più dannose per l'ambiente.

## LA DOMESTICAZIONE

### Centri di diversità genetica e di domesticazione delle colture agrarie

Da sempre l'uomo ha ricavato dalle piante e dagli animali il nutrimento necessario alla propria sopravvivenza. La prima azione è stata quella di semplice raccolta e consumo di semi, tuberi, radici e frutti spontanei presenti nell'ambiente naturale. Devono passare migliaia di anni e il susseguirsi di esperienze cromatiche, olfattive, gustative e tattili perché alla raccolta si affianchi una pratica nuova: la domesticazione. Il processo è graduale e vede le due pratiche coesistere.

La domesticazione inizia in aree geografiche diverse (Mezzaluna Fertile, Cina, Mesoamerica, Ande), in tempi diversi a partire da circa 10.000 anni fa e riguarda colture diverse. Nella Mezzaluna Fertile, il grano, i piselli e l'olivo vengono domesticati a partire dall'8500 a.C.; in Cina, prima del 7500 a.C., tocca al riso e al miglio. L'area della Mezzaluna Fertile fu uno dei luoghi più importanti per la domesticazione, innanzi tutto per motivi geografici e climatici: presenta, infatti, una grande diversità di ambienti, è la superficie contigua più estesa



a clima mediterraneo e accoglie numerose specie selvatiche annuali, ben adattate al clima, che producono semi robusti, grossi, quiescenti nella stagione secca e che germinano alle prime piogge.

## Il processo della domesticazione

Con la domesticazione delle piante selvatiche, l'uomo, in modo più o meno consapevole, seleziona quelle caratteristiche fenotipiche e genetiche che rendono la pianta più adatta al consumo, ma talvolta meno adatte alle condizioni mutevoli dell'ambiente naturale. Le specie vegetali, grazie all'opera dell'uomo, "migrano" nei diversi continenti, consentono lo sviluppo di società e civiltà, ognuna delle quali, nella loro storia di usi, costumi, tradizioni, conserva l'antico legame con quelle piante che ne hanno determinato lo sviluppo.

Con poche mutazioni selezionate, l'uomo riesce ad ottenere una pianta altamente produttiva, dalla quale ricavare il massimo apporto di sostanze nutritive. La densità della popolazione cresce a poco a poco, facendo aumentare il fabbisogno alimentare. In tale contesto chi riesce a procurarsi il cibo è favorito e si sperimenta che una stessa estensione di terra, se coltivata, riesce a sfamare più contadini che cacciatori; inoltre i semi sono molto più facili da conservare piuttosto che la carne ricavata dalla caccia.

## Gli effetti della domesticazione

Con la domesticazione, l'uomo interviene nell'evoluzione naturale delle specie vegetali. In un tempo relativamente breve scompare, sotto la pressione selettiva, molta della variabilità genetica presente nelle popolazioni vegetali selvatiche in quanto vengono selezionate le caratteristiche più favorevoli all'alimentazione. Cambiano, quindi, molte caratteristiche delle piante come i meccanismi di disseminazione, il ciclo biologico, la dimensione dei semi, dei frutti e degli organi di immagazzinamento delle riserve nutritive.

## Le piante domestiche più usate dall'uomo

Nonostante le piante domestiche dall'uomo siano migliaia, attualmente solo una dozzina di specie costituisce più dell'80% del raccolto annuo e sono:

- *Graminaceae*: grano, mais, riso, orzo, sorgo, canna da zucchero.
- *Leguminosae*: soia
- *Euphorbiaceae*: manioca
- *Solanaceae*: patata, patata dolce
- *Chenopodiaceae*: barbabietola da zucchero
- *Musaceae*: banana

Di seguito vengono dati alcuni esempi di specie appartenenti alle categorie sistematiche sopra citate.

Il **grano** fu tra le prime piante coltivate. Il suo centro di origine è l'area della Mezzaluna Fertile. Dal frumento si ricavano molteplici prodotti, per uso alimentare (farine per panificazione, per la produzione di paste alimentari, di biscotti, di dolci; dalle cariossidi si ricavano amido, alimenti soffiati, alcool, biocombustibili) e no (la paglia viene usata per le lettiere dei bovini nelle stalle e per la fabbricazione della carta; la crusca serve da alimento per gli animali). I maggiori produttori di frumento al mondo, in ordine decrescente, sono: Unione Europea, Cina, India, Stati Uniti, Russia, Canada, Pakistan, Turchia, Argentina e Iran (fonte FAO, 2007).

Le **patate** sono originarie del Sud America, in particolare dell'area meridionale del Perù. La regione andina è il bacino di diversità genetica per la patata. Qui esistono ancora migliaia di varietà di patate e spesso anche un solo agricoltore ne coltiva più di una dozzina di tipi diversi. Le patate furono introdotte in Europa nel Cinquecento e divennero subito una delle colture di base. Ne venivano coltivate, però, solo poche varietà. Proprio la mancanza di diversità genetica fu la causa della grande carestia che colpì l'Irlanda nel 1845. Questo paese era particolarmente adatto alla coltivazione della patata, che divenne l'alimento principale di gran parte della popolazione. L'uso della monocoltura rese più vulnerabili le coltivazioni all'azione di malattie: quando la *Peronospora (Phytophthora infestans)* giunse in Irlanda, colpì tutti i raccolti, che andarono completamente persi. La carestia che ne derivò fu anche la causa della grande emigrazione di Irlandesi verso gli Stati Uniti. Oggi le patate sono la quarta coltura al mondo per uso alimentare, dopo riso, grano e mais. I maggiori produttori al mondo sono: Cina, Russia, India, Stati Uniti, Ucraina, Germania, Polonia, Belgio, Olanda,

Francia (fonte FAO, 2006).

La domesticazione del **banano** avvenne in epoca preistorica nel Sud-Est asiatico. All'inizio del Cinquecento, i Portoghesi furono i primi Europei a coltivare le banane nelle loro colonie dei Caraibi e dell'America Centrale. Oggi le banane sono coltivate nell'area dei Tropici.

Nonostante l'aspetto da albero, in realtà il banano è una pianta erbacea i cui gambi possono diventare alti fino a 8 metri e le foglie lunghe fino a 3 metri. La varietà commercialmente più comune è la *Cavendish*, ovvero la banana che noi comunemente mangiamo come frutto. In realtà, esistono moltissime specie e varietà, come il platano, che non sono dolci e vengono cotte.

In molti paesi tropicali le banane sono uno dei cibi più importanti per la sicurezza alimentare. La maggioranza dei produttori sono piccoli agricoltori che coltivano per il loro consumo o per i mercati locali. Il banano produce frutti nel corso dell'intero anno, motivo per il quale diventa una valida fonte di cibo durante il periodo in cui il raccolto precedente è finito e si è in attesa di raccogliere il successivo.

I maggiori produttori al mondo di banane sono: India (la maggior parte per il consumo interno), Brasile, Cina, Ecuador, Filippine, Indonesia, Costa Rica, Messico, Thailandia, Colombia, Burundi.

Solo il 15% della produzione mondiale è destinato all'esportazione; i maggiori esportatori sono l'Ecuador, la Costa Rica, le Filippine e la Colombia che insieme raggiungono circa i 2/3 delle esportazioni mondiali di banane (fonte FAO, 2005).

## **Le specie neglette e sottoutilizzate**

Dal punto di vista commerciale, le caratteristiche che vengono ricercate oggi in una pianta riguardano più che altro la produttività e l'aspetto esteriore (grandezza, forma, colore, uniformità) piuttosto che le qualità nutrizionali e organolettiche.

Questo è uno dei motivi per cui alcune colture, dette NUS (specie neglette e sottoutilizzate) pur avendo delle ottime qualità nutrizionali e ricoprendo un ruolo importante nelle comunità locali, non godono della stessa popolarità delle varietà commerciali nei mercati mondiali.

I NUS, che spesso ricevono una scarsa attenzione da parte della ricerca e della politica, portano con sé una serie di enormi vantaggi. Innanzitutto sono ricchi di biodiversità e hanno un grande potenziale per contribuire ad aumentare i guadagni degli agricoltori, migliorare la sicurezza alimentare e la nutrizione e combattere la cosiddetta "fame nascosta", causata dalla mancanza di micronutrienti (vitamine e minerali). Spesso hanno proprietà medicinali e vengono usati anche per scopi non alimentari. Sono generalmente colture sostenibili: hanno bisogno di pochi input esterni per crescere e sono ben adattate a condizioni di coltivazione e climatiche marginali. Da ultimo, ma non ultimo per importanza, i NUS sono strettamente legati al luogo in cui vengono coltivati e contribuiscono al complesso di conoscenze, tradizioni e culture locali.

Esempi di specie neglette e sottoutilizzate nell'area del Mediterraneo sono il farro, l'origano, il pistacchio, la rucola, i quali, grazie anche all'attenzione riservata da progetti di cooperazione e sviluppo internazionale negli ultimi anni, hanno conosciuto un forte ritorno sulle nostre tavole e rafforzato molti aspetti legati alla loro conservazione e uso sostenibile. Altre specie come il grano saraceno, il miglio, gli ortaggi da foglia tradizionali sono coinvolti in progetti in America Latina, Asia e Africa.

## **Parole chiave**

Specie selvatica, selezione genetica, Mezzaluna Fertile, uomo raccogliitore/agricoltore, carboidrati, proteine, cereali, NUS, fame nascosta, mercato mondiale, mercato locale.

# **LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ**

## **Meccanismi che contribuiscono alla perdita della biodiversità agraria**

Si può fare un elenco esemplificativo delle cause che portano alla riduzione della biodiversità agraria:

- la perdita e la frammentazione degli agro-ecosistemi e habitat produttivi dovute a fattori naturali (ad

- esempio legati ai cambiamenti climatici) o antropici (come la pressione demografica)
- la diffusione di pratiche colturali che promuovono la monocoltura e l'impiego di varietà ad alte rese
- l'inquinamento ambientale con conseguente riduzione o estinzione di specie più sensibili
- l'introduzione di nuove specie (voluta o casuale) che può determinare l'estinzione di quelle con le quali non c'è stata coevoluzione
- il sistema economico mondiale che spinge verso un rafforzamento della produzione di un numero limitato di colture di base a scapito delle colture locali.

## Aspetti scientifici della conservazione

La Convenzione sulla Diversità Biologica, stipulata nel corso della Conferenza di Rio e sottoscritta da 197 Paesi, ha affrontato con un approccio globale i problemi della conservazione della biodiversità delineando strategie comuni e coordinate: la conservazione della biodiversità, il suo uso sostenibile e l'equa condivisione dei benefici che derivano dalle risorse genetiche.

Negli anni Venti del Novecento, gli studi e le ricerche dell'agronomo, botanico e genetista russo Nikolaj Ivanovic Vavilov – grazie a cui sono stati individuati i centri di origine e diversificazione delle specie vegetali coltivate e delle specie selvatiche – hanno dato il via a una lunga serie di spedizioni per esplorare, collezionare e raccogliere le risorse genetiche vegetali delle specie coltivate nei loro centri di origine. Nella seconda metà del secolo scorso sono state costituite le “banche dei geni” o “banche del germoplasma” che conservano le collezioni (definite *ex situ*) dei campioni (semi o altro materiale) raccolti e classificati in celle frigorifere a temperatura e umidità controllate oppure in campi catalogo. Le più importanti collezioni mondiali di germoplasma delle colture agrarie nel mondo sono mantenute dai Centri Internazionali di Ricerca Agricola (IARC) del Gruppo Consultivo di Ricerca Agricola Internazionale (CGIAR) che conservano complessivamente più di 680.000 campioni. La conservazione *ex situ* comporta anche attività di rigenerazione del materiale custodito nelle banche, la caratterizzazione e valutazione delle collezioni con l'impiego delle biotecnologie, la documentazione e distribuzione agli utilizzatori.

Negli agrosistemi, mediante gli scambi di materiale genetico e l'interazione tra le forme di vita esistenti, continua l'evoluzione naturale e la Convenzione sulla Diversità Biologica, nell'articolo 8, indica la necessità della conservazione *in situ* e richiama a “...stabilire un sistema di aree protette, ovvero di aree dove sia necessario intraprendere provvedimenti speciali per conservare la diversità biologica...” e “...rispettare, salvaguardare e mantenere le conoscenze, le innovazioni e i metodi delle comunità indigene e locali, rafforzando quegli stili di vita tradizionali rilevanti per la conservazione e l'uso sostenibile della diversità biologica”.

L'indicazione che viene data è duplice: da una parte, proteggere, con la creazione di parchi e riserve, gli ecosistemi naturali dove sopravvivono i progenitori selvatici di specie agrarie fondamentali per l'alimentazione umana e, nelle aree coltivate, le cultivar rare; dall'altra, difendere la molteplicità colturale locale, grazie all'opera di tutti quegli agricoltori che, nel mondo, coltivano, conservano e trasmettono specie e varietà locali alle generazioni successive, tramandando con esse anche un grande patrimonio di conoscenze e tradizioni.

### Approfondimenti

Le risorse genetiche o germoplasma possono essere distinte in quattro livelli di pool genici utilizzati nel miglioramento genetico delle specie coltivate:

- il pool genetico primario (GP1), costituito dai mutanti ottenuti per normale incrocio tra materiali appartenenti alla stessa specie
- il pool genetico secondario (GP2), che fa ricorso a geni di specie selvatiche affini, quindi di specie distinte ma compatibili
- il pool genetico terziario (GP3), che ha origine dalle prime forme di biotecnologie (colture *in vitro*, colture di tessuti, recupero di embrioni) e utilizza specie tassonomicamente lontane entro il genere o la famiglia
- Il quarto livello di pool genico (GP4), grazie alle tecniche di ingegneria genetica molecolare, utilizza geni di qualsiasi organismo presente in natura, procarioti ed eucarioti.

Negli ultimi anni le biotecnologie hanno contribuito a rendere ancora più utili le collezioni di germoplasma. L'individuazione e il trasferimento di particolari geni da campioni conservati in queste collezioni, attraverso l'uso di metodi biotecnologici più efficaci, oggi aiuta ad aumentare la stabilità, l'ecocompatibilità e la sostenibilità delle produzioni agricole. I geni coinvolti in questo tipo di ricerche sono tanti, come quelli coinvolti nella fissazione biologica dell'azoto, nella resistenza ad agenti patogeni, nel controllo biologico di parassiti, nell'incremento in qualità e quantità delle produzioni agricole, nell'adattamento

delle specie coltivate alle diverse condizioni ecologiche (condizioni termiche e idriche ai limiti della tolleranza). Il trasferimento di questi geni può avvenire attraverso tecniche di incrocio tradizionali (tra varietà o specie più o meno distanti tra loro), oppure impiegando metodi altamente sofisticati come quelli relativi alla produzione di organismi geneticamente modificati (OGM), dove porzioni specifiche del patrimonio genetico di una pianta vengono trasferite da un individuo ad un altro.

## Aspetti culturali della conservazione

La biodiversità agraria rientra a pieno titolo nella voce cultura come “complesso di cognizioni, tradizioni, procedimenti tecnici, tipi di comportamento e simili, trasmessi e usati sistematicamente, caratteristico di un popolo” (dal Vocabolario della lingua italiana, Nicola Zingarelli, X edizione).

Il cibo e l'alimentazione sono legati alle feste tradizionali, alla spiritualità, alle pratiche e ai precetti religiosi di una comunità. Il divieto di mangiare carne di maiale, presente nella Torah e nel Corano, sembra uscire da un manuale di dietetica, facendo inconsapevolmente riferimento alla presenza di acidi grassi saturi e alla possibile proliferazione di batteri.

### Cibo e religione: l'Induismo

Non solo nelle religioni monoteiste, ma anche in altri tipi di credo, come l'Induismo e il Giainismo, diffusi in Asia, nelle pratiche devozionali vengono utilizzati fiori, frutti, cereali. In occasione degli *odalan* (festività religiose dell'Induismo), le donne di Bali preparano sculture di fiori, frutta e riso per le offerte rituali. Anche il cibo, come elemento devozionale e di elevazione dello spirito, viene offerto alle divinità: si tratta di riso cotto, latte, burro e cibo sattivico. Il cibo sattivico è, secondo la teoria dei tre *guna* (le tre qualità fondamentali dell'universo), un alimento puro. La qualità di purezza assoluta, *sattva*, corrisponde ai semi, alla frutta, ai germogli e ai cereali; la qualità di attività e mutamento, *rajas*, corrisponde a cibi caldi e piccanti con zuccheri; la qualità che porta all'oscurità e al degrado, *tamas*, corrisponde all'aglio, alla cipolla e all'alcol. I tre *guna* definiscono una scala di purezza che funge da precetto alimentare fondamentale per le caste in cui è tradizionalmente divisa la società indiana.

La valorizzazione del patrimonio enogastronomico, che dimostra lo stretto rapporto con il territorio, il clima, le tradizioni popolari, può contribuire a conservare la biodiversità attraverso i prodotti tipici della tradizione agroalimentare. Il turismo enogastronomico, se progettato e gestito in maniera sostenibile e attenta, permette di sostenere le comunità locali e di salvaguardare la biodiversità agraria, valorizzando le tipicità e promuovendo l'integrazione tra le produzioni alimentari, il viaggio e il territorio.

## Approfondimenti

Territorio, tradizione, artigianalità e cucina locale sono gli elementi della **tipicità**. Le caratteristiche ambientali e di produzione di un'area geografica concorrono a determinare le caratteristiche qualitative del prodotto tipico agroalimentare. Le informazioni di natura storico-culturale e tecnico-produttiva, insieme alle manifestazioni locali (sagre e mostre) per la promozione del prodotto, ne completano la tipicità e ne favoriscono la conservazione e la diffusione. I prodotti tipici sono riconosciuti e protetti dall'Unione Europea attraverso i marchi di qualità DOP (denominazione di origine protetta) e IGP (indicazione geografica protetta) stabiliti dal Regolamento CE n° 2081/92 del 14 luglio 1992; i prodotti del settore vitivinicolo sono protetti dalla legge n° 164 del 10 febbraio 1992.

Ancora oggi, la **Regione Lazio** trova nell'agricoltura una forte identità culturale e il mezzo per poter tutelare e conservare il proprio territorio e le tradizioni ad esso legate. Non per estensione tra le regioni italiane, il Lazio si affaccia sul mar Tirreno con una lunga fascia costiera; andando da nord a sud, troviamo rilievi di origine vulcanica, la valle del Tevere e le pianure. Il Lazio offre, dunque, una grande varietà di paesaggi e di aspetti geomorfologici e climatici.

Tutti i paesi con una conformazione collinare si distinguono per la coltivazione dell'olivo e la produzione dell'olio; la presenza di DOP (Sabina, Canino, Tuscia, Soratte) conferma la coltura produttiva dell'olivo. Il carciofo romanesco IGP, la lenticchia di Onano, la carota di Maccarese, il kiwi di Latina IGP, il fagiolo del Purgatorio di Gradoli, la patata di Viterbo e molti altri ancora sono il prodotto di lavorazioni tradizionali e di antica ritualità. La promozione attraverso percorsi (le strade del vino e dell'olio), le sagre (ad esempio la sagra del carciofo) e il turismo enogastronomico sono settori importanti nell'economia regionale e nazionale.

## Il ruolo della donna nell'utilizzo sostenibile della diversità agraria

Le abitudini alimentari sono condizionate non solo dagli apporti nutrizionali, ma anche dal gusto e dalle tradizioni. I modelli familiari diventano una sorta di impronta alimentare e la vera protagonista è la donna, da sempre incaricata di soddisfare le richieste di alimentazione della famiglia. Fino a pochi decenni fa, le scelte alimentari erano collegate al territorio e tramandate di generazione in generazione. Nella società attuale, la produzione e il consumo degli alimenti avvengono su scala industriale. Sono cambiati gli stili di vita, la

pubblicità e un'offerta del mercato di prodotti sempre più omologati e slegati dal contesto locale hanno cancellato il collegamento con le aree di produzione e le identità geografiche. Le tipicità alimentari, legate alla natura del territorio, alle condizioni climatiche, alla presenza di piante locali, alla storia e alla cultura di una popolazione rischiano di essere dimenticate.

Soprattutto nei paesi in via di sviluppo, la donna svolge un vero e proprio ruolo di custode della biodiversità delle specie vegetali locali. Le donne dipendono dalle piante prima di tutto per la preparazione degli alimenti, poi anche per le pratiche curative, i tessuti, la legna da ardere, per costruire ceste e proteggere le case. Le donne sono spesso coloro che si occupano degli orti, coltivando una grande varietà di ortaggi, spezie e condimenti. Queste conoscenze vengono tramandate da madre a figlia praticamente dall'inizio della storia dell'umanità.

Oggi, nei paesi più sviluppati, il processo di trasmissione di conoscenze da madre a figlia sulle colture e sulle tradizioni alimentari si è interrotto, contribuendo all'impoverimento delle nostre tavole in termini di biodiversità. Sarebbe dunque opportuno sviluppare una sensibilità in tal senso, per prevenire una perdita irreparabile di conoscenze, usi e tradizioni alimentari che costituiscono parte della nostra cultura.

## Parole chiave

Germoplasma, banche dei geni, conservazione *ex situ*, conservazione *in situ*, biotecnologie, aree protette, enogastronomico, agroalimentare, tipico, tradizioni, donna custode della biodiversità.

# LE RISORSE GENETICHE PER L'AGRICOLTURA E L'ALIMENTAZIONE

## Introduzione

Come abbiamo visto, la biodiversità è definita dall'articolo 2 della Convenzione di Rio de Janeiro come "ogni tipo di variabilità tra gli organismi viventi, compresi, tra gli altri, gli ecosistemi terrestri, marini e altri acquatici e i complessi ecologici di cui essi sono parte; essa comprende la diversità entro specie, tra specie e tra ecosistemi." La biodiversità si fonda, in ultima analisi, sulla grandissima variabilità esistente tra i geni, per mezzo dei quali essa si trasmette alle generazioni successive, si esprime nel fenotipo e si rinnova attraverso svariati meccanismi genetici.

Specie eduli	75.000
Specie utilizzate per l'agricoltura	30.000
Colture su cui si basa oggi l'alimentazione mondiale	30
Colture che forniscono più del 60% del fabbisogno calorico	3 (riso, mais, grano)

Una delle modalità attraverso cui l'uomo entra in relazione con la diversità genetica vegetale è la soddisfazione di un bisogno primario: alimentarsi. La scelta e la selezione delle specie selvatiche in base a criteri quantitativi (ad esempio la grandezza dei semi) e qualitativi (ad esempio l'apporto di nutrienti) e la loro coltivazione sono alla base della nascita dell'agricoltura, la quale, però, comporta una perdita di biodiversità in quanto causa la scomparsa di specie selvatiche e riduce la variabilità genetica delle specie domesticate.

Le specie vegetali utilizzate per l'agricoltura sono circa 3.000, rispetto alle 75.000 eduli, e molte tra queste appartengono a poche grandi famiglie botaniche: graminacee e leguminose. Volendo fare un raffronto tra il numero di specie di interesse agricolo domesticate e coltivate su scala mondiale con il numero di specie vegetali selvatiche, per le graminacee il rapporto è di 7 su 10.000, per le leguminose di 7 su 18.000.

Oggi l'alimentazione mondiale si basa praticamente solo su 30 colture e di queste solo tre (grano, riso, mais) soddisfano oltre il 60% del fabbisogno calorico. Questa drastica riduzione del numero di specie vegetali coltivate ha avuto un forte incremento negli anni '60-'70 attraverso l'impiego delle monoculture e delle varietà ad alte rese (*high yielding varieties* o Hyv) ottenute con il miglioramento genetico, reso possibile grazie all'intenso sforzo della ricerca scientifica di quegli anni.

La standardizzazione qualitativa e nutrizionale dei prodotti agricoli ottenuta con la Rivoluzione Verde ha



permesso un aumento della resa alimentare, ma allo stesso tempo ha alterato l'equilibrio degli ecosistemi: le varietà locali, che presentano un'elevata variabilità genetica ma consentono una stabilità dei raccolti (soprattutto in terreni marginali), tendono a scomparire e con esse la molteplicità colturale delle popolazioni indigene, indotte a seguire i nuovi modelli.

Il futuro della biodiversità agraria e del suo pieno utilizzo per migliorare le condizioni di vita nel pianeta è un obiettivo fondamentale in tutte le società moderne, ma non è di facile attuazione: servono impegni di lungo periodo da parte dei governi e delle agenzie internazionali volti a sostenere strategie di pianificazione agricola che concilino, da una parte, le esigenze di sviluppo economico (ad esempio l'impiego di coltivazioni e pratiche colturali più produttive), con altre di carattere sociale (come la promozione di diete più bilanciate e sane grazie a un uso migliore della biodiversità), ambientale (pratiche sostenibili e a basso impatto sul territorio) o culturale (salvaguardia della tradizione alimentare locale e delle colture associate).

## **La diversità genetica interspecifica, intraspecifica e intragenica**

La diversità delle specie animali e vegetali sulla terra non è distribuita in maniera omogenea: essa è concentrata soprattutto nella zona equatoriale e decresce muovendosi dall'equatore verso i poli. In particolare, il numero di specie per unità di superficie è maggiore ai tropici, decresce nelle regioni temperate ed è ancora minore nelle regioni polari.

I luoghi della terra come le foreste tropicali e le foreste temperate sono i serbatoi della diversità: basti pensare che le prime contengono più della metà delle specie vegetali oggi esistenti. Tuttavia l'intervento dell'uomo, che si attua con modalità e per fini diversi, riduce questa enorme ricchezza a un ritmo impressionante, e nei casi più gravi porta anche all'estinzione di alcune specie e varietà.

La diversità genetica intraspecifica e intragenica è alla base della plasticità delle specie, cioè della loro capacità di adattarsi a qualsiasi tipo di cambiamento ecologico.

Per aumentare la produttività delle specie vegetali coltivate, l'uomo ha utilizzato la diversità intragenica presente e manifesta nelle forme e nei tipi, coltivati e selvatici, della specie da migliorare e di specie e generi affini e ancestrali. L'uso esclusivo delle varietà ottenute attraverso il miglioramento genetico creano un pericolo per la biodiversità agraria: le varietà tradizionali delle agricolture locali, non escluse quelle dei paesi in via di sviluppo, a causa della Rivoluzione Verde, sono state sostituite dalle varietà migliorate geneticamente.

Come ha dimostrato la carestia irlandese del 1845-1849, fare affidamento solo su poche varietà aumenta la vulnerabilità ad agenti patogeni e parassiti. Già nell'Ottocento, H.H.K. Thwaites, sovrintendente dei Giardini Botanici di Kew, diceva: "Qualsiasi paese che miri a un rapido benessere per mezzo della coltivazione di una sola pianta sta invitando la bancarotta".

## **Il Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura**

La diversità genetica intraspecifica e intragenica viene oggi considerata il petrolio del XXI secolo. È una risorsa fondamentale, che deve essere utilizzata con cautela, evitando di inseguire la realizzazione di rapidi profitti col rischio di sfruttare oltre misura le risorse naturali. Le comunità locali hanno un importante ruolo nella salvaguardia della diversità e nello sviluppo sostenibile, in quanto, avendo una forte relazione con l'ambiente e conoscendo le specie e gli ecosistemi presenti, il loro uso e le modalità di gestione, sono consapevoli di dipendere da un'utilizzazione continua più che intensiva delle risorse naturali.

A differenza della conservazione della biodiversità naturale, che si attua principalmente attraverso la diminuzione delle attività dell'uomo e del loro impatto sull'ambiente e limitando l'accesso alle risorse naturali, nel caso della biodiversità agraria il contributo attivo dell'uomo è fondamentale: coltivando diverse specie e varietà, gli agricoltori contribuiscono a salvaguardare e arricchire questa risorsa.

Per promuovere un uso sostenibile dell'agrobiodiversità, è dunque necessario favorire l'accesso e lo scambio alle risorse genetiche vegetali, che è esattamente quello che intende fare il **Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura**. Il Trattato, elaborato nel 2001 ed entrato in vigore nel 2004, promuove e regola l'accesso alla diversità e all'informazione ad essa collegata e stabilisce una equa condivisione dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche.

Da una concezione in cui i semi sono patrimonio dell'umanità, con il Trattato si giunge a riconoscere la sovranità degli Stati sulle risorse genetiche vegetali per il cibo e l'agricoltura (Art. 10 "Nelle loro relazioni con gli altri Stati, le Parti contraenti riconoscono i diritti sovrani di questi ultimi sulle proprie risorse fitogenetiche per l'alimentazione e l'agricoltura, accettando, tra l'altro, che il potere di determinare l'accesso a tali risorse appartenga ai governi e sia disciplinato dalla legislazione nazionale"). Allo stesso tempo, tuttavia, viene istituito un Sistema Multilaterale – che comprende oltre 64 tra le colture e i foraggi più importanti – per facilitare l'accesso a queste risorse genetiche, favorirne il flusso tra i paesi poveri e condividere i benefici che ne derivano in maniera giusta ed equa.

Il Trattato, inoltre, riconosce formalmente i Diritti degli Agricoltori, per l'enorme contributo che hanno dato e continueranno a dare alla conservazione e allo sviluppo delle risorse genetiche vegetali. I Diritti degli Agricoltori includono anche la salvaguardia delle conoscenze tradizionali e il diritto di partecipare in maniera equa alla ripartizione dei benefici e ai processi decisionali sulle risorse genetiche vegetali.

## Parole chiave

Variabilità genetica, specie selvatiche, specie domesticate, monoculture, *high yielding varieties* o Hyv, miglioramento genetico, varietà locali, cooperazione internazionale, culture tradizionali, Trattato Internazionale sulle Risorse Fitogenetiche per l'Alimentazione e l'Agricoltura.

# BIODIVERSITÀ, ALIMENTAZIONE E SALUTE

## Introduzione

Sono sempre maggiori le prove che dimostrano come gli alimenti, o meglio i principi nutritivi in essi contenuti, contribuiscano all'insorgere di numerose patologie e come attraverso la dieta sia possibile non solo curare, ma soprattutto prevenire tali patologie. Non è una scoperta attuale che un corretto modo di alimentarsi, in particolare se accompagnato da uno stile di vita adeguato, possa favorire la longevità o per lo meno consentire la piena utilizzazione delle potenzialità trascritte dal nostro codice genetico.

Promuovere un'alimentazione basata sui prodotti naturali con una prevalenza di vegetali freschi, frutta, pesce, cereali, legumi e relativamente povera di grassi animali, carne rossa e uova significa tornare alla vera dieta mediterranea.

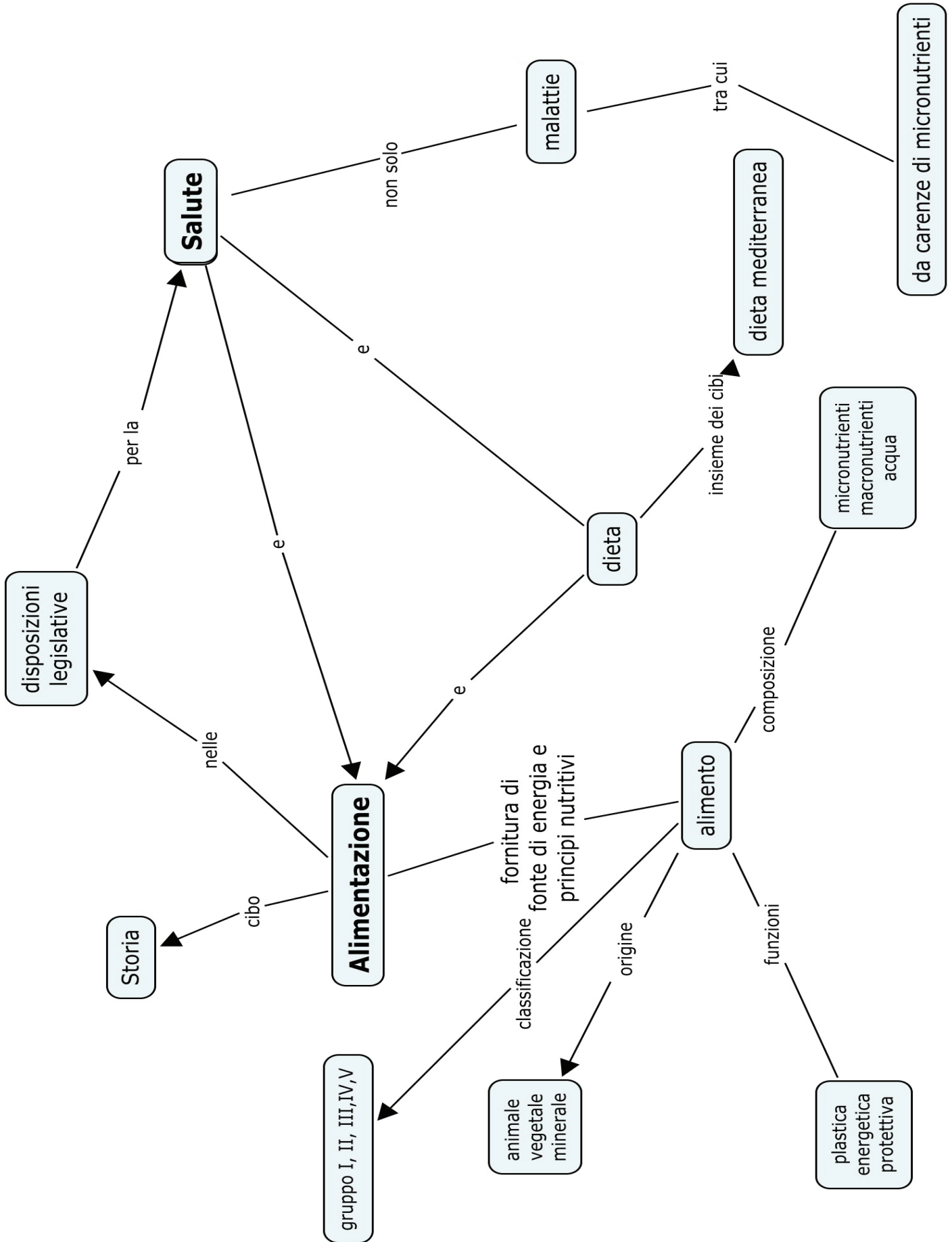
### Cosa è la salute?

"Uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non la semplice assenza dello stato di malattia" la definisce l'OMS, l'Organizzazione Mondiale della Sanità. La definizione dal 1948 non è stata mai superata ma si è concretizzata la certezza di un diritto alla salute che viene percepito nell'atteggiamento non più del singolo ma della collettività attraverso la prevenzione e il miglioramento dei fattori socioeconomici. Il primo intervento di prevenzione è una sana alimentazione accompagnata da una regolare attività fisica giornaliera.

## Approfondimenti

Per **alimentazione** si intende la fornitura all'organismo di una fonte di energia necessaria al suo sostentamento e di tutte quelle sostanze, macro e micromolecole, indispensabili per lo sviluppo e il sostentamento delle strutture vitali. L'alimentazione è un fattore determinante dello stato di salute: le attuali conoscenze scientifiche hanno evidenziato la correlazione tra alimentazione non corretta ed errori dietetici con l'insorgenza di patologie tra cui alcuni tumori, le malattie ischemiche cardio e cerebrovascolari, il diabete mellito di tipo 2, l'artrosi, l'osteoporosi, l'obesità. L'educazione alimentare nelle scuole di ogni ordine e grado diventa, pertanto, un'azione essenziale per sensibilizzare le persone sui temi dell'alimentazione e della salute.

Per **alimento** si può intendere o un prodotto che l'uomo utilizza per la sua nutrizione o un prodotto che deve essere commestibile, presentare caratteristiche organolettiche accettabili, contenere almeno uno dei principi nutritivi (glucidi, lipidi, proteine, minerali e vitamine) e non contenere sostanze tossiche. A seconda della maggiore o minore quantità di principi nutritivi, gli alimenti possono essere suddivisi in gruppi, a seconda che abbiano funzione prevalentemente plastica, energetica o regolatrice. Un ruolo secondario è attribuito agli alimenti accessori, quali le bevande alcoliche (vino), analcoliche (le acque minerali), i prodotti nervini (caffè) e i condimenti (erbe aromatiche, spezie, aceto). L'INRAN (Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione) ha classificato gli alimenti in cinque gruppi ognuno dei quali contiene alimenti che presentano principi nutritivi equivalenti e intercambiabili. Al I gruppo appartengono i cereali e i loro derivati, e i tuberi; al II gruppo la frutta e gli ortaggi; al III gruppo il latte e derivati; al IV gruppo la carne, il pesce, le uova, i legumi secchi; al V gruppo i grassi e gli oli da condimento. Non sono inseriti gli alimenti accessori, più legati al piacere personale, che vanno consumati con parsimonia.



Alimentazione e salute. Mappa concettuale

## La semplificazione delle diete e la malnutrizione

Oggi nel mondo più di un miliardo di persone soffre la fame. Una persona su tre, in maggioranza donne e bambini, hanno malattie collegate alla malnutrizione e alla carenza di sostanze nutrienti fondamentali. Allo stesso tempo, malattie precedentemente associate al benessere come l'obesità, il diabete di tipo 2 e le malattie cardiache stanno crescendo rapidamente anche nei paesi in via di sviluppo. Questi due tipi di problema possono addirittura coesistere all'interno di una stessa famiglia, con genitori obesi e bambini malnutriti che abitano sotto lo stesso tetto.

Le ragioni della malnutrizione sono complesse, ma una delle cause principali è la semplificazione delle diete. Non solo nei paesi industrializzati, ma anche nelle città dei paesi in via di sviluppo, le persone ricavano la maggior parte della loro energia da carboidrati raffinati (principalmente frumento, riso e zucchero), oli e grassi trattati, che sono molto più economici oggi di quanto fossero in passato. In molti di questi paesi, i cibi locali e tradizionali, che sono spesso più nutrienti dei cibi moderni presenti sul mercato globale, sono trascurati e dimenticati.

Se la semplificazione delle diete determina un peggioramento della qualità dell'alimentazione, la diversificazione delle diete può invertire questa tendenza. La biodiversità agraria gioca un ruolo fondamentale nel garantire una dieta più varia e dunque una vita più sana.

## Le malattie da carenza

Secondo le più recenti stime della FAO, nel mondo ci sarebbero circa due miliardi di persone che soffrono la "fame nascosta", una condizione di malnutrizione dovuta alla carenza di micronutrienti, quali vitamina A, acido folico, ferro, iodio. Gli effetti sono specifici per le funzioni che ognuno di essi svolge: la carenza di vitamina A (fattore indispensabile per la vista e la differenziazione cellulare) può portare al non corretto sviluppo dell'organismo e alla cecità, la carenza di acido folico può portare a malformazioni neonatali a carico del tubo neurale, la carenza di ferro può determinare l'anemia ipocromica e quella dello iodio un ritardo mentale nel neonato e l'ipotiroidismo negli adulti.

Negli Stati Uniti, uno dei programmi dei *Centres for Disease Control* (l'equivalente dell'Istituto Superiore di Sanità in Italia) ha l'obiettivo di eliminare la malnutrizione globale da micronutrienti con le seguenti linee di intervento: migliorare la dieta, immettere in commercio alimenti fortificati, aggiungere alla dieta integratori alimentari.

## La dieta mediterranea

Il termine dieta mediterranea nasce negli anni '60, quando il ricercatore statunitense Ancel Keys lo indicò per una dieta sana ed equilibrata, con alla base frumento, legumi, olio, vino. In realtà questa dieta è nata con l'agricoltura del Neolitico, quando le antiche popolazioni della Mesopotamia iniziarono a coltivare cereali e legumi. I Greci e i Romani, successivamente, la fecero propria.

Lo studio epidemiologico, fatto da Keys negli anni '50 in sette nazioni (Finlandia, Olanda, Italia, Jugoslavia, Grecia, Giappone e Stati Uniti) aveva rilevato che l'Italia, la Grecia e il Giappone presentavano la più bassa incidenza di malattie cardiovascolari; nel Sud dell'Italia, i benefici della "dieta del contadino meridionale" degli anni '50 erano stati evidenziati da altri studi. Tutto ciò portò il ricercatore a proporre al mondo anglosassone un modello alimentare basato sui prodotti tipici delle aree bagnate dal Mediterraneo.

Oggi in Europa la dieta mediterranea è uno dei criteri-guida per le politiche alimentari e l'Unione Europea promuove il consumo dei prodotti tipici mediterranei. Nella **piramide alimentare**, adattata alla dieta, è possibile visualizzare le proporzioni e le frequenze con cui devono essere assunti tali alimenti:

- per pane, pasta, riso, cuscus, polenta, patate il consumo deve essere abbondante e giornaliero
- per ortaggi, frutta, legumi, frutta secca, olio di oliva, latte, formaggi e yogurt il consumo consigliato è quotidiano
- per pesce, pollame, uova e dolci la frequenza è settimanale o poche volte alla settimana
- per la carne rossa la frequenza consigliata è mensile o qualche volta al mese.

Una caratteristica della dieta mediterranea è rivalutare i piatti unici, come la pasta con i legumi o lo spezzatino con le patate; questi piatti sono legati in gran parte alla cultura e tradizione gastronomica italiana e mediterranea.

## Parole chiave

Alimentazione, salute, dieta, nutrizione, malnutrizione, patologia, principi nutritivi: micronutrienti e macronutrienti, studio epidemiologico, piramide alimentare.

## ATTIVITÀ

- Percorso interdisciplinare evoluzione dell'uomo-evoluzione dell'agricoltura; visita ad azienda agraria; visita a fattorie didattiche e musei della civiltà contadina locali; studio di ecosistemi naturali ed agroecosistemi; costruzione di carte geografiche con collocazione delle popolazioni e dei tipi di agricoltura utilizzati; approfondimenti sui temi delle biotecnologie e ingegneria genetica; visite presso botteghe del commercio equo e solidale; visite presso centri di ricerca dove vengono applicate le biotecnologie.
- Lo sviluppo delle civiltà alla luce del patrimonio agrario.
- Quanta terra per l'agricoltura? Studiamo un'altra geografia.
- Schede botaniche; erbario; visite didattiche in parchi, riserve naturali; costruzione di itinerari (come i parchi di Roma Natura) alla scoperta nell'interno della propria città o paese di piccole aree deputate alla coltivazione.
- Percorsi etnobotanici, indagine sul territorio con raccolta di testimonianze e interviste agli anziani del luogo, confronto tra le pratiche religiose dei componenti della classe, percorso sul gusto attraverso le tipicità locali e nazionali, uscite culturali (ad esempio la strada dei vini dei Castelli Romani).
- Costruzione di mappe concettuali dei temi affrontati.
- Costruzione di una carta geografica con individuazione delle zone in cui sono presenti le patologie legate alla malnutrizione; intervento di un esperto nutrizionista; studio della dieta dell'adolescente; confronto delle diete nelle varie condizioni fisiologiche o patologiche; analisi della composizione chimica e del valore energetico degli alimenti; elaborazione di una dieta usando modelli matematici; approfondimento sui disturbi del comportamento alimentare.
- Dibattito in classe sugli OGM: dopo aver raccolto informazioni, i ragazzi – divisi in due gruppi – intavolano un dibattito in classe sul tema degli OGM, in cui un gruppo sostiene le ragioni di coloro che sono a favore e un altro gruppo le ragioni dei contrari.

## POSSIBILE USO DIDATTICO

**Materie coinvolte:** Lettere, Storia, Geografia, Matematica, Scienze Naturali, Lingue straniere, Principi di Alimentazione, Diritto, Educazione fisica, Religione, Storia dell'Arte.

## BIBLIOGRAFIA

Aliotta, G., Salerno, C. (1998), *Le piante utili dimenticate*, Ed. Emmerre

Benvenuti, V. (2001), *Agricoltura ecocompatibile*, Provincia di Roma

Bioversity International (2008), "La biodiversità per l'alimentazione e la salute"

Bioversity International (2008), "Salute e benessere grazie alla biodiversità"

Blasi C. et al. (2005), *Stato della Biodiversità in Italia*, Palombi Editori

Bonciarelli, F., Bonciarelli, U. (2003), *Agronomia*, Ed. agricole

Brandi, P., Salvatori, A. (2008), "Matematica e realtà. Sistemi lineari", *Alice e Bob: la piazza virtuale della matematica*, Aprile, Centro Pristem-Eleusi, Università Bocconi

Camolli, G. (2007), "Una nuova immagine del mondo. Cibo, salute e spiritualità", *GEO*, n.16

Caropolo, D. (2003), *La Tuscia dei Sapori*, PromoEdit s.r.l.

Commissione Europea, *Agricoltura biologica*, <[http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic\\_it](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/organic-farming/what-organic_it)>



- Diamond, J. (2006), *Armi, acciaio e malattie*, Einaudi
- FAO (1995), "FAO World Information and Early Warning System on Plant Genetic Resources"
- Fondazione Umberto Veronesi (2008), *Guida alla prevenzione. Check-up 1*
- Fondazione Umberto Veronesi (2009), *Guida alla prevenzione. Alimentazione*
- Istituto Geografico De Agostini (2008), *Alla scoperta dei sapori del Lazio*
- Machado, A. (2003), *Alimenti e alimentazione*, Moduli 1-5, Poseidonia Scuola
- Machado, A. (2007), *Principi di alimentazione 2*, Moduli 5-8, Poseidonia Scuola
- Meyers, N. (1987), *Atlante di Gaia. Un pianeta da salvare*, Zanichelli
- Padulosi, S. (2008), "La biodiversità nutre il futuro", *Darwin*, Novembre-dicembre
- Porceddu, E. (1993), "La diversità genetica vegetale: risorsa fondamentale per il benessere dell'umanità", *Memorie dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL*
- Porceddu, E. (2006), *Biodiversità*, Accademia Nazionale delle Scienze
- Touring Club Italiano (1991), *A come ambiente. Dal lessico familiare al linguaggio scientifico*, Milano, TCI
- Vignolini, F. (2009), *Locali Top*, 3, Milano, Tuttopress
- Zohary, D., Hopf, M. (1991), *Domestication of plants in the old world*, Clarendon Press, Oxford

# BIODIVERSITÀ E SVILUPPO SOSTENIBILE

## LO SVILUPPO SOSTENIBILE

### Le risorse della Terra e i bisogni dell'uomo

La Terra è un ecosistema in equilibrio dinamico che si autosostiene e dal suo equilibrio globale dipende la sopravvivenza dell'umanità. La sfida che oggi l'uomo deve affrontare è che i principali problemi ambientali - la crescita della popolazione, l'eccessivo sfruttamento delle risorse e l'inquinamento - sono fra loro collegati e, fatto ancora più grave, crescono in maniera esponenziale.

Per risorsa si intende qualsiasi cosa che noi preleviamo dall'ambiente vivente e no per soddisfare le nostre necessità e i nostri desideri. Purtroppo, tali risorse (acqua, carburanti, suolo fertile e biodiversità, ecc.) non sono distribuite in modo omogeneo sulla Terra e solo alcune sono rinnovabili, come l'energia solare. Pertanto, dobbiamo gestire in modo più efficace le risorse cruciali per il benessere dell'umanità. Questo è l'appello degli scienziati rivolto ai potenti della Terra, sottoscritto da 102 premi Nobel nel 1992.

### Lo sviluppo sostenibile

È da circa un secolo che l'uomo ha iniziato a interferire pesantemente con il funzionamento del "sistema Terra". Cambiamenti che naturalmente avverrebbero in una scala temporale di millenni, oggi avvengono nel giro di decenni. I cambiamenti globali indotti dalle attività antropiche sono vari e diversificati e hanno tutti un fine comune: soddisfare i bisogni collettivi e individuali.

Il nostro pianeta è abitato da oltre sei miliardi di persone e tutte hanno bisogni e necessità fondamentali: acqua, cibo, abitazione, salute e lavoro. La distribuzione di queste persone, il loro benessere e l'azione che esercitano sull'ambiente varia notevolmente. Una parte dell'umanità è ricca e consuma una grande quantità di risorse, un'altra soffre la fame, ha un alto indice di mortalità infantile e vive con un reddito bassissimo. Si calcola che un miliardo e quattrocento milioni di persone nel mondo vivano con meno di 1,25 dollari al giorno (fonte Banca Mondiale, 2008). Per soddisfare i propri bisogni, ricchi e poveri determinano conseguenze ambientali a livello globale.

Per alimentarsi, la popolazione umana agisce sugli ecosistemi terrestri e marini in vari modi: deforestando, praticando l'agricoltura intensiva, utilizzando fertilizzanti e anticrittogamici, irrigando, selezionando coltivazioni, praticando la pesca e introducendo specie alloctone. Per provvedere all'esigenza di mobilità, al fabbisogno alimentare e ai beni di consumo, l'uomo usa combustibili, svolge attività industriali, creando cambiamenti nell'atmosfera terrestre. Agisce direttamente sulle acque, costruendo ad esempio bacini artificiali per il fabbisogno idrico personale, industriale e per l'irrigazione. Infine, agisce sugli ecosistemi marini e costieri per trattare scarichi civili e industriali.

Per conciliare sviluppo e ambiente, negli anni Ottanta del secolo scorso, si cominciò a definire il principio dello sviluppo sostenibile, così definito nel rapporto Brundtland delle Nazioni Unite nel 1987: **"lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che soddisfa i bisogni della generazione presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri"**. Lo sviluppo sostenibile si trasforma, così, in un sistema di obiettivi o strategie per il sistema Terra.

### Strategie per il sistema Terra

**Crescita della popolazione.** Si stima che la popolazione mondiale arriverà nel 2050 a nove miliardi di persone: sarà necessario produrre più cibo, distribuire più equamente le risorse, migliorare il sistema sanitario e moderare la crescita demografica.

**Povertà.** Miliardi di persone vivono in condizioni di estrema indigenza, non hanno un'alimentazione adeguata, acqua e servizi sanitari. Queste popolazioni dovranno essere messe in condizione di trovare nel proprio territorio le risorse che possano garantirne un adeguato sviluppo.

**Biodiversità.** La biodiversità, ovvero la varietà delle forme di vita in un dato ambiente, è una risorsa fondamentale per la sopravvivenza e il benessere dell'uomo. La perdita di biodiversità crea danni ecologici (si ha un degrado della funzionalità degli ecosistemi), economici (si riducono le possibilità di sussistenza per gli agricoltori) e culturali (si perdono le conoscenze umane legate alla biodiversità). Pertanto, la sua tutela a diversi livelli – ecosistemi, specie, geni – è di importanza cruciale per il raggiungimento di uno sviluppo davvero sostenibile.

**Energia.** L'aumento di gas serra, causato dall'utilizzo di combustibili fossili (si veda il modulo *Biodiversità e cambiamenti climatici*), deve essere affrontato con strategie a lungo e medio termine, migliorando l'efficienza energetica e sostituendo queste fonti di energia con fonti rinnovabili.

**Agricoltura.** Bisognerà sviluppare una vera e propria agricoltura sostenibile.

**Economia.** Dovrà trasformarsi in modo tale da diventare sostenibile a lungo termine seguendo alcuni principi fondamentali: sfruttare le risorse rinnovabili; limitare l'uso di tutte le risorse tenendo conto dei ritmi con cui vengono assorbiti i loro rifiuti dall'ecosistema; sfruttare risorse non rinnovabili, possibilmente non superando il tasso di sviluppo di risorse rinnovabili alternative.

## Le tappe storiche

È da più di trent'anni che la ridefinizione del rapporto tra l'uomo e il suo ambiente naturale è diventato una questione importante e allo stesso tempo una delle più difficili da affrontare. Una questione che necessita di un confronto a livello internazionale e che deve tener conto di aspetti etici, culturali, politici, istituzionali, tecnici e scientifici.

Dalla fine degli anni '60, il dibattito sull'ambiente è divenuto sempre più presente, grazie anche a studi come // *Rapporto sui limiti dello sviluppo* del 1972, elaborato da scienziati del Massachusetts Institute of Technology. In questo studio venivano fatte previsioni disastrose, in base a simulazioni al computer, sull'effetto che la crescita continua della popolazione, lo sfruttamento delle risorse naturali, l'industrializzazione, l'inquinamento e la produzione di cibo avrebbero avuto sull'ecosistema terrestre e sulla conseguente sopravvivenza della specie umana. Da allora, governi e istituzioni sono diventati sempre più sensibili al problema e grandi vertici internazionali si sono tradotti in normative da attuarsi sia a livello nazionale che planetario, fissando obiettivi, linee guida e impegni precisi.

1972 – Dichiarazione di Stoccolma, Nazioni Unite: 26 principi in cui si pone l'attenzione sulla relazione tra benessere sociale e tutela del patrimonio ambientale secondo un criterio di giusta distribuzione delle risorse anche di fronte alle generazioni a venire.

1987 – Rapporto Brundtland, Nazioni Unite: viene definito lo sviluppo sostenibile.

1992 – Carta di Rio, Nazioni Unite: vengono espressi 27 principi sui diritti e le responsabilità delle nazioni nel perseguimento dello sviluppo e del benessere umano. Vengono approvati quattro documenti, tra cui l'Agenda 21.

1993-1999 – I rappresentanti dei governi europei elaborano un programma comunitario di politica e azione a favore dell'ambiente per rendere operativi gli accordi di Rio.

2002 – Johannesburg, Nazioni Unite, vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile: si ribadiscono gli obiettivi fissati a Rio, si incoraggiano i paesi a realizzarli e si definiscono nuovi impegni politici in materia di sviluppo sostenibile ribadendo linee guida e correggendo le strategie.

## L'Agenda 21

È il piano d'azione adottato da 169 paesi riuniti a Rio de Janeiro e fa riferimento ad un piano di lavoro e di impegni; "21" indica il secolo in cui viviamo e nel quale dobbiamo tener conto in modo responsabile degli effetti delle nostre azioni.

Questo piano, in un capitolo dedicato all'agricoltura, sottolinea la necessità di creare le condizioni adatte a modificare le politiche agricole e ambientali, tanto nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo. Il programma rimarca l'esigenza di migliorare la produttività delle terre migliori per poter sostenere la popolazione in aumento. Vengono proposte misure di intervento che riguardano investimenti agricoli, miglioramento delle tecniche di coltivazione e l'istruzione dei coltivatori per la difesa del territorio. Inoltre, viene evidenziata la

necessità di diffondere la lotta biologica e di difendere le risorse genetiche. Questo programma, trasferito a livello locale, viene indicato come “Agenda 21 Locale” ed è l’elemento attuativo delle strategie per lo sviluppo sostenibile, prevedendo azioni per la salvaguardia di suolo, acque, energia, per la gestione dei rifiuti e per il turismo ecocompatibile.

## Parole chiave

Sistema Terra, risorse, crescita popolazione, rapporto Brundtland, sviluppo e ambiente, Agenda 21.

## LA RIVOLUZIONE VERDE: PREGI E DIFETTI

Per Rivoluzione Verde s’intende quel processo che, nel periodo che va dagli anni ‘60 agli anni ‘80 del Novecento, ha portato a uno straordinario incremento della produttività agricola, mediante l’uso di semi selezionati, fertilizzanti e pesticidi. Ciò fu possibile grazie agli ingenti investimenti nella ricerca scientifica che, con il miglioramento genetico e lo sviluppo di nuove tecnologie, fu in grado di ottenere varietà di piante coltivate (cultivar) ad alte rese delle più importanti specie alimentari come riso, mais e grano. Le migliaia di cultivar che i ricercatori avevano raccolto e conservato nelle banche genetiche consentirono l’individuazione di quelle caratteristiche – bassa taglia, resistenza a malattie, ecc. – che furono determinanti per la selezione delle cultivar ad alte rese, che sostenute dai prodotti agrochimici, come pesticidi e fertilizzanti aumentarono ulteriormente la produttività.

Dal punto di vista politico ed economico, i governi incoraggiarono e sostennero l’uso di queste nuove tecniche e prodotti agrari da parte degli agricoltori. Ne risultò che, tra il 1975 e il 1990, si ebbe un raddoppiamento della produzione di cereali che in Asia portò a un aumento del 30% della disponibilità di calorie procapite e una diminuzione del costo del grano e del riso. In tal modo, il numero di persone che soffrono la fame si è ridotto: le alte rese hanno mantenuto la produzione mondiale di colture alimentari di base superiore al tasso di crescita della popolazione umana. Inoltre, sono generalmente migliorate le condizioni dei bambini nei paesi in via di sviluppo con una riduzione della mortalità infantile.

Nonostante questi indubbi successi nella lotta alla fame, la Rivoluzione Verde ha subito molte critiche nel corso degli anni. Secondo i detrattori, le alte performance produttive sono possibili solo in condizioni ottimali di coltivazione (buona disponibilità d’acqua, fertilizzanti, pesticidi, antiparassitari e alto uso di input tecnologici) fuori dalla portata della maggior parte dei contadini nei paesi in via di sviluppo che, non potendo disporre di molto denaro né di grandi quantità di terra e acqua, non hanno potuto avvalersi delle nuove varietà selezionate e delle relative tecniche di coltivazione.

Le nuove cultivar, inoltre, si sono rivelate poco adattabili alle condizioni locali di coltivazione, spesso caratterizzate da condizioni marginali e da stress biotici e abiotici, oltre che poco adeguabili ai cambiamenti climatici incombenti.

La massiccia diffusione di cultivar ad alte rese ha avuto un grave impatto sulla biodiversità agraria, determinando la perdita delle antiche cultivar locali (*landraces*) frutto del lavoro di selezione operato dagli agricoltori nel corso di secoli, e delle cosiddette colture “minori” che hanno un alto valore nutritivo e sono di sostegno alle economie locali (*si veda il modulo Biodiversità e alimentazione*).

L’attenzione rivolta alla sicurezza nutrizionale è stata più di tipo quantitativo che qualitativo: oggi, oltre al miliardo di persone che soffrono la fame, ce ne sono altri due miliardi che patiscono la cosiddetta “fame nascosta”, una condizione di malnutrizione dovuta alla carenza di micronutrienti.

Non bisogna poi dimenticare che le pratiche colturali introdotte dalla Rivoluzione Verde, dispendiose in termini di energia e consumo d’acqua, hanno anche un forte impatto ambientale, in quanto provocano l’erosione e la salinizzazione dei suoli a causa dell’eccessiva meccanizzazione e di tecniche errate di irrigazione.

La perdita di biodiversità ha contribuito alla riduzione della capacità degli ecosistemi agricoli di autoequilibrarsi. Si pensi, ad esempio, alle rotazioni con le leguminose, importanti per arricchire i terreni di azoto, o alla concimazione organica che migliora la struttura e la microflora del suolo, pratiche messe entrambe da parte dai sistemi di coltivazione introdotti con le varietà ad alte rese. L’uso diffuso di pesticidi contribuisce alla perdita di resistenze naturali, determina la diffusione di nuovi patogeni e insetti e causa forti danni all’ecosistema attraverso l’inquinamento delle falde acquifere.

## Parole chiave

Cultivar ad alte rese, produttività, monocoltura, pesticidi, fertilizzanti, erosione e salinizzazione dei suoli, adattabilità, fame nascosta, sicurezza alimentare, impatto ambientale, banche genetiche.

# VERSO UN NUOVO MODELLO: L'AGRICOLTURA SOSTENIBILE

## L'agricoltura e lo sfruttamento delle risorse

Per mantenerci in forma e in salute dobbiamo nutrirci, il che significa avere a disposizione sostanze nutritive sotto forma di alimenti, non necessariamente uguali per tutti perché diverse sono le abitudini alimentari dell'umanità. L'agricoltura rappresenta il principale mezzo per far fronte alle necessità alimentari e questa è stata, a partire da 10.000 anni fa, l'attività primaria dell'uomo.

La storia dell'agricoltura è la storia delle ricerche fatte dall'uomo per trovare ambienti adatti alla coltivazione e al pascolo e per migliorare la produzione delle colture. Sono state abbattute foreste e la loro scomparsa ha accelerato l'erosione, la desertificazione e la riduzione della biodiversità. Il suolo, l'acqua e la diversità genetica, risorse naturali da cui dipende la produttività agricola, sono state sfruttate dall'uomo in modo eccessivo. La fertilità del suolo è fondamentale per la produttività agricola, ma il raccolto determina un impoverimento di nutrienti che le piante hanno assorbito durante la crescita. L'uso di fertilizzanti diventa, quindi, indispensabile per integrare i nutrienti persi. Il loro uso eccessivo causa inquinamento perché percolano attraverso il suolo nelle falde acquifere, fiumi e laghi. Insetti e malattie insidiano i raccolti, per difendere i quali viene fatto uso di pesticidi. Fertilizzanti e pesticidi contaminano acque, alimenti di origine vegetale e animale con gravi conseguenze per la salute umana.

Le piante selvatiche alimentari, che potrebbero rappresentare una fonte di guadagno e di cibo per molte popolazioni, stanno scomparendo e, assieme ad esse, la ricca diversità genetica di cui sono depositarie. Contemporaneamente, si assiste a un uso sempre più pronunciato di varietà ad alte rese che, oltre a ridurre la biodiversità agraria, richiedono un eccessivo uso di acqua per irrigazione. L'acqua è una risorsa fondamentale per la vita e di quella presente sul pianeta solo una piccola percentuale è disponibile per essere consumata dall'uomo. In agricoltura, l'acqua viene usata per irrigare, ma quando ristagna ed è ricca in sali determina il fenomeno della salinizzazione, che si verifica soprattutto dove sono inadeguati i sistemi di irrigazione e drenaggio.

Oggi l'agricoltura deve far fronte a una richiesta di cibo da parte di una popolazione che potrebbe raggiungere i nove miliardi. Si deve aumentare la produttività ma si deve anche recare meno danno possibile all'ambiente e alla salute. Se si tiene conto che la maggior parte delle terre adatte all'agricoltura sono già coltivate, bisognerà trovare il modo di praticare un'agricoltura che consenta la conservazione dell'acqua, del terreno e della biodiversità, cioè un'agricoltura sostenibile e compatibile con l'ambiente.

La FAO definisce lo sviluppo agricolo sostenibile come "la gestione e la conservazione della base di risorse naturali, con cambiamenti tecnologici e istituzionali volti alla soddisfazione continua dei bisogni delle generazioni umane attuali e future. Tale sviluppo conserva la terra, l'acqua, le risorse genetiche vegetali e animali, non degrada l'ambiente, è tecnicamente appropriato, economicamente possibile e socialmente accettabile".

## La ricerca scientifica per un'agricoltura sostenibile

Per un'agricoltura ecocompatibile, si ritiene che siano fondamentali interventi genetici finalizzati non solo al mantenimento della diversità biologica, ma anche all'ottenimento di nuove varietà più adatte alle esigenze dei coltivatori e dei consumatori. In tale ottica, la conservazione e l'uso delle risorse genetiche diventano attività integrate e interdipendenti dalla cui sinergia si otterranno nuove varietà capaci di migliorare l'agricoltura. In particolare, l'attività di ricerca, svolta nell'ambito della biologia molecolare e delle colture *in vitro*, ha permesso di realizzare tecniche genetiche innovative, che vanno oltre l'incrocio e la mutagenesi, offrendo nuove speranze di sostenibilità.



L'uso di marcatori molecolari per caratterizzare gli ecotipi, infatti, consente di evidenziare caratteri di resistenza, utilizzabili nei programmi di selezione, consentendo l'isolamento e il trasferimento di geni utili nelle specie di interesse con tecniche di ingegneria genetica assolutamente sicure: è così che, ad esempio, si sono ottenuti nella patata e nel pomodoro ibridi resistenti a stress biotici e abiotici e sono stati individuati geni di resistenza in specie selvatiche e geni marcatori che facilitano la selezione dopo l'incrocio.

## Strategie per un'agricoltura sostenibile

L'agricoltura sostenibile ha come punto di riferimento l'ecologia del campo coltivato: il suo obiettivo è quello di riformare l'agricoltura industriale, trasformandola da pratica distruttrice in pratica quanto più possibile conservativa, chiudendo il cerchio della produzione. In altre parole, l'agricoltura sostenibile punta non solo sulla quantità, ma alla qualità, partendo dalla qualità del prodotto per arrivare a quella del territorio, e infine a quella qualità della vita che è ormai aspirazione di tutti. I principi su cui è basata sono:

**Riciclare** nutrienti, utilizzare piante che fissano l'azoto e diminuire l'uso di fertilizzanti.

**Ridurre** la dipendenza da pesticidi, che entrando nella catena alimentare producono bioaccumulo con gravi conseguenze sulla salute e riducono la biodiversità perché spesso i loro effetti non sono mirati alle sole specie nocive. Questa dipendenza può essere addirittura eliminata attraverso una corretta lotta biologica mantenendo in equilibrio il rapporto preda-predatore.

**Diversificare** i sistemi agricoli sviluppando le potenzialità biologiche e genetiche delle specie autoctone.

**Ruotare** le colture per conservare la fertilità del suolo.

**Arrestare** l'erosione dei terreni agricoli.

**Aumentare** la capacità di assorbimento idrico e migliorare i sistemi di irrigazione per impedire sprechi d'acqua.

**Coinvolgere** i piccoli agricoltori in progetti di riqualificazione ambientale.

Fare in modo che gli agricoltori dei paesi in via di sviluppo ricevano **prezzi equi** per i loro prodotti e che vengano supportati da servizi di consulenza adeguati e trasporti efficienti dei loro prodotti sul mercato.

**Potenziare la ricerca** in campo biotecnologico per proteggere la biodiversità e garantire la massima sicurezza dei prodotti ottenuti.

Mettere in condizione i paesi in via di sviluppo di superare gli ostacoli per un **autonomo sviluppo delle tecniche biotecnologiche**.

## Biodiversità e agricoltura sostenibile

La tutela e l'uso della biodiversità sono di fondamentale importanza per andare, nel futuro, verso un'agricoltura sostenibile. Innanzi tutto, la biodiversità consente di migliorare la produttività agricola senza danneggiare l'ambiente: le monocolture intensive di piante geneticamente identiche hanno bisogno di pesticidi molto costosi affinché non siano attaccate da malattie e parassiti, a cui invece resistono molto meglio i campi coltivati con diverse varietà, senza uso massiccio di prodotti chimici.

La biodiversità agraria aiuta, inoltre, a compensare l'eventuale differenza nelle rese dei raccolti. Un sistema produttivo differenziato può avere un raccolto totale inferiore a quello di una monocoltura, tuttavia esso garantisce maggiore stabilità nel tempo. Ciò ha un valore estremamente importante per i piccoli agricoltori, impegnati a ridurre i rischi e ad assicurare sempre qualcosa da mangiare per i propri cari, piuttosto che impegnarsi a massimizzare la produttività.

La diversità di un agro-ecosistema consente di fronteggiare meglio i cambiamenti climatici, in quanto i sistemi a più alto tasso di diversità, ovvero quelli che possiedono e usano quanto più possibile la diversità, sono quelli che si adattano più facilmente (si veda il modulo *Biodiversità e cambiamenti climatici*).

La biodiversità agraria è anche uno strumento essenziale per garantire la sicurezza alimentare e migliorare l'alimentazione. Il problema della malnutrizione e in particolare quello della "fame nascosta" sono sempre

più pressanti. In tutto il mondo si assiste a una semplificazione delle diete, con consumo di cibi ad alto contenuto di carboidrati e zuccheri, a scapito dell'uso di colture tradizionali. Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, questo problema è presente anche nei paesi in via di sviluppo: la popolazione urbana a basso reddito, infatti, dipende sostanzialmente da cibi lavorati che hanno una bassa qualità nutrizionale. Ciò ha portato a una forte crescita di malattie come il diabete, le affezioni cardiache e l'obesità. La biodiversità agraria, poiché è alla base della diversità alimentare e contribuisce a migliorare le condizioni di salute delle popolazioni, può dunque aiutare a combattere la fame e a raggiungere la sicurezza alimentare.

### **Parole chiave**

Agricoltura sostenibile, desertificazione, deforestazione, salinizzazione, biodiversità, biotecnologie.

## **LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITÀ**

### **Aspetti ecologici, economici ed etici**

Sentiamo spesso dire che la biodiversità è una risorsa fondamentale per la vita dell'uomo e dunque deve essere conservata.

Ma perché è così importante per la nostra vita? I motivi sono numerosi. Innanzitutto la ricchezza genetica consente agli organismi di evolversi e adattarsi alle mutate condizioni ambientali. Inoltre, anche se spesso non ne siamo consapevoli, la biodiversità offre una serie di "servizi" di cui usufruiamo tutti i giorni e senza i quali non potremmo sopravvivere: l'aria (gli ecosistemi garantiscono il mantenimento della composizione chimica dell'atmosfera – regolando ad esempio gli scambi gassosi di ossigeno e anidride carbonica – e dello strato di ozono), l'acqua (regolazione del ciclo dell'acqua e approvvigionamento idrico), le medicine (moltissimi farmaci, sia nella medicina occidentale sia in quella tradizionale dei paesi in via di sviluppo, si basano su estratti di piante e animali) e i materiali (legno, fibre tessili, resine, ecc).

Ma il "servizio" che è sempre sotto i nostri occhi (anzi, i nostri denti) è il cibo. Purtroppo la biodiversità agraria sta scomparendo a ritmi vertiginosi. Secondo stime della FAO, nell'ultimo secolo è scomparso più del 75% della diversità genetica delle colture agrarie. La diversità è fondamentale per garantire resistenza a malattie e parassiti, adattabilità ai cambiamenti climatici e un'alimentazione sana e ricca di micronutrienti essenziali.

Oggi l'alimentazione umana si basa solo su 20 colture che soddisfano il 90% del fabbisogno calorico complessivo benché le specie coltivate a livello locale siano stimate da 7.000 a 75.000. Molte di queste specie poco conosciute o sottoutilizzate hanno in realtà un grande valore nutrizionale ed economico per le comunità locali, oltre a un indubbio valore culturale: il senso di orgoglio e di identità con la propria comunità ha profonde radici nelle tradizioni alimentari e nel bagaglio di conoscenze ad esse legate. Salvaguardare la biodiversità agraria vuol dire anche ritrovare il legame tra l'uomo e la sua cultura alimentare e contribuire a rafforzare le culture e le tradizioni che rendono ogni nazione e ogni comunità una realtà unica.

### **Parole chiave**

Ecosistema, biodiversità agraria, servizi offerti dalla biodiversità, medicina, alimentazione, tradizioni e cultura.

## **ATTIVITÀ**

- Laboratori per l'analisi del terreno, le analisi delle acque, la misurazione di parametri ambientali; lo studio di un'oasi vicino scuola
- Visita a una fattoria sostenibile nel Lazio, dove il campo agricolo è considerato un agroecosistema e si applicano principi ecologici per evitare l'uso di fertilizzanti sintetici o di pesticidi
- Visita ad *Archeologia Arborea* a San Lorenzo di Lerchi, Città di Castello, in provincia di Perugia. Da molti anni l'associazione *Archeologia Arborea* ricerca specie locali rare o dimenticate di alberi da frutto con l'obiettivo di salvarle dall'estinzione grazie alle conoscenze locali

- Visita all’Oasi di Castel di Guido della LIPU, dove in un ambiente agricolo vivono molte specie di animali selvatici
- Collaborazione con associazioni ambientaliste come Roma Natura, WWF, Legambiente
- Iniziazione al bird watching, alla fotografia, alla conoscenza del canto degli uccelli in diverse ore della giornata
- Fare una ricerca sull’Agenda 21 Locale in Italia.

## POSSIBILE USO DIDATTICO

### Materie coinvolte

- Biologia: la diversità biologica; il concetto di specie e i principi della classificazione; la digestione, le vitamine e le malattie da avitaminosi; il tasso di fertilità e la durata media della vita (uso degli istogrammi e la statistica di popolazione)
- Chimica: le sostanze naturali e i principi attivi farmacologici
- Genetica: la selezione naturale e artificiale
- Geografia: climatologia e cambiamenti climatici; studio di un ambiente naturale e uno artificiale (ad es. studio del Madagascar, dove troviamo il 5% della biodiversità del pianeta con le sue specie endemiche)
- Geologia: le materie prime, lo studio del suolo, studio dei terreni agricoli, la rotazione delle colture
- Ecologia: l’habitat e la catena alimentare.

## BIBLIOGRAFIA

Aliotta, G., Petriccione, M. (2008), *Biodiversità e Agri-cultura*, Ed. Aracne

Massa, R., Ingegnoli, V. (2003), *Biodiversità, Estinzione e Conservazione*, UTET

Miller, G.T. (1997), *Ambiente, Risorse, Sostenibilità*, Ed. Piccin

Padulosi, S. (2008), “La biodiversità nutre il futuro”, *Darwin*, Novembre-dicembre

WWF (2008), *Effetto biodiversità: il lavoro nascosto e costante della natura al servizio di tutti*, <<http://www.wwf.it/UserFiles/File/News%20Dossier%20Appti/DOSSIER/Biodiversit%20e%20Specie/Effetto%20biodiversita%20Dossier.pdf>>

# BIODIVERSITÀ E CAMBIAMENTI CLIMATICI

## I CAMBIAMENTI CLIMATICI

### Tempo meteorologico e clima

Il **tempo meteorologico** indica le condizioni meteorologiche (temperatura, pressione dell'aria, umidità relativa, velocità del vento, precipitazioni) in un dato momento e in un dato luogo. I valori misurati si utilizzano per costruire le carte sinottiche, dalla cui lettura è possibile formulare le previsioni del tempo.

Il **clima** indica la media delle condizioni meteorologiche osservate su un periodo di tempo di alcune decine di anni. In generale, lo studio del clima comprende anche altre grandezze statistiche e i periodi di tempo osservati possono variare da mesi a milioni di anni. Il periodo classico di osservazione sono 30 anni, secondo quanto definito dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale.

Le caratteristiche climatiche sono le principali responsabili della tipologia e della densità della copertura vegetale naturale e, sia pure in misura minore, condizionano (direttamente o indirettamente) l'esistenza e la varietà della fauna nelle diverse regioni della Terra.

### Elementi e fattori climatici

Il clima dipende dagli elementi climatici e dai fattori climatici.

#### Elementi climatici

I principali elementi climatici sono: l'insolazione, la temperatura, la pressione, l'umidità, le precipitazioni e la nuvolosità. Gli elementi climatici sono fenomeni fisici misurabili, la cui combinazione e interazione definisce il clima.

#### Fattori climatici

I fattori climatici sono tutte quelle condizioni che influenzano e determinano gli elementi climatici.

- *Latitudine*: da essa dipende l'insolazione che una regione riceve
- *Altitudine*: con l'aumentare dell'altitudine, diminuiscono temperatura, pressione e umidità, mentre aumentano l'irraggiamento solare e, fino a una certa quota, la piovosità
- *Presenza di acqua* (oceani, mari, laghi): l'acqua assorbe e perde calore lentamente
- *Correnti marine*: influenzano le condizioni climatiche delle regioni. Ad esempio, la corrente del Golfo del Messico, spostandosi verso Nord, mitiga il clima dell'Irlanda, della Scozia e della Scandinavia
- *Catene montuose*: bloccano i venti e influenzano la quantità delle precipitazioni
- *Vegetazione*: riduce l'escursione termica e fornisce umidità agli strati più bassi dell'atmosfera
- *Circolazione generale atmosferica*: influisce attraverso gli scambi di calore tra le regioni calde e le regioni più fredde
- *Attività umana*: agisce sul clima in quanto capace di modificare l'ambiente naturale e gli equilibri degli ecosistemi.

Anche alcuni fenomeni astronomici influenzano il clima, come i **moti millenari** (precessione degli equinozi, variazione dell'inclinazione dell'asse terrestre, variazione dell'eccentricità dell'orbita, nutazioni) i quali determinano variazioni nell'intensità della radiazione solare che giunge sulla Terra.

Da alcuni studi, sembra che il clima possa anche essere influenzato dalle variazioni cicliche dell'**attività solare**. Le macchie solari hanno un ciclo di 11 anni circa, in cui compaiono per lo più in gruppi, aumentano di dimensioni e persistono per circa una settimana, quindi si estinguono per lasciare posto alla contemporanea comparsa di altri gruppi. Ogni 11 anni circa, si passa dal numero minimo di gruppi al numero massimo.

Una correlazione tra l'attività solare e il clima è suggerita da quanto avvenne nell'emisfero settentrionale tra il 1645 e il 1715: durante questo periodo, conosciuto anche come "minimo di Maunder", l'attività solare fu molto scarsa e al contempo si verificò un consistente abbassamento delle temperature.

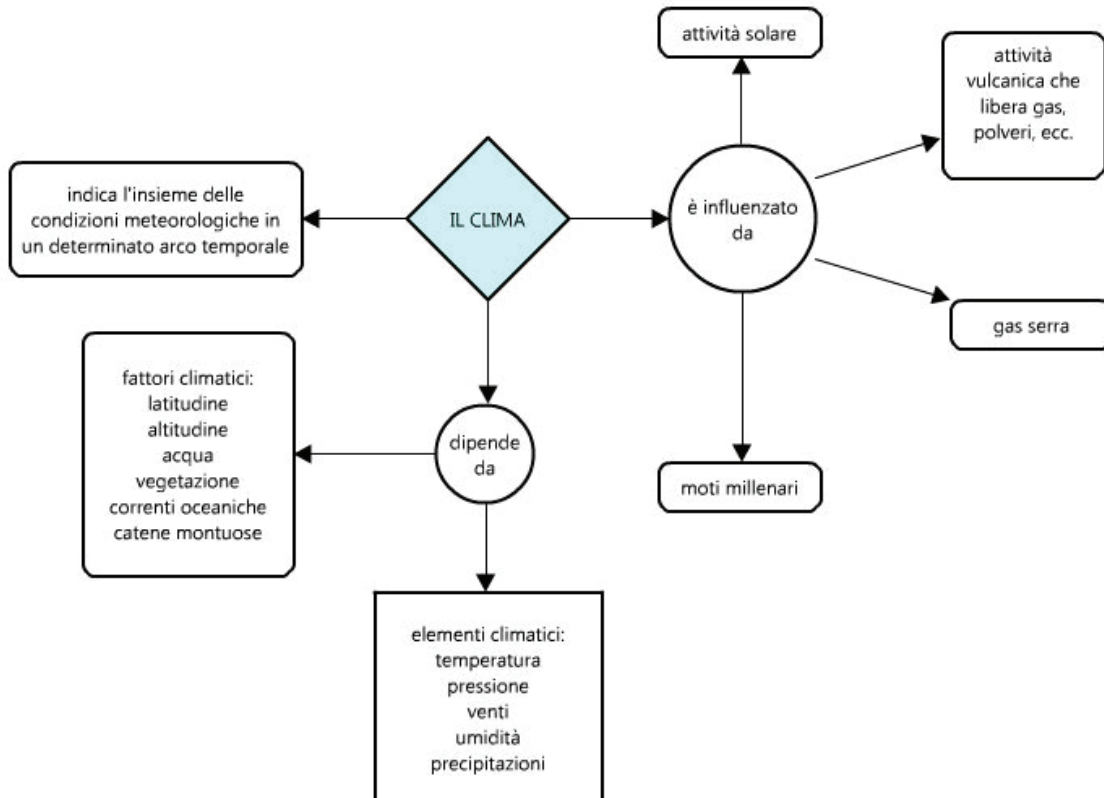
### Raggi cosmici e clima

Quando l'attività magnetica solare è ridotta e il numero delle macchie è basso, la Terra viene colpita da un numero maggiore di raggi cosmici (radiazioni ad alta energia provenienti dagli spazi intergalattici). Ciò indica che il campo magnetico solare fa da schermo ai raggi cosmici.

Ma qual è la relazione dei raggi cosmici col clima? Queste radiazioni ad alta energia, interagendo con il carbonio <sup>12</sup>C atmosferico, lo trasformano nell'isotopo radioattivo <sup>14</sup>C. Le piante e gli alberi estraggono il carbonio dal biossido di carbonio atmosferico e lo fissano, ad esempio, negli anelli di crescita. Misurando la quantità rimanente di <sup>14</sup>C nei materiali di cui si conosce l'età, si può dedurre la quantità di <sup>14</sup>C presente nell'atmosfera in quel periodo. La paleoclimatologia, inoltre, fornisce informazioni sulla storia globale del clima. Incrociando questi dati, si è notato che il flusso di raggi cosmici è legato al clima: a un clima generalmente freddo corrisponde un flusso elevato di raggi cosmici, mentre a un clima più caldo corrisponde un flusso minore.

### Parole chiave

Clima, elementi climatici, fattori climatici, atmosfera, pressione, temperatura, umidità, latitudine, altitudine, precipitazioni, correnti oceaniche, venti, vegetazione, moti millenari, macchie solari, raggi cosmici.



Il clima. Mappa concettuale



# L'EFFETTO SERRA E IL CONTRIBUTO ANTROPICO

La vita sulla Terra è resa possibile dalla presenza dell'atmosfera, un involucro gassoso composto per la maggior parte da azoto, ossigeno e argon. Non solo essa ci protegge da radiazioni nocive che provengono dal Sole e dallo spazio, ma consente alla superficie terrestre di avere una temperatura media molto mite, grazie al cosiddetto "effetto serra". Infatti, alcuni gas presenti nell'atmosfera – principalmente il biossido di carbonio, il metano, l'ozono e il vapore acqueo – agiscono come le pareti di una serra, cioè assorbono parte dei raggi infrarossi emessi dal suolo riscaldato dai raggi provenienti dal Sole. Se l'atmosfera non intrappolasse in questo modo la radiazione solare, la temperatura media globale della Terra sarebbe di circa -18°C, invece dei +15°C attuali.

## I gas serra

**Vapore acqueo.** Le molecole di acqua nell'atmosfera catturano il calore irradiato dalla terra e lo inviano in tutte le direzioni e quindi anche sulla terra.

**Biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>).** La presenza di questo gas serra nell'atmosfera è aumentata drasticamente a partire dall'età industriale. Secondo le stime del CDIAC<sup>2</sup>, dai tempi della rivoluzione industriale, l'aumento della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> è stato addirittura del 35%, e dal 1958 del 20%. Questo aumento è stato determinato per il 64% dalla combustione dei combustibili fossili (carbone, petrolio) e per il 34% dalla deforestazione (la vegetazione riesce ad assorbire il biossido di carbonio mediante la fotosintesi). La persistenza di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è di circa un secolo, ed essa è responsabile per oltre il 60% del riscaldamento globale.

**Metano (CH<sub>4</sub>).** Il metano è prodotto dalla degradazione del materiale vegetale in condizioni anaerobiche in ambienti umidi (paludi, stagni, risaie, bacini idroelettrici, mari e oceani), da bovini e ovini con la digestione gastrica della cellulosa, oppure da suini, ma viene anche prodotto nelle discariche, dalla combustione dei combustibili fossili e dalle biomasse. La persistenza di CH<sub>4</sub> nell'atmosfera è di circa 10-15 anni ed ha capacità di effetto serra 23 volte superiori a quella del biossido di carbonio (ovvero intrappola il calore nell'atmosfera 23 volte in più rispetto alla CO<sub>2</sub>).

**Protossido di azoto (N<sub>2</sub>O).** Il protossido di azoto è emesso dagli oceani, dalle foreste pluviali, dai fertilizzanti a base di nitrati, nei processi di nitrificazione e di denitrificazione. La persistenza di N<sub>2</sub>O è di oltre un secolo e ha capacità di effetto serra circa 300 volte superiori a quella della CO<sub>2</sub>.

**Anidride solforosa (SO<sub>2</sub>).** L'anidride solforosa, prodotta dalla combustione di carbone e idrocarburi, in condizioni di forte umidità può trasformarsi in anidride solforica e dar luogo alla formazione di aerosol di acido solforico producendo effetti dannosi sugli organismi e sui monumenti.

**Clorofluorocarburi (CFC).** I CFC, oltre ad essere gas serra, determinano anche l'assottigliamento di ozono (O<sub>3</sub>) nella stratosfera.

**Gas fluorurati (perfluorocarburi (PFC), idrofluorocarburi (HFC), esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>)).** I gas fluorurati sono utilizzati in vari tipi di prodotti e applicazioni, fra cui apparecchiature di refrigerazione, condizionamento d'aria e pompe di calore, impianti di protezione antincendio, schiume, aerosol, solventi e commutatori ad alta tensione. La persistenza dei gas fluorurati nell'atmosfera è di migliaia di anni; i gas fluorurati sono capaci di intrappolare fino a 22.000 volte il calore della CO<sub>2</sub>.

La concentrazione dei gas serra viene indicata in parti per milione (ppm).

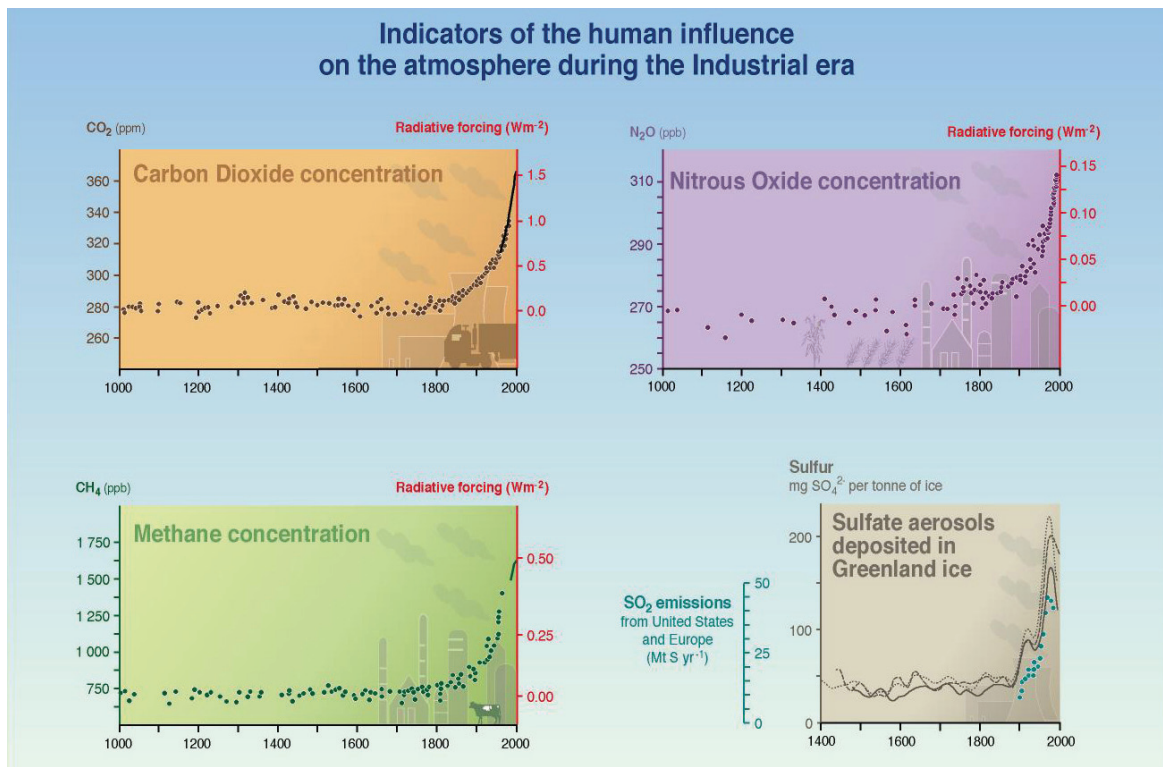
I gas sopra elencati contribuiscono in maniera diversa all'effetto serra. Per questo è stato introdotto il concetto di **potenziale di riscaldamento globale (GWP)**, usando come riferimento la CO<sub>2</sub> alla quale si attribuisce GWP=1.

GAS SERRA	GWP	PERSISTENZA
CO <sub>2</sub>	1	100 anni
CH <sub>4</sub>	23	10-15 anni
N <sub>2</sub> O	296	> 100 anni
SF <sub>6</sub>	22.000	> 1000 anni

<sup>2</sup> Il CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center) è il principale centro di ricerca che ha il compito di analizzare i dati relativi al cambiamento climatico. Fa parte del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti.

## Il contributo antropico

Lo studio congiunto dei movimenti della Terra, della storia geologica e della dinamica dell'atmosfera dimostra che il clima è mutevole nello spazio e nel tempo ed è in continua evoluzione per cause cosmiche, planetarie e umane.



Indicatori dell'influenza umana sull'atmosfera durante l'era industriale (fonte IPCC)

L'enorme aumento delle emissioni antropogeniche di gas serra, che si è verificato a partire dalla seconda metà dell'Ottocento, sta alterando la composizione chimica dell'atmosfera e sta provocando un aumento della temperatura terrestre. Si ritiene dunque che nel prossimo futuro il clima sia destinato a cambiare non per cause naturali ma per opera dell'uomo. I profondi mutamenti climatici che ne conseguiranno avranno implicazioni significative sulla salute dell'uomo e sull'integrità dell'ambiente: l'agricoltura, la biodiversità, la disponibilità di acqua, la produzione dell'energia e l'economia dipendono fortemente dal clima.

Secondo il Comitato Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), molte zone del pianeta saranno più calde: le previsioni entro il 2100 vanno da un aumento di temperatura globale di poco più di 1°C nello scenario più ottimista, a circa 6°C in quello più pessimista. Anche quella che può sembrare un piccolissima variazione della temperatura globale, può produrre effetti enormi e devastanti: siccità, inondazioni, uragani e altre forme estreme diventeranno più frequenti, minacciando la produzione e il rifornimento di cibo. Molte piante e animali non riusciranno ad adattarsi e moriranno. Il livello del mare si alzerà e costringerà centinaia di migliaia di persone che vivono nelle zone costiere a migrare.

### L'IPCC

L'IPCC (Intergovernmental Panel of Climate Change) è un gruppo scientifico intergovernativo di esperti sull'evoluzione del clima, stabilito nel 1988 dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale e dal Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP). La missione dell'IPCC è valutare le informazioni scientifiche, tecniche e socio-economiche necessarie per comprendere i fondamenti scientifici dei rischi legati al cambiamento climatico di origine umana, delineare più precisamente le possibili conseguenze di questo cambiamento ed elaborare eventuali strategie di adattamento e di attenuazione.

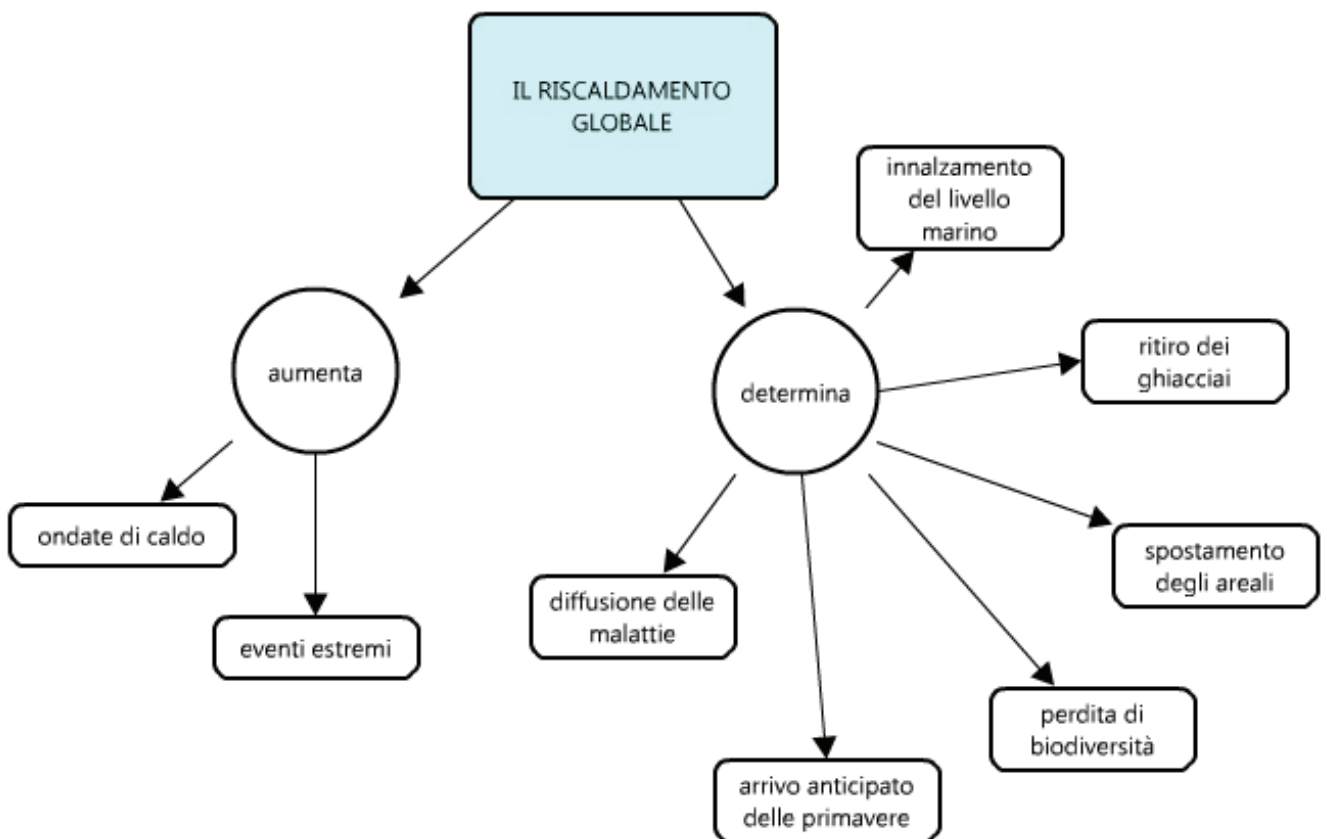
## Parole chiave

Riscaldamento globale, atmosfera, effetto serra, gas serra, clorofluorocarburi, combustibili fossili, idrocarburi, biomassa, potenziale di riscaldamento globale, IPCC.

## EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Le variazioni del clima influenzano la vita delle specie animali e vegetali. Le temperature estreme, le forti precipitazioni, la siccità modificano la capacità degli individui di sopravvivere o riprodursi. Nuove condizioni climatiche possono influenzare lo sviluppo dei fiori, l'impollinazione o la germinazione delle piante, la nascita, l'allevamento della prole e la mortalità degli animali.

Secondo le previsioni dei ricercatori, i cambiamenti climatici oggi in atto avranno effetti su scala molto vasta: innalzamento del livello del mare, desertificazione, riduzione dei ghiacciai perenni, fenomeni meteorologici estremi (siccità prolungata, precipitazioni eccessive). Inoltre, causeranno la diminuzione della biodiversità in ecosistemi delicati come la barriera corallina o in ambienti estremi (in particolare nelle regioni polari) e determineranno la migrazione di specie vegetali e animali, portando all'estinzione di specie autoctone. Le previsioni indicano anche una riduzione del periodo vegetativo nell'Europa meridionale, in quanto le stagioni estive saranno più secche, mentre nel Nord Europa il periodo vegetativo sarà più lungo e boschi e foreste saranno maggiormente soggetti a incendi.



Il riscaldamento globale. Mappa concettuale

Anche gli organismi patogeni sono influenzati dal clima: inverni miti e estati calde possono fare aumentare l'attacco di germi e parassiti. Le variazioni dell'ambiente abiotico possono influenzare la manifestazione di malattie gravi in tre modi principali: indebolendo l'ospite, fornendo condizioni favorevoli al germe patogeno e influenzando il comportamento del vettore.

L'aumento della temperatura planetaria potrebbe estendere l'habitat di insetti vettori di malattie umane,

come la malaria, a regioni abitate da popolazioni non immunoresistenti a tali malattie; anche la coltivazione nelle zone temperate potrebbe risentire dell'azione degli insetti, solitamente uccisi dalle basse temperature invernali che, in condizioni climatiche più miti, potrebbero sopravvivere e riprodursi.

### Approfondimenti

Per *condizioni di esistenza* si intendono quelle condizioni ambientali che consentono la vita e la diffusione di una specie. Le condizioni di esistenza nella biosfera sono notevolmente influenzate dalle modalità con cui l'atmosfera, l'idrosfera e le terre emerse interagiscono tra loro. Si parla di *spazi azoici* quando mancano le condizioni adatte alla vita (come gli strati profondi del terreno o i laghi a concentrazione salina elevatissima).

Le esigenze delle singole specie sono diverse. Per ciascun fattore ambientale, ogni specie presenta un optimum vitale, un minimo e un massimo, che rappresentano gli estremi tollerabili per la vita, lo sviluppo e la riproduzione. I limiti entro i quali una specie può svolgere la sua attività rappresentano la sua *valenza ecologica*. Viene detto *fattore limitante* tutto ciò che determina la possibilità di sopravvivenza di un certo organismo in un dato ambiente. Si è visto che lo sviluppo delle piante viene condizionato, fra gli elementi essenziali, da quello che è disponibile in minore quantità (legge del minimo di Liebig, 1840). Ad esempio, la resa dei raccolti è spesso limitata non tanto da biossido di carbonio e acqua, necessari in grande quantità, ma dalla presenza o assenza di qualche elemento raro, come lo zinco. I principali fattori *abiotici* sono: la temperatura, la disponibilità di nutrimento, la presenza di luce (fotosintesi), di ossigeno, di sostanze inorganiche, di acqua.

**L'acqua** (cicli vitali, fotosintesi, traspirazione) risulta il massimo fattore limitante, proprio per la necessità di reperirla. È una risorsa limitata a causa dell'aumento del fabbisogno umano e perché spesso, dopo il suo utilizzo, viene restituita all'ambiente in gran parte inquinata. La dissalazione (per osmosi inversa) ha costi elevati ed è applicabile solo in paesi come l'Arabia Saudita, che dispongono di petrolio e denaro. L'irrigazione condotta in modo inadeguato, provoca la *salinizzazione*: dove il suolo ha scarse capacità di drenaggio, l'acqua in eccesso evapora, depositando i sali minerali in essa disciolti.

## Effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità agraria e sul cibo

Come sappiamo, non esiste un quadro chiaro di come cambierà il clima, ma è ormai evidente che questi cambiamenti avranno un impatto significativo sull'agricoltura, la silvicoltura e la pesca. Secondo le previsioni più catastrofiche, un quinto della popolazione mondiale soffrirà la fame e milioni di persone saranno costrette ad abbandonare le loro terre a causa del caldo, della siccità e dell'aumento del livello del mare.

Nell'ultimo secolo la temperatura sulla superficie terrestre è aumentata di 0.74 gradi. Non sembra molto, eppure un cambiamento così piccolo mette in pericolo la sopravvivenza di piante e animali essenziali al futuro e al benessere dell'umanità.

Solo negli ultimi anni si è cominciato ad avere un quadro più preciso di quali saranno le conseguenze dei cambiamenti climatici sull'agricoltura mondiale nei prossimi 50 anni.

Un recente studio effettuato da Bioversity International in collaborazione con l'IRRI (International Rice Research Institute) sugli effetti dei cambiamenti climatici sulle 23 maggiori coltivazioni alimentari e da esportazione dimostra che più della metà di esse - tra cui grano, segale e avena - perderanno terreno utile per la coltivazione.

La perdita di terreno coltivabile sarà maggiore e più intensamente sentita nei paesi dell'Africa Sub-sahariana e dei Caraibi, economie agricole già provate da siccità, desertificazione e salinizzazione dei suoli. Inoltre, in queste regioni, il nutrimento e il reddito di più del 70% della popolazione dipendono dall'agricoltura.

Secondo il Quarto Rapporto dell'IPCC, la

### Desertificazione

Con questo termine si intende il progressivo deterioramento di praterie e terreni agricoli a causa dell'alterazione della copertura vegetale e la conseguente perdita dello strato di humus.

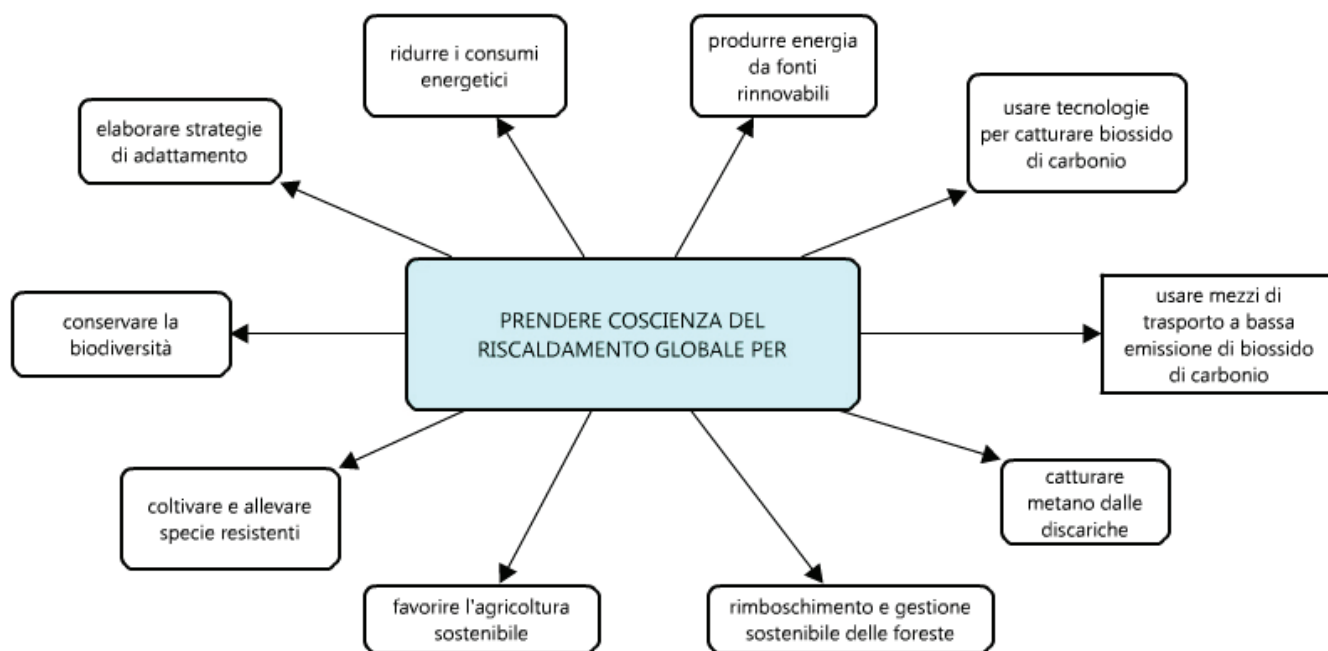
In seguito, i processi erosivi alterano la struttura del suolo e la capacità di ritenzione dell'acqua.

Nel 1934, le grandi pianure degli Stati Uniti centro-occidentali, normalmente asciutte, ventose e soggette a periodi di forte siccità, furono convertite all'agricoltura e all'allevamento, ma il pascolo eccessivo mise a nudo il suolo e in breve tempo lo strato più fertile fu portato via dal vento.

Successivamente con una massiccia irrigazione e metodi agricoli, la situazione migliorò notevolmente.

Per quanto riguarda l'Africa, attualmente la desertificazione su larga scala è dovuta al pascolo eccessivo sulle terre a minore produttività (o terre marginali).

In un futuro prossimo, le regioni interessate alla desertificazione saranno le aree temperate mediterranee, caraibiche e centro-asiatiche, con una forte diminuzione della disponibilità di acqua per l'irrigazione e per le necessità idriche. Al contempo, l'innalzamento del livello dei mari potrebbe sommergere molte isole oceaniche basse come quelle del Pacifico, l'Olanda, buona parte del Bangladesh e i paesi rivieraschi compresi quelli italiani; non va inoltre sottovalutata la possibilità di intrusione di acque salmastre nelle parti terminali delle falde acquifere.



Azioni per combattere il riscaldamento globale. Mappa concettuale

produzione di cibo in Africa potrebbe dimezzarsi entro il 2020. Uno studio dell'Università di Stanford suggerisce che la produzione di mais potrebbe diminuire del 30% nei prossimi venti anni, mentre la produzione di altre colture fondamentali come il miglio e il riso diminuirebbe almeno del 10%.

### La biodiversità agraria per mitigare gli effetti del cambiamento climatico

Al contrario di quanto si pensa comunemente, la soluzione al riscaldamento globale non consiste solo nella riduzione delle emissioni di gas serra o nella compensazione per le emissioni di gas nocivi. Una delle strategie per far fronte al complesso problema del cambiamento climatico sta difatti, come sottolineato recentemente anche dall'IPCC, nell'investire in soluzioni che permettano ai paesi di adattarsi all'impatto che questi mutamenti avranno. Tra le strategie di adattamento, **la conservazione e l'uso della biodiversità agraria** sono uno strumento indispensabile per garantire agli agricoltori la capacità di adeguarsi alla mutevolezza del clima.

La diversità delle colture, e in particolare il patrimonio genetico delle varietà selvatiche dalle quali derivano, può essere di enorme aiuto in questo: i progenitori delle colture moderne, infatti, sono depositari di alcuni tratti genetici che possono essere utilizzati nella selezione di nuove varietà colturali in grado di adattarsi ad un clima più secco o a piogge irregolari.

Purtroppo, mano a mano che la biodiversità si riduce, diminuiscono anche le opportunità di farvi ricorso per mitigare gli effetti dei mutamenti climatici sull'agricoltura. Allo stato attuale, si

#### Importanza della variabilità genetica

Una specie che ha subito una forte diminuzione del numero di individui tale da essere considerata in pericolo di estinzione può andare incontro alla perdita di una notevole quantità della variabilità genetica della popolazione originale con le seguenti conseguenze:

- riduzione della capacità riproduttiva della popolazione
- aumento dell'omozigosi ed espressione di alleli deleteri
- incapacità della specie di rispondere rapidamente alla selezione.

È importante preservare la diversità genetica poiché se essa va perduta, la specie riduce la capacità di evolversi con la variazione ambientale futura.

Negli anni '70 le risaie dell'India e del Sud Est asiatico furono danneggiate da un virus: analizzando 1.700 campioni di riso selvatico e riso coltivato fu trovato, nella pianta selvatica *Oryza nivara*, che cresce nel distretto di Gonda nello stato indiano dell'Uttar Pradesh, un gene in grado di rendere la specie resistente a questo virus. Il miglioramento genetico delle piante coltivate di riso ha inoltre portato ad un aumento del raccolto (si veda il modulo *Biodiversità agraria e alimentazione*).



ipotizza che circa un quarto delle specie selvatiche di patate, fagioli dall'occhio e arachidi si estingueranno prima del 2055.

Non sappiamo con esattezza di cosa l'agricoltura – ed i quasi due miliardi di piccoli agricoltori che nel mondo dipendono da essa – avrà bisogno tra venti o cinquanta anni. Conosciamo però il valore delle risorse che abbiamo ora e sappiamo che la risposta alle sfide poste dai cambiamenti climatici può essere trovata nella diversità di colture e specie selvatiche che abbiamo a disposizione oggi.

I cambiamenti climatici non si possono fermare. Possiamo però limitare i danni, pensando concretamente a come adattarci a tali variazioni: **conservando in situ ed ex situ la biodiversità agraria** (si veda il modulo *Biodiversità e alimentazione*), **potenziando le ricerche biotecnologiche per ottenere piante che resistono ai parassiti, alla siccità e ai suoli salati, difendendo le colture locali più rispondenti al clima, risparmiando energia, acqua e altre risorse, praticando la silvicoltura, conservando boschi e foreste, riducendo e riciclando i rifiuti.**

## Parole chiave

Desertificazione, agenti patogeni, adattamento, biodiversità agraria, progenitori selvatici, Africa Sub-sahariana, Caraibi, perdita di terre adatte alla coltivazione.

## ATTIVITÀ

- Studio della qualità dell'aria in città
- Studio di grafici sull'aumento di CO<sub>2</sub>
- Costruzione di un climatogramma
- Calcolo del contributo di CO<sub>2</sub>
- Misura dell'acidità della pioggia

## POSSIBILE USO DIDATTICO

**Materie coinvolte:** Italiano, matematica, informatica, scienze, geografia astronomica, diritto, lingua straniera (inglese), laboratori scientifici (laboratorio di chimica), laboratorio di informatica.

## BIBLIOGRAFIA

Bentivogli, D, Boschi, M.P (2007), *Codice ambiente*, Cappelli

Bioersity International (2008), "Adapting agriculture to climate change", *Annual report 2007*, pp. 2-4

Chapman, J.L., Reiss, M.J. (1994), *Ecologia. Principi e applicazioni*, Zanichelli

CTA (2008), "Climate change", *Spore*, Special Issue, Agosto

Fanfani, A. (1997), *Principi di conservazione della natura*, Scientifica internazionale

Gore, A. (2008), *La terra in bilico*, Bompiani, Milano

Lupia Palmieri, E., Parotto, M. (2007), *Geologia dei pianeti il clima che cambia*, Zanichelli

Lupia Palmieri, E., Parotto, M. (2008), *Il globo terrestre e la sua evoluzione*, Zanichelli

Murelli, V. (2008), "Filippo Giorgi racconta di nuvole, ghiacci e CO<sub>2</sub>", *Linx Magazine*, n.01, gennaio

Pasini, A. (2003), *I cambiamenti del clima: meteorologia e clima simulato*, Milano, Mondadori

Primack, R.B., Carotenuto, L. (2003), *Conservazione della natura*, Zanichelli

Rondinini, C. (2009), "Diversità da proteggere", *Linx Magazine*, n.02, gennaio

Ruddiman, W. (2007), *L'aratro, la peste, il petrolio. L'impatto umano sul clima*, Milano, Università Bocconi

Starr, C. (2006), *Biologia. Gli organismi e l'ambiente*, Garzanti

## SITOGRAFIA

[http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/index\\_it.htm](http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/index_it.htm)

<http://www.caerenet.it/oasiwwf/index.html>

<http://www.cmcc.it> (Centro Euro-Mediterraneo per i cambiamenti climatici)

<http://www.conservationmagazine.org>

<http://www.eurosolar.org/home.html>

<http://www.windpower.dk/core.html>

<http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/>

<http://www.ictp.it>

<http://www.ipcc.ch>

<http://www.naturalia.com>

<http://www.sapere.it>

<http://www.saperescuola.it>

<http://www.terrambiente.org>

<http://www2.slac.stanford.edu/vvc/cosmicrays/crsun.html>

<http://www2.slac.stanford.edu/vvc/cosmicrays/cratmos.html>