

Piante

Introduzione

I botanici, gli scienziati che studiano le piante, hanno individuato e descritto più di 3.500 tipi di piante, ma ce ne sono molte altre!

Le piante hanno forme e dimensioni diverse, alcune sono così piccole che si possono vedere solo al microscopio, mentre altre sono così alte che a stento si riesce a individuarne la chioma; molte hanno fiori coloratissimi, altre non ne hanno.

Esiste una così grande varietà di piante perché vivono in ambienti diversi sulla Terra: nell'acqua, in fitte foreste o in ampie pianure, in climi freddi o deserti roventi. Da milioni di anni hanno dovuto e saputo adattarsi al loro ambiente. Le piante forniscono gran parte dell'ossigeno che gli animali e gli uomini respirano e gran parte del cibo che essi mangiano.

Il Regno vegetale

Le alghe

Le alghe sono quegli organismi vegetali che compiono la fotosintesi clorofilliana ma che, a differenza delle piante, presentano un corpo poco differenziato, detto tallo, e organi riproduttori molto semplici. A causa dell'assenza di radici e vasi l'assorbimento dei nutrienti e gli scambi gassosi avvengono su tutta la superficie dell'alga. La riproduzione delle alghe avviene con due differenti modalità, come per tutti gli altri organismi vegetali: quella sessuata e quella asessuata. Nella riproduzione asessuata si osserva una produzione di cellule che si sviluppano da un individuo dando luogo ad un nuovo individuo. La riproduzione sessuata prevede invece la fusione di gameti femminili con quelli maschili. Da questa unione si origina un individuo simile ai genitori ma che presenta caratteristiche genetiche intermedie tra i due e non è perciò identico a uno di essi, come avviene invece nella riproduzione asessuata. Generalmente le alghe vengono suddivise, secondo il tipo di clorofilla e di pigmenti presenti, in Alghe Verdi, Brune, Rosse.

Le Alghe Verdi

Le Alghe Verdi sono caratterizzate da un colore verde brillante e sono presenti in circa 7000 specie. La loro struttura è molto varia e possono essere formate da una sola cellula o presentare un tallo molto differenziato. Per la presenza di clorofilla sono solitamente presenti nelle zone superficiali a maggiore illuminazione, dove possono utilizzare le radiazioni del rosso che scompaiono a maggiori profondità. Ciò nonostante l'alga che è stata trovata a maggiore profondità è proprio un'alga verde. *Halimeda copiosa* è l'equivalente tropicale dell'alga moneta del Mediterraneo. Ad alto tenore calcareo il suo "scheletro" forma frammenti sottili che costituiscono il tipo più comune di sedimento su molti reef.

Le Alghe Brune

Le Alghe Brune presentano circa 1500 specie e sono quasi esclusivamente marine. Hanno una colorazione bruna, gialla o dorata a causa della presenza di pigmenti differenti dalla clorofilla: i carotenoidi. A volte il tallo può essere ricoperto da un sottile strato di calcare (carbonato di calcio) che rende l'alga riconoscibile per la colorazione biancastra. Tra le alghe brune ricordiamo *Padina boerigesenii* dei Caraibi, che forma ciuffi di lamine fogliari che ricordano vagamente dei ventagli. La colorazione a bande varia dal giallo al verde e al bruno, con iridescenze brillanti verde-azzurro; il margine superiore è spesso più chiaro.

Le Alghe Rosse

Le Alghe Rosse, sono un gruppo di alghe che presenta un particolare pigmento cellulare: la ficoeritrina, responsabile della colorazione rossastra. Ne esistono circa 4000 specie e sono particolarmente abbondanti nelle acque calde e temperate. Per la presenza di questo pigmento sono in grado di effettuare la fotosintesi anche a grandi profondità ma non per questo disdegnano le zone superficiali, dove è facile osservare specie come la Rosa di Mare.

Le briofite

Poco dopo la conquista delle terre emerse, le piante si differenziarono in: briofite, che comprendono epatiche, antocerote

e muschi, e piante vascolari, cioè tutte le piante superiori. La struttura delle briofite è molto semplice ed è costituita da individui generalmente lunghi meno di 20 cm. Le briofite non hanno radici, ma possiedono rizoidi, cioè cellule allungate o filamenti di cellule, con cui si attaccano al substrato. Molte briofite hanno strutture simili alle foglie, costituite da pochi strati di cellule, con cui effettuano la fotosintesi. Poiché sono prive di radici per assorbire l'acqua, devono prelevare l'umidità attraverso strutture aeree, quindi crescono di preferenza in zone umide e ombrose e nelle paludi. Nelle briofite manca un tessuto vascolare diviso in xilema e floema. I liquidi, quindi, circolano attraverso cellule centrali allungate. Le briofite sono costituite da gametofiti aploidi che rappresentano la generazione dominante. Sulla parte più alta di alcune foglioline si formano gli anteridi, che producono le cellule germinali maschili, e gli archegoni, che invece producono le cellule uovo. Il gamete maschile nuota nelle goccioline di acqua spinto da due flagelli. Lo sporofito cresce sul gametofito e termina con una capsula in cui avviene la meiosi. Quando la capsula si apre, attorno alla sua apertura, si formano dei denti. I denti rimangono piegati verso le spore appena formate fino a quando l'atmosfera è secca. Quando, invece, c'è umidità i denti si raddrizzano per igroscopia aiutando la dispersione delle spore nell'aria, trovando condizioni ottimali per la germinazione.

Le felci

Sono piante con foglie grosse, chiamate fronde, non producono semi e hanno sempre bisogno dell'acqua per la fecondazione. Per questo motivo si trovano generalmente nelle foreste umide e ombreggiate e nelle zone paludose. Sulla pagina inferiore delle foglie dello sporofito si possono facilmente osservare organi sferoidali chiamati sori, al cui interno si trovano le spore. Queste possono essere tutte delle stesse dimensioni oppure differenti (microspore e macrospore) e, germinando, possono dare vita a gametofiti diversi (gametofito maschile e femminile). I gametofiti, spesso, generano un unico tipo di gametofito di pochi centimetri, che vive a contatto con l'acqua. I gametofiti hanno spesso la forma simile ad un cuore e un solo strato di cellule contenenti clorofilla. Gli archegoni e gli anteridi si trovano in zone separate e avvolgono i gameti. Negli anteridi si trovano tantissimi spermatozoi pluriflagellati, che se vi è sufficiente umidità, escono e si dirigono per chemotropismo verso gli archegoni. All'inizio il giovane embrione si nutre a spese del gametofito che degenera. Alcune felci riescono a raggiungere anche i 20 metri di altezza e ad avere un portamento simile a quello degli alberi.

Spermatofite

Le spermatofite si suddividono a loro volta in gimnosperme ed angiosperme. Il nome Angiosperme deriva dai termini greci: angeion, "vaso" e sperma, "semi". Il nome sta a significare che in queste piante i semi non sono "nudi", come nelle Gimnosperme, ma racchiusi all'interno di una particolare struttura, l'ovario, che li protegge dall'ambiente esterno. Le differenze fra le Angiosperme e le Gimnosperme sono, in genere, molto evidenti.

Ecco, in sintesi, le più importanti:

- le Angiosperme comprendono, oltre a molte specie legnose o arbustive, anche molte specie erbacee (assenti nelle Gimnosperme);
- i cotiledoni (ovvero gli apparati che contengono le riserve di cibo per nutrire l'embrione della pianta) sono di regola numerosi nelle Gimnosperme e in numero ridotto nelle Angiosperme (normalmente uno nelle monocotiledoni e due nelle dicotiledoni);
- le foglie, infine, sono generalmente piccole e sottili nelle Gimnosperme (foglie aghiformi o squamiformi), mentre nelle Angiosperme sono più o meno grandi e, in genere, a lamina espansa e con nervature reticolate o parallele.

Angiosperme

Le Angiosperme comprendono circa 220.000 specie (più della metà delle piante superiori conosciute) e la loro classificazione è molto articolata e complessa e non ancora perfettamente definita. Anche le angiosperme si possono a

loro volta suddividere in due grandi gruppi: le dicotiledoni e le monocotiledoni. I caratteri che differenziano le dicotiledoni dalle monocotiledoni sono, in genere, abbastanza evidenti e peculiari. Le dicotiledoni possiedono due cotiledoni (raramente anche 1, 3 o 4), le monocotiledoni ne possiedono uno solo (o a volte nessuno). Altre caratteristiche comuni agli organismi appartenenti alle angiosperme sono la presenza di fusto, foglie e radici e la produzione di fiori, frutti e semi. Il modo di presentarsi ("*habitus*") può essere erbaceo o legnoso. Le piante erbacee possono essere annuali, biennali e perenni. Nelle prime il ciclo vegetativo e riproduttivo si svolge nell'arco di un anno, nelle seconde si accumulano le riserve nel corso del primo anno, mentre la fioritura e la fruttificazione occorrono nel corso del secondo, dopodiché la pianta muore. Nelle piante erbacee perenni la fioritura avviene ogni anno. Le legnose sono tutte perenni e si suddividono in arbustive ed arboree. Le prime sono caratterizzate da altezza non elevata e da ramificazioni inserite nella parte basale della pianta; gli alberi raggiungono altezze anche notevoli e presentano un fusto ramificato. In realtà la distinzione fra alberi e arbusti non è sempre facile poiché molte piante possono avere portamento diverso secondo le condizioni ambientali in cui vivono.

Gimnosperme

Le gimnosperme comprendono circa 750 specie. Tra le gimnosperme troviamo gli alberi più alti esistenti sulla Terra, come ad esempio le sequoie che possono raggiungere 100 metri di altezza. Tra le gimnosperme troviamo anche le conifere (parole che significa "portatrici di coni"). Tra queste troviamo i pini, gli abeti, i larici, i cedri del Libano, i cipressi e i ginepri. La maggior parte delle conifere sono piante sempre verdi con foglie a forma di ago o ridotte a piccole squame.

Fotosintesi

Tutti gli esseri viventi sono costituiti in gran parte da molecole organiche (zuccheri, grassi, proteine, ecc.), che vengono fabbricate a partire da altre molecole (processo di sintesi). Le piante, però, si differenziano dagli animali perché utilizzano molecole di partenza di tipo diverso. Infatti, le piante verdi costruiscono le sostanze organiche che costituiscono il loro corpo, utilizzando un numero limitato di sostanze inorganiche che trovano nell'ambiente, come l'anidride carbonica (presente nell'aria, l'acqua ed alcuni ioni inorganici (nitrati, solfati, ed altri che trovano nel terreno). In particolare, le piante verdi riescono ad utilizzare l'energia solare per trattenere e trasformare in molecole organiche il carbonio presente nell'atmosfera sotto forma di anidride carbonica. Questo processo prende il nome di fotosintesi ed è tipico degli organismi autotrofi. Tutti gli altri organismi che non sono in grado di portare a termine il processo di fotosintesi, come gli animali e l'uomo, sono detti organismi eterotrofi. Gli organismi eterotrofi possono sintetizzare le molecole di cui è costituito il loro corpo solo a partire dalle molecole organiche contenute negli alimenti (vegetali o animali). Le specie vegetali rappresentano, pertanto, un elemento fondamentale per l'equilibrio naturale e per la vita di altre specie viventi.

Immobili ma vitali

Se esaminiamo il modo in cui le piante si nutrono, possiamo capire il perché dei particolari caratteri distintivi di questo regno. Le piante, infatti, sono immobili, occupano spesso grandi spazi sia aerei (con rami e foglie) sia del sottosuolo (con le radici), in alcuni casi non hanno limiti specifici alla loro crescita, sono dotate di un'elevata capacità di adattamento agli stimoli esterni. L'immobilità delle piante deriva dal fatto che il loro nutrimento è distribuito in modo abbastanza omogeneo nell'atmosfera (anidride carbonica), nel suolo e nell'acqua (ioni inorganici), rendendo inutili gli spostamenti. Proprio per questo motivo, non avendo possibilità di spostarsi, le piante hanno sviluppato un'elevata adattabilità alle condizioni di vita esterne. Inoltre, poiché le piante assorbono gli elementi nutritivi attraverso foglie e radici, maggiore è la superficie di contatto tra la pianta e l'ambiente (e quindi lo spazio occupato), maggiore è la quantità di elementi assorbiti utili alla crescita. E questo è il motivo per cui le piante, a differenza degli animali e dell'uomo, tendono ad aumentare le loro dimensioni senza un limite di tempo preciso (proprietà chiamata "**accrescimento indefinito**")

La regolazione del clima terrestre

La vegetazione esercita una forte influenza sul clima di tutta la Terra e sulla composizione dell'atmosfera attraverso l'attività di fotosintesi. Grazie a questo processo le piante assorbono anidride carbonica (CO₂) dall'atmosfera, trattengono

il Carbonio (C) per costruire molecole organiche e rilasciano ossigeno (O). Data l'estensione della vegetazione sulla Terra, le quantità di ossigeno e anidride carbonica che entrano in questo processo sono gigantesche: ogni anno la fotosintesi delle piante libera circa 70 miliardi di tonnellate di ossigeno e consuma una quantità di anidride carbonica dello stesso ordine di grandezza. Grazie alla fotosintesi, le piante contrastano i numerosi processi di ossidazione (ad esempio la combustione per produrre energia che avviene in tutti i corpi degli esseri viventi, oppure le combustioni dei processi industriali e dei motori delle macchine) e utilizzando l'ossigeno presente nell'aria e, restituendo anidride carbonica, provocano la diminuzione della concentrazione in atmosfera del primo e aumentano quella della seconda. Agendo in questo modo, le piante compiono una funzione vitale per la presenza della vita sulla Terra: stabilizzare la composizione di gas dell'atmosfera. Inoltre, la stabilizzazione della composizione ha una importante influenza sulla determinazione della temperatura e umidità atmosferica; ma per un approfondimento su questo tema rimandiamo alla sezione "ARIA" del sito.

Piante come fonte di energia

Attualmente gran parte del fabbisogno energetico dell'umanità è fornito da prodotti che hanno origine vegetale. I combustibili fossili (carbone, petrolio, gas naturale), infatti, si sono formati in seguito alla parziale decomposizione di organismi – in prevalenza vegetali – vissuti più di cento milioni di anni fa. Quando la benzina brucia nel motore della macchina o quando il metano brucia nel fornello di cucina si libera un po' dell'energia solare catturata dalle piante in epoche remote, attraverso la fotosintesi. Tra i vari combustibili, non bisogna dimenticare la legna, attualmente non più utilizzata nei Paesi industrializzati, ma che rappresenta ancora una delle principali fonti di energia per uso domestico (cucina e riscaldamento) nei Paesi in via di sviluppo.

Le piante nel mondo

I principali fattori che condizionano la distribuzione di una specie vegetale sono le condizioni climatiche (in particolare l'esposizione al sole, la temperatura e disponibilità di acqua) e le caratteristiche del suolo. Inoltre, non è trascurabile l'influenza degli altri organismi viventi che abitano nello stesso ecosistema (animali erbivori, insetti, altre specie vegetali, ecc.). Ma spesso la sola analisi dei precedenti fattori difficilmente spiega i motivi per i quali una specie è presente in un determinato luogo e non in un altro simile. Infatti, una specie può diffondersi in un determinato ambiente anche per un evento occasionale: ad esempio, molte specie artiche che crescono nelle Alpi, vi sono arrivate durante le glaciazioni, quando il clima di tutta l'Europa offriva loro condizioni favorevoli. Una volta ritirati i ghiacciai, esse si sono estinte dappertutto salvo che sulle cime delle montagne, dove hanno continuato a trovare un ambiente adatto alla loro sopravvivenza. In altri casi, il fattore casuale è rappresentato dall'uomo che, nel corso delle sue migrazioni e attraverso il commercio, ha favorito la diffusione di numerose specie in ambienti diversi da quelli di origine.

I pionieri della vita

La paleontologia è la scienza che studia gli antichi esseri viventi, la loro origine e la loro evoluzione. Questo studio viene fatto prendendo in esame i resti animali e vegetali che vissero nelle epoche passate e che ritroviamo oggi come fossili all'interno delle rocce sedimentarie. Gli organismi primitivi avevano forme molto semplici e piccole, per cui non sono riusciti a trasformarsi in resti fossili. I resti fossili più antichi finora rinvenuti risalgono a circa 3 miliardi di anni fa. In che modo si sono originati i primi organismi viventi? Nel periodo precedente la comparsa della vita, il paesaggio terrestre era dominato da vulcani attivi, un grigio oceano senza vita e una atmosfera assai turbolenta. L'oceano riceveva sostanze organiche dalla terra ferma, dall'atmosfera e dalla caduta di meteoriti e comete. Ed è l'oceano il posto in cui sostanze come l'acqua, l'anidride carbonica, il metano e l'ammoniaca hanno reagito chimicamente producendo zuccheri, amminoacidi e grassi. Queste molecole costituiscono la materia prima per la formazione di proteine e acidi nucleici, che sono i composti alla base di ogni organismo vivente.

Una storia in milioni di anni

La storia della Terra viene suddivisa in 5 Ere: Archeozoica o Precambriano, Paleozoica o Primaria, Mesozoica o

Secondaria, Cenozoica o Terziaria, Neozoica o Quaternaria. In ciascuna di esse fanno la loro comparsa delle specie vegetali.

Archeozoico

L'Era Archeozoica è quella più lunga: inizia 4,6 miliardi di anni fa e termina 530 milioni di anni fa. Secondo quanto testimoniato dai fossili risalenti a 3 miliardi di anni fa, gli organismi più antichi di cui si ha conoscenza sono alghe unicellulari, molto semplici ed eterotrofe. Circa due miliardi di anni fa, però, comparvero delle alghe verde - azzurro, autotrofe, e quindi capaci di produrre autonomamente, tramite la fotosintesi, le sostanze nutritive di cui avevano bisogno. Questo processo consentì la diffusione dell'ossigeno dal mare all'atmosfera e, di conseguenza, l'origine di organismi più complessi che si prepararono a conquistare la superficie terrestre.

Paleozoico

L'Era Paleozoica è chiamata l'Era della "vita manifesta" e dura 285 milioni di anni, da 530 milioni a 245 milioni di anni fa. Moltissimi eventi accaddero in questo periodo. Comparvero per la prima volta molti gruppi animali e vegetali, parecchi dei quali si estinsero nell'ambito della stessa Era. All'inizio del Paleozoico, la vita esisteva soltanto dentro o in prossimità degli oceani. Gli esseri viventi più diffusi erano trilobiti, crostacei, coralli e forme primitive di pesci. Le piante furono le prime forme di vita a diffondersi sulla terra ferma. Si svilupparono foreste enormi e paludose che, nel corso degli anni, diedero origine ai grandi giacimenti di carbon fossile attualmente sfruttati come risorsa energetica. Il paleozoico è anche conosciuto come l'era delle grandi estinzioni: ad un certo punto circa il 95% di tutti gli esseri viventi sulla Terra scomparve. Probabilmente, questo evento fu causato da intensi cambiamenti climatici e da forti eruzioni vulcaniche.

Mesozoico

L'Era Mesozoica dura 180 milioni di anni, da 245 milioni di anni fa fino a 65 milioni di anni fa. Mesozoico significa "vita di mezzo". Infatti, gli organismi viventi non avevano forme primitive come nel Paleozoico, ma nemmeno molto evolute. E' la cosiddetta "era dei rettili" per via della comparsa (ed estinzione) dei dinosauri. Gli organismi vegetali più diffusi erano gli alberi e le piante con semi e fiori. Il clima caldo favoriva l'enorme diffusione della flora, che garantiva grosse quantità di cibo ai dinosauri.

Cenozoico

Il Cenozoico va da 65 milioni di anni fa fino a 2 milioni di anni fa e corrisponde all'era dei Mammiferi. Infatti, con la scomparsa dei grandi rettili, foreste e pianure furono invase da questi animali. La flora e la fauna assunsero un aspetto simile a quelle attuali.

Neozoico

L'era Neozoica (che significa "vita nuova") è quella attuale in cui viviamo. E' in questa era, ancora giovane rispetto alle precedenti, che compare l'uomo. E in breve tempo l'uomo ha imparato a coltivare e sfruttare le piante per le proprie necessità, a ottenere specie sempre più produttive tramite incroci, e di recente anche ad intervenire geneticamente per creare artificialmente piante con caratteristiche particolari.

Le piante e l'uomo

Mangiare troppo o poco?

Le piante sono un cibo indispensabile per la sopravvivenza di tutti gli organismi viventi, uomo compreso. Nella sezione dedicata agli ecosistemi, infatti, abbiamo visto che sono alla base della piramide alimentare. L'agricoltura ha avuto inizio 7 - 8000 anni fa, quando gli uomini cominciarono a vivere in comunità stabili, abbandonando il nomadismo e affidando la produzione alimentare alle piante più adatte alle semine e mietiture periodiche. Nel corso del secolo scorso si è assistito ad uno sviluppo delle tecniche colturali tale da quintuplicare o quasi la resa delle produzioni agricole. L'aumento della disponibilità di alimenti è stato però molto diverso nelle varie nazioni e regioni del mondo. Nei Paesi in via di sviluppo, più di 800 milioni di persone soffrono ancora oggi di fame o denutrizione, mentre nei Paesi industrializzati sempre più persone sono ipernutrite o in sovrappeso. In entrambi i casi, lo squilibrio alimentare ha conseguenze negative sia sulla salute che sulla produttività umana.

Sviluppo dell'agricoltura

La flora è un bene essenziale per l'uomo in quanto risorsa rinnovabile e fonte di prodotti di base per il mondo agricolo e per diversi settori industriali e commerciali. Come molte altre risorse, però, per poterla utilizzare nel modo più efficiente l'uomo ha dovuto applicare lavoro e tecnologie a piante e terreno. Il risultato è stato lo sviluppo dell'agricoltura. Il compito fondamentale dell'agricoltura è di provvedere ad un progressivo incremento di produzione di alimenti e di materie prime (il legno e le fibre). Fino agli anni '50 dello scorso secolo, l'agricoltura si basava prevalentemente sul principio di conservazione della sostanza organica presente nel suolo che consente alle piante di crescere e riprodursi. Questo obiettivo era perseguito mediante l'osservanza di semplici regole tramandate di generazione in generazione, ad esempio la rotazione delle colture e la messa in riposo periodica dei terreni, oppure la concimazione del terreno con il letame. A partire dagli anni '50, la necessità di ottenere rese sempre più elevate e di maggiore qualità ha spinto i Paesi industrializzati a sviluppare un'agricoltura moderna sempre più dipendente da aiuti esterni (macchine, fertilizzanti, sistemi di irrigazione, fitofarmaci, ecc.) e ad elevata specializzazione colturale (monocolture).

Erbe e medicina

La medicina a base di erbe (fitoterapia) è la forma di cura del corpo più antica e più naturale. Essa comporta l'uso di piante o di parti di piante adatte a curare diverse malattie. Ancora oggi, in tutto il mondo, la maggior parte dei farmaci si basa su sostanze vegetali e molti prodotti di sintesi sono preparati riproducendo in laboratorio i principi attivi presenti nelle piante. Negli ultimi tempi si è diffusa la "floriterapia" per la cura di stress, disturbi alimentari, ansia ed insonnia. In special modo, vengono utilizzati i "Fiori di Bach". Si tratta di 38 essenze naturali estratte da fiori selvatici del Galles con proprietà curative.

Fibre naturali e sintetiche

Le piante sono per l'uomo fonte di importanti materie prime: le fibre tessili, la cellulosa (per la produzione della carta) e il legno. Trent'anni fa gli esperti erano convinti che tali risorse sarebbero scomparse, travolte dalla concorrenza dei materiali sintetici. In realtà, i prodotti naturali hanno conservato la loro quota di mercato e si prevede che riusciranno addirittura ad aumentarla nei prossimi decenni. Infatti, questi prodotti hanno l'immenso vantaggio di essere rinnovabili: a differenza delle moderne materie plastiche e fibre sintetiche, prodotte da risorse non rinnovabili (petrolio, carbone), essi non sono condannati all'esaurimento. Una piantagione di cotone ricresce anno dopo anno, così come una foresta si può rinnovare, seppure più lentamente, dopo il taglio degli alberi.

Impatti sugli ecosistemi

Deforestazione e conseguenze

Agricoltura significa anche sfruttamento delle foreste. I motivi che portano alla deforestazione sono molteplici: interessi commerciali per il legname, sfruttamento di giacimenti minerali, urbanizzazione e uso del territorio per l'agricoltura o per il pascolo. In molti Paesi poveri, purtroppo, il legno pregiato delle foreste è una delle poche ricchezze a disposizione per sviluppare l'economia. E spesso si assiste ad un'opera di deforestazione indiscriminata che arreca grossi danni all'ambiente e all'umanità.

Un utilizzo sostenibile delle risorse forestali prevede che vi sia almeno una valutazione di tutti i pro e contro prima di abbattere una foresta. Se si decide poi di abbatterla, si dovrebbe valutare l'opportunità di riforestare o gli stessi terreni o altri terreni, in modo da mantenere nel tempo invariata la quantità totale di foreste presenti sulla Terra.

- Gli effetti della perdita di intere foreste sono, infatti, particolarmente dannosi e, tra le altre cose, comportano:
- la perdita di biodiversità. Ad esempio, la foresta tropicale (una delle foreste maggiormente a rischio), contenendo oltre due terzi delle specie animali e vegetali del nostro pianeta, è un enorme serbatoio di diversità

genetica dal quale attingere per ottenere nuove colture, più produttive o di maggiore qualità, e principi attivi per nuovi farmaci;

- effetti negativi sul suolo. Una volta eliminata la copertura vegetale, diminuisce la fertilità dei suoli e aumenta la loro vulnerabilità all'azione erosiva dell'acqua e dei venti;
- aumento della concentrazione dell'anidride carbonica atmosferica. Grazie al processo della fotosintesi, la foresta costituisce un serbatoio naturale di assorbimento dell'anidride carbonica atmosferica;
- ripercussioni sul ciclo dell'acqua e, in alcune zone, pericolo di desertificazione;
- effetti sociali negativi e spesso irreversibili presso le comunità indigene che vivono dei prodotti degli ecosistemi forestali.

La distruzione delle foreste, in particolare quelle tropicali, ha assunto negli ultimi decenni una grande importanza a causa dei suoi effetti indiretti sul clima della Terra. Bruciare o tagliare gli alberi, lasciandoli sul posto a marcire, ha un duplice effetto: da un lato, si ha un rilascio di anidride carbonica dovuto alla combustione o ai processi di decomposizione, dall'altro si impedisce che gli alberi assorbano l'anidride carbonica dell'atmosfera restituendo ossigeno con il processo di fotosintesi. Inoltre, il suolo libero dalla copertura vegetale riflette maggiormente le radiazioni provenienti dal Sole, intensificando ulteriormente l'effetto serra. Attualmente, pur con grosse approssimazioni, si stima che le emissioni di anidride carbonica provocate dalla deforestazione e da cambiamenti di uso del suolo siano di circa 1,6 miliardi di tonnellate di carbonio annue, mentre quelle dovute ai processi di combustione siano circa 6 miliardi.

Incendi distruttori

Accanto alla deforestazione per l'utilizzo del legno da parte dell'uomo, gli incendi sono una delle maggiori cause della scomparsa del patrimonio forestale.

Annualmente sono interessati da questo fenomeno 10 milioni di ettari di foreste boreali, 2 di foreste temperate, 0,6 di foreste mediterranee, 40 di foreste tropicali e 10 miliardi di ettari di savana. Le cause di innesco sono principalmente il dolo (incendi volontari), il comportamento negligente (incendi involontari) e i fattori naturali (fulmini e altri ancora).

La facilità con cui un bosco brucia dipende da molti fattori: la tipologia del sottobosco, l'infiammabilità e la velocità di combustione della biomassa legnosa del bosco, le condizioni climatiche (ad esempio, nel nostro paese, così come in tutti i paesi del Mediterraneo, il picco di pericolosità si ha durante la stagione estiva), ed altri ancora.

La morte dei boschi

L'uomo può intaccare il patrimonio forestale in modo diretto con la deforestazione e gli incendi, ma anche in modo indiretto con alcune delle proprie attività produttive. Il deperimento, infatti, rappresenta un fenomeno di crisi degli ecosistemi forestali delle zone temperate, le cui cause sono da ricercare nell'inquinamento atmosferico, in particolare nell'effetto delle piogge acide e nei fenomeni di eliminazione o degrado delle aree boschive a seguito dello sviluppo incontrollato di attività turistiche.

Una condizione di stress prolungata può sfociare nella morte del bosco, in una riduzione della sua composizione specifica (riduzione del numero di specie vegetali ed animali) o semplicemente in una minore stabilità dell'ecosistema forestale.

L'uomo ha da molti anni compreso quale sia l'importanza di avere sulla Terra una quantità adeguata di foreste in salute. Per questo, sia a livello locale che mondiale, sono nate numerose organizzazioni che studiano il problema della deforestazione, propongono tecniche di sfruttamento "sostenibile" del patrimonio forestale e spesso si impegnano in prima persona a proteggere e curare i boschi esistenti o a ricostituire quelli persi.

Conservare le foreste

La consapevolezza dell'importanza di salvaguardare la flora, il numeroso e complesso mondo delle piante, è cresciuta in questo secolo. In particolare l'uomo ha capito che la biodiversità vegetale (ovvero le differenze che esistono tra le molteplici specie di piante) è probabilmente una delle maggiori risorse che il genere umano ha avuto in dono dalla natura. Fino ad oggi gli scienziati hanno catalogato più di 250 mila specie di muschi, felci, conifere e piante da fiore. Ma si calcola che potrebbero esserci oltre 50 mila specie non ancora documentate, soprattutto nelle remote e quasi sconosciute foreste tropicali.

Nel corso dell'ultimo secolo, gli ibridatori specializzati e le grandi ditte sementiere hanno utilizzato questo ricco patrimonio genetico per creare, in modo naturale attraverso opportuni "incroci" tra piante, ibridi e nuove varietà ad alto rendimento che hanno reso possibile la forte crescita della produttività dell'agricoltura moderna.

Molte delle specie selvatiche e ornamentali presenti in natura sono oggi conservate e tutelate nei 1600 orti botanici, disseminati in tutto il mondo. Inoltre, sono nate banche genetiche per le piante che attualmente custodiscono più di 6 milioni di campioni di sementi. Un giorno queste scorte di materiale potrebbero diventare utili per produrre nuove varietà di piante. Gli orti botanici e le banche genetiche sono strutture di conservazione indispensabili, ma preservano comunque una porzione assai ristretta di biodiversità delle piante rispetto a quella presente in natura. La biodiversità vegetale, infatti, può essere mantenuta con risultati certi solo proteggendo gli ambienti e gli ecosistemi dove le piante si sono evolute.

OGM

La rivoluzione genetica

Alla luce della crisi alimentare attuale, per aumentare la produzione agricola a livello mondiale, è possibile espandere la superficie coltivata, ma le aree ad oggi disponibili sono sempre meno: in Asia, ad esempio, il suolo coltivabile è già tutto utilizzato. In ogni caso, l'estensione di aree coltivabili consentirebbe un incremento della produzione agricola solo del 20%, con impatti ambientali sulle risorse naturali sempre più significativi. In alternativa sarebbe possibile intensificare la produzione stessa, introducendo tecniche ancora più invasive di quelle attualmente adottate, ma ciò porterebbe ad un aumento della produzione non superiore al 10%. Il contributo più significativo all'aumento della disponibilità dei prodotti agricoli sembra derivare, invece, dal miglioramento delle biotecnologie questo determinerebbe il 70% in più di produzione agricola mondiale.

Le biotecnologie, così come definite dalla Convenzione sulla Diversità Biologica nel 1992, non riguardano solo gli Organismi Geneticamente Modificati (OGM), ma un insieme di prodotti come i vaccini, le varietà migliorate, le piante micropropagate (ossia rese libere da virus).

L'applicazione delle tecnologie all'agricoltura deve avere come scopo principale la risoluzione dei problemi di fame e povertà nei paesi in via di sviluppo, consentendo di incrementare la produzione dei piccoli agricoltori locali, e deve rispondere a rigidi criteri legati alla biosicurezza, ossia alla salute dell'uomo, alla tutela della biodiversità e alla sostenibilità ecologica. Il Brasile, l'India e la Cina, paesi ad alto tasso di crescita, stanno attualmente ottenendo risultati avanzati nel campo delle biotecnologie agricole. Tra i paesi in via di sviluppo (PVS), invece, 23 paesi sono capaci di applicare le biotecnologie attraverso progetti di sviluppo; 14 sviluppano e applicano alcune biotecnologie. Grazie all'introduzione di varietà di colture ad alto rendimento, di prodotti chimici e di nuove tecniche di irrigazione, la cosiddetta "rivoluzione verde" degli anni '60 e '70 ha incrementato la produttività dei raccolti e ha aiutato milioni di persone a combattere fame e povertà.

Oggi però molti piccoli coltivatori non riescono ad andare oltre un'agricoltura di sussistenza e ogni giorno più di 854 milioni di persone, secondo le ultime stime della FAO, non hanno abbastanza da mangiare. Sono miliardi coloro che soffrono di carenze di oligoelementi, una forma insidiosa di malnutrizione dovuta ad una dieta squilibrata. E nei prossimi trent'anni ci saranno altri due miliardi di persone al mondo da nutrire – mentre le risorse naturali da cui dipende l'agricoltura diventano sempre più fragili.

OGM: favorevoli e contrari

L'uso delle biotecnologie in agricoltura, la "rivoluzione genetica", può dare una risposta a questi problemi?

Esistono due scuole di pensiero al riguardo che portano avanti negli ultimi decenni un dibattito a livello mondiale.

La "modificazione biologica" ad opera dell'uomo si perde nella notte dei tempi e può probabilmente essere ricondotta a quando i nostri antenati hanno cominciato ad usare microrganismi per fare il pane, il vino e il formaggio.

La moderna biotecnologia è stata resa possibile grazie all'applicazione di tecniche di biologia molecolare, che consistono nel "tagliare e incollare" i geni da una cellula all'altra.

E' proprio questo nuovo tipo di ingegneria genetica ad essere al centro della polemica in corso. I

suoi sostenitori affermano che è essenziale per combattere l'insicurezza alimentare e la malnutrizione nei paesi in via di sviluppo. Gli oppositori replicano che rischia di causare gravi danni all'ambiente, di aumentare la fame e la povertà e di aprire la strada al totale controllo delle grandi multinazionali sull'agricoltura tradizionale e sulla produzione alimentare.

Da un lato, ci sono valide argomentazioni a favore della modifica della composizione genetica delle colture alimentari.

Una produttività agricola intensificata e una minore variazione stagionale delle scorte potrebbero far incrementare la quantità e la varietà dei prodotti alimentari a disposizione.

Non solo, ma si potrebbero ottenere colture resistenti ai parassiti e alla siccità e ridurre così il rischio di perdere i raccolti a causa delle scarse precipitazioni e delle malattie. Si potrebbero, inoltre, migliorare le varietà vegetali con l'aggiunta di maggiori elementi nutritivi e vitamine per combattere le carenze alimentari che colpiscono così tanti poveri nel mondo.

Potrebbero essere coltivate le terre marginali, aumentando la produzione alimentare complessiva. La biotecnologia potrebbe, infine, consentire di ridurre l'uso di pesticidi tossici e di migliorare l'efficacia dei fertilizzanti e di altri correttori della composizione del suolo. Dall'altro lato, però, la valutazione scientifica degli effetti che l'ingegneria genetica applicata alle colture potrebbe avere sull'ambiente e sulla salute umana è ancora agli inizi e dovrà essere condotta caso per caso.

OGM contro la fame

La FAO, l'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura, sottolinea la necessità di garantire che gli eventuali vantaggi della biotecnologia in agricoltura siano condivisi da tutti, e non solo da pochi eletti. Gli agricoltori e i consumatori poveri dei paesi in via di sviluppo potrebbero trarne grandi benefici, ma finora, tranne in alcuni casi, nello sviluppo del settore "biotech" pare che i problemi dei poveri siano ignorati, a favore delle multinazionali.

Contrariamente alla "rivoluzione verde", introdotta con un programma internazionale di ricerca agricola pubblica avente lo scopo specifico di creare e trasferire tecnologie al mondo in via di sviluppo come beni pubblici gratuiti, la "rivoluzione genetica" è principalmente condotta dal settore privato, che punta allo sviluppo di prodotti commerciali destinati ad un vasto mercato.

Attualmente sono in atto programmi di ricerca biotech, sia privati che pubblici, su oltre 40 colture, ma esistono pochi grandi programmi pubblici, o privati, che affrontino i problemi dei piccoli agricoltori dei paesi poveri e, soprattutto, che investano in modo significativo nelle nuove tecnologie genetiche per le cosiddette "colture orfane", ad esempio il fagiolo dell'occhio, il miglio, il sorgo, che sono invece decisive per l'alimentazione e le condizioni di vita dei più poveri del mondo. Sono state trascurate anche le colture alimentari basilari per le popolazioni povere – grano, riso, mais bianco, patata e manioca. Si presta, inoltre, poca attenzione a caratteristiche delle coltivazioni biotech che potrebbero aiutare queste popolazioni – tolleranza alla siccità e alla salinità, resistenza alle malattie, maggiore valore nutritivo, per concentrarsi maggiormente sulla resistenza agli erbicidi. Le biotecnologie possono decisamente avere un grande potenziale nella lotta alla fame, ma ancora troppe questioni rimangono senza risposta.

Come rendere disponibili per il maggior numero di agricoltori nel maggior numero di paesi le tecnologie della rivoluzione genetica? Seguendo quale direzione di ricerca le biotecnologie potrebbero rappresentare un beneficio diretto per i poveri?

E chi metterà a punto nuove tecniche per la maggioranza dei paesi in via di sviluppo, troppo piccoli in termini di

potenzialità di mercato per attrarre grossi investimenti privati e troppo deboli dal punto di vista delle capacità scientifiche per sviluppare innovazioni proprie?

Come possiamo facilitare lo sviluppo e la diffusione internazionale di organismi transgenici sicuri e promuovere la condivisione della loro proprietà intellettuale per il bene pubblico?

Un'altra questione importante: come assicurare che i paesi, in particolare quelli con difficoltà finanziarie, riescano ad istituire adeguati sistemi di valutazione dei rischi per l'ambiente e la salute umana, sia prima che durante l'impiego delle biotecnologie? La FAO stima che gli investimenti in biotecnologie agricole nei paesi in via di sviluppo riguardino solo il 4% dei complessivi 3 miliardi di dollari investiti dalle 10 principali multinazionali nel mondo. I paesi in via di sviluppo dovrebbero dunque avere la possibilità di acquisire conoscenza e sviluppare autonomamente strumenti per utilizzare gli OGM a proprio vantaggio (e non a vantaggio del mercato dei paesi occidentali). Ma per fare ciò occorre la volontà politica, affinché l'1% del PIL agricolo dei paesi in via di sviluppo (e non l'attuale 0,1%) sia investito in ricerca per sviluppare OGM specifici per l'area geografica in esame.

Coltivazioni transgeniche nel mondo

Gli Organismi Geneticamente Modificati (OGM) rappresentano una delle più discusse biotecnologie ad oggi utilizzate in agricoltura per aumentare la produzione. Dal 1997 al 2007 la superficie mondiale coltivata con OGM si è decuplicata, passando da 11 a 114 milioni di ettari.

Le piante oggetto di modificazioni genetiche sono soprattutto mais, soia, colza, papaia, zucca e cotone. Tra i principali paesi in cui vengono coltivati OGM, gli Stati Uniti sono in testa, con il 50% della superficie globale coltivata ad OGM, seguiti da Argentina, Brasile e Canada. In Italia la coltivazione di OGM a scopi commerciali non è consentita, tuttavia l'Italia importa dall'estero OGM per soddisfare il proprio fabbisogno interno, come ad esempio dagli Stati Uniti, da cui provengono soia e mais transgenici che confluiscono nel 60% del nostro cibo.

Uno degli obiettivi delle coltivazioni **GM (Geneticamente Modificate)** è rappresentato dalla capacità della pianta GM di essere resistente agli erbicidi utilizzati per eliminare le piante infestanti, in modo tale che l'agricoltore possa applicare in modo diffuso il diserbante con la garanzia di non eliminare la propria coltura. Gli OGM più diffusi nel 2006 sono stati soprattutto soia (57%), mais (25%), cotone (13%) e colza (5%). Per la prima volta, sempre nel 2006, è stata coltivata negli USA l'erba medica (su circa 80 mila ettari).

L'intervento dell'ingegneria genetica ha permesso di modificare queste colture per conferire loro principalmente due caratteristiche: la resistenza agli erbicidi e la resistenza agli insetti.

Il 68% degli OGM coltivati sono stati "costruiti" in modo che siano in grado di sopravvivere all'irrorazione degli erbicidi, mentre il 19% determina la morte di quegli insetti che si nutrono della pianta stessa ("esprimendo" la proteina Bt, che attacca l'apparato digerente dei parassiti e ne determina la morte). Infine, il 13% degli OGM è composto da piante che presentano entrambi i caratteri di resistenza ad un erbicida o di resistenza ad insetti. La tendenza attuale della ricerca internazionale sembra essere maggiormente orientata verso la creazione di OGM resistenti a organismi patogeni, come i virus, più che agli erbicidi, e verso l'individuazione di geni portatori di qualità e resistenti a stress ambientali. Già prima dell'arrivo degli OGM, le principali industrie sementiere selezionavano, con metodi tradizionali (cioè per incroci successivi), le piante più adatte ad assorbire fertilizzanti o più resistenti ai pesticidi.

Brevettare un organismo vivente

Le leggi di molti paesi permettono di brevettare i semi GM trasformandoli, quindi, in un prodotto di proprietà dell'azienda. L'azienda che vende agli agricoltori i pacchetti "OGM-pesticida" guadagna, quindi, in tre passaggi diversi: nella vendita del pesticida, nella vendita della coltura transgenica resistente al pesticida e nell'applicazione dei diritti sul brevetto (royalties), che si concretizza con un sovrapprezzo rispetto alle sementi tradizionali. In particolare, l'azienda può esigere che gli agricoltori ricomprino i semi ogni anno, o che paghino i diritti sulla tecnologia della semente transgenica quando utilizzano una parte del raccolto precedente per la nuova semina.

D'altro canto i contadini non sono convinti che sia giusto riconoscere questi diritti speciali alle aziende che vendono i semi GM: è vero che esse hanno messo a punto delle caratteristiche nuove nei loro prodotti, ma è anche vero che la materia prima di partenza, il DNA delle specie viventi, è un patrimonio comune, frutto di centinaia di milioni di anni di evoluzione naturale e interazioni anche con l'uomo, specialmente con gli allevatori e i contadini di migliaia di generazioni. Da quando la Corte Suprema degli Stati Uniti, con una sentenza del 1980 riguardante il settore petrolifero, ha stabilito che un microrganismo che "mangiava il petrolio" poteva essere brevettato (il brevetto appartiene all'industriale Chakrabarty), come se fosse stato un ritrovato tecnologico "frutto dell'ingegno umano" e non un essere vivente, tutte le aziende sementiere, e poi agrochimiche, hanno cominciato a rivendicare diritti sulle piante ottenute in laboratorio, come se fossero semplici manufatti.

Fino all'arrivo degli OGM, ogni contadino poteva conservare una parte del raccolto per riseminare alla stagione successiva senza dover niente a nessuno. Diversamente, dal momento in cui un agricoltore decide di produrre con i semi "inventati" e brevettati dai biotecnologi di un'industria, ad ogni semina dovrà pagare una quota, anche se l'industria non fa più nessuno sforzo. Un po' come comprare una mucca, curarla ed alimentarla a proprie spese e dover pagare una tassa a chi ce l'ha venduta tutte le volte che la mungiamo.

In Europa non esiste una posizione di divieto alla coltivazione di OGM e gli Stati Membri possono decidere se destinare parte della propria produzione agricola agli OGM. La Direttiva 2001/18/CE stabilisce, quindi, le procedure di valutazione, valide all'interno dell'Unione Europea, a cui devono essere sottoposte le sementi per poter essere classificate nel Catalogo Comunitario e successivamente commercializzate all'interno dell'Unione Europea. La Spagna è al primo posto tra i paesi europei per la coltivazione di OGM, con 75 mila ettari di organismi geneticamente modificati, seguito dalla Francia con 22 mila ettari. In Italia, la coltivazione di OGM è destinata ai soli scopi di ricerca – e non commerciali – con particolare attenzione al mais (sperimentazione riprodotta nel 98% dei casi), seguito da pomodoro (48%), barbabietola (39%), melanzana e cicoria (10%). Tuttavia, la crescente domanda alimentare e il mancato investimento dell'Italia in ricerca e sviluppo di varietà di mais più produttive e più adatte alle esigenze italiane fanno sì che l'Italia diventi sempre meno autosufficiente per l'approvvigionamento di mais e soia, alimenti che vengono, quindi, importati da paesi produttori di OGM, con conseguente rincaro dei costi per il consumatore.

L'agricoltura sostenibile

Ritorno alle tradizioni

L'agricoltura sostenibile nasce in risposta ai problemi ambientali provocati dalla "rivoluzione verde" e dai suoi metodi produttivi ad alto impatto ambientale (intenso utilizzo di acqua, di pesticidi e fertilizzanti chimici). Proprio per evidenziare il contrasto tra questi due metodi produttivi, il movimento mondiale verso l'agricoltura sostenibile è stato definito "la vera rivoluzione verde".

Coltivare in modo sostenibile significa promuovere la biodiversità, tutelare l'ambiente, prediligere le produzioni locali, garantire il rispetto dei diritti umani dei lavoratori, tutelare le comunità e assicurare la sostenibilità economica del sistema agricolo senza dimenticare i piccoli produttori. Per poter arginare gli impatti ambientali delle moderne produzioni agricole e per poter quindi rendere l'agricoltura più sostenibile, una delle soluzioni adottate è il ritorno ai tradizionali metodi di coltivazione del passato, come, ad esempio, l'agricoltura biologica o quella conservativa. Allo stesso tempo, l'incontro tra saperi tradizionali e nuove filosofie, in un'ottica sostenibile, ha dato vita a nuove tecniche come l'agricoltura integrata e l'agricoltura biodinamica.

L'agricoltura biologica

Esistono vari metodi per poter coltivare in modo sostenibile e l'agricoltura biologica è uno di questi: si tratta di un metodo di produzione definito e disciplinato a livello comunitario dal Regolamento CEE 2092/91 e a livello internazionale dall'International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM Il metodo di produzione biologico rispetta l'ambiente perché non ricorre a prodotti chimici di sintesi, come pesticidi e fertilizzanti, bensì, contro i parassiti, usa

prodotti di origine naturale (rame, zolfo, estratti di piante) e, per fertilizzare il terreno, utilizza concimi naturali.

I prodotti dell'agricoltura biologica non sono, però, totalmente privi di residui di prodotti chimici di sintesi a causa della presenza nel suolo e nelle acque di inquinanti provenienti dai campi dove queste sostanze vengono utilizzate. Inoltre, l'uso di elementi presenti in natura, come il rame e i concimi, non esclude che vi sia danno per l'ambiente, ma almeno garantisce che le sostanze introdotte siano riconosciute dai microrganismi e biodegradate nel tempo: in natura, infatti, praticamente tutte le sostanze possono provocare un danno ad organismi viventi, ma quello che permette di identificare una sostanza come tossica è la quantità che provoca effetti dannosi in un dato ambiente. Come diceva Paracelso "È la dose che fa il veleno" e, finché le sostanze tossiche introdotte nell'ambiente possono essere smaltite e metabolizzate dagli organismi presenti, l'inquinamento resta contenuto. Altre caratteristiche proprie dell'agricoltura biologica riguardano: la rotazione delle colture, in questo modo, da un lato si impedisce ai parassiti di trovare l'ambiente favorevole al loro proliferare, e dall'altro si utilizzano in modo più razionale e meno intensivo le sostanze nutrienti del terreno; l'aratura superficiale; l'utilizzo di insetti utili per contrastare gli insetti dannosi per le coltivazioni; la presenza di siepi divisorie e alberi che danno ospitalità ai predatori naturali dei parassiti e fungono da barriera fisica a possibili inquinamenti esterni; il ricorso a fonti alternative di energia; l'assenza di Organismi Geneticamente Modificati (OGM); la coltivazione contemporanea di piante diverse. L'agricoltura biologica non è un sistema innovativo, infatti, prima dell'invenzione dei pesticidi e dei fertilizzanti chimici, era l'unica tipologia di coltivazione utilizzata al mondo! In molti dei paesi del mondo in cui la "rivoluzione verde" degli anni '60 non è arrivata, ancora oggi si coltiva in modo del tutto biologico! Basti pensare che l'80% dei coltivatori dei paesi in via di sviluppo non dovrebbero cambiare in alcun modo i loro sistemi di produzione se decidessero di essere certificati "biologici"!

Oltre che in questi paesi, che producono biologico senza certificazione, l'agricoltura biologica a livello mondiale è praticata in oltre 120 nazioni! Secondo le più recenti indagini, oltre 634 mila aziende agricole coltivano in modo biologico circa 31 milioni di ettari di terreno. Il continente con l'estensione maggiore di superfici coltivate a biologico, pari al 39% del totale mondiale, è l'Oceania; al secondo posto si colloca l'Europa (23%) seguita dall'America Latina (19%); in Asia, Nord America e Africa le superfici coltivate a biologico non sono molto diffuse. Le nazioni con maggiori superfici destinate al biologico sono l'Australia (con poco meno di 12 milioni di ettari), l'Argentina (3,1 milioni), la Cina (2,3 milioni), gli Stati Uniti (1,6 milioni) e l'Italia (1,07 milioni).

L'agricoltura integrata

L'agricoltura integrata si propone di garantire un minor impatto ambientale, di tutelare la biodiversità e di ridurre i rischi per la salute dei lavoratori agricoli e dei consumatori, riducendo al minimo l'utilizzo di sostanze chimiche di sintesi (come pesticidi e fertilizzanti) e prediligendo, al loro posto, prodotti naturali.

Si utilizza il sistema della lotta integrata, che prevede l'utilizzo di strumenti molteplici e combinati sapientemente fra di loro per combattere gli attacchi parassitari: metodi che valorizzano le risorse naturali oltre che i meccanismi di regolazione degli ecosistemi e metodi chimici sono accuratamente equilibrati. Il risultato è una riduzione (rispetto al massimo ammesso per legge) del residuo di fitofarmaci sul prodotto che mangiamo, assicurando un maggiore rispetto ambientale e riducendo le fonti attuali di inquinamento agricolo dell'ambiente. Inoltre, questo sistema cerca di utilizzare l'acqua in modo razionale, previene i fenomeni erosivi e garantisce la fertilità del suolo, praticando l'avvicendamento colturale oltre che la pratica del "sovescio", che consiste nell'interramento di apposite colture allo scopo di mantenere o aumentare la fertilità del terreno.

L'agricoltura conservativa

L'agricoltura conservativa consiste in una serie di pratiche agronomiche che permettono una migliore gestione del suolo, limitano gli effetti negativi sulla sua composizione e struttura, sul contenuto di sostanza organica e sul processo di erosione e conseguente degradazione. L'agricoltura conservativa si distingue per l'utilizzo di alcune tecniche, come, ad esempio, la semina diretta sul terreno non lavorato o lavorato al minimo e l'assenza di bruciatura o interrimento dei residui delle colture. I vantaggi di questo sistema produttivo sono molteplici: si passa dalla riduzione del consumo di

energia, dovuto al modesto impiego di macchine agricole, alla conseguente riduzione di emissioni di CO2 in atmosfera. Inoltre altri benefici consistono nella riduzione dei costi di produzione e, in un'ottica etica, nella salvaguardia dell'ambiente e delle risorse naturali per le generazioni future.

L'agricoltura biodinamica

L'agricoltura biodinamica, ispirata all' "antroposofia" di R. Steiner, si basa sul presupposto che l'azienda agricola è un vero e proprio organismo vivente autosufficiente, inserito nel più grande organismo vivente cosmico, alle cui influenze soggiace. I ritmi cosmici influenzano i calendari di semina, coltivazione e raccolta. Le tecniche più utilizzate sono le rotazioni agricole, i preparati biodinamici, il compostaggio, le lavorazioni non distruttive del terreno e la concimazione di qualità attraverso i sovesci e le concimazione con compost biodinamici.