

OGM OGM
OGM oGm

Organismi Geneticamente Modificati

Nuovo modello di comunicazione

**Enrico Garrou
Elena Pisani**

**Lucio Graziano
Simona Tosatto**

PREMESSA

Nel campo della comunicazione o più specificatamente della didattica risulta di fondamentale importanza coinvolgere l'uditorio e sollecitarne la curiosità al fine di mantenere l'attenzione in aula. E' noto, infatti, come quest'ultima tenda a diminuire con il passare del tempo.

In questo contesto la capacità comunicativa del relatore gioca un ruolo chiave. Con il presente testo viene proposto un nuovo modello di comunicazione, totalmente diverso dagli approcci tradizionali. Il suddetto modello prevede di assegnare un ruolo attivo, non solo al relatore (tutor) ma anche ai discenti.

Per ottenere tutto ciò gli autori hanno identificato quattro argomenti fondamentali la cui conoscenza è condizione sine qua non per la comprensione dell'argomento chiave (in questo caso gli OGM).

Gli argomenti sono i seguenti:

- ◆ **BIODIVERSITA'**
- ◆ **AGRICOLTURA ED ECONOMIA**
- ◆ **V.I.A.**
- ◆ **NOTIZIE GENERALI ED ETICA**

Il percorso formativo prevede di dividere l'uditorio in quattro gruppi e di assegnare ad ognuno di essi un tutor ed uno dei quattro temi fondamentali di cui sopra.

Ciascun gruppo verrà invitato a preparare, con l'aiuto del tutor, un poster che risponderà in maniera articolata ad uno dei quattro argomenti chiave proposti.

Ogni tutor introdurrà l'argomento che gli compete formulando una domanda all'uditorio. Ad esempio, il gruppo a cui è stato assegnato il tema sull'impatto ambientale si sentirà chiedere dal tutor: "Che cos'è la valutazione di impatto ambientale?". Quest'ultimo riceverà delle risposte.

In questo modo, il tutor svolgerà il ruolo fondamentale di indirizzare le domande del gruppo senza che i suoi membri se ne rendano conto, facili-

tando loro la comprensione e l'apprendimento di concetti alquanto complessi.

Il relatore, utilizzando i posters, potrà interagire con il pubblico, durante la spiegazione dell'argomento trattato, in modo molto più raffinato e rispondere ai vari quesiti. Il poster riassuntivo, redatto dal relatore alla fine del corso, verrà messo a disposizione di ogni uditore.

Con questo nuovo modello di comunicazione globale, ciascun uditore diventa parte attiva nello studio dell'argomento, l'apprendimento risulta decisamente migliorato e le criticità emerse avranno risposte adeguate. Nello stesso tempo i tutors, avendo avuto modo di approfondire la materia trattata attraverso la lettura del presente volume, potranno indirizzare le discussioni verso le problematiche emergenti più importanti.

INTRODUZIONE

Il volume inizia a trattare la Biodiversità, in quanto gli OGM interagiscono profondamente e negativamente con la stessa e risponde ad una serie di domande fondamentali sull'argomento.

Prosegue inoltre con un capitolo dedicato alle profonde interazioni tra agricoltura ed economia, così come richiesto dalla globalizzazione dei mercati.

Il capitolo successivo riguarda un argomento di fondamentale importanza quale la valutazione d'impatto ambientale che per gli organismi geneticamente modificati che vengono emessi deliberatamente nell'ambiente a scopo di ricerca o per fini produttivo commerciali, riveste un ruolo chiave per l'identificazione dei meccanismi di interazione tra gli OGM e l'ambiente.

L'ultimo capitolo tratta gli OGM da un punto di vista generale e finisce con l'affrontare l'etica che dovrebbe essere sempre presente nel cammino formativo dell'uomo.

· CAPITOLO I ·

BIODIVERSITA'

Gli aspetti trattati in questo capitolo sono fortemente interconnessi e non andranno perciò considerati come compartimenti stagni. Sarà compito del tutor mettere in rilievo il principio centrale nelle questioni riguardanti la natura: “il tutto non è mai equivalente alla somma delle sue parti”.

1.1 Che cos'è la biodiversità?

Il termine biodiversità è ormai entrato nel linguaggio comune, in una epoca caratterizzata dallo sviluppo di una certa sensibilità ecologica. Per definire esattamente cos'è la biodiversità ci si deve rifare ai concetti basilari dell'ecologia e dell'ecologia evolutiva.

Si propongono qui di seguito alcune definizioni intuitive che potrebbero emergere nell'immediato dallo stesso uditorio:

- ◆ la biodiversità è l'espressione assoluta della ricchezza della vita sulla terra;
- ◆ biodiversità è una parola che ci aiuta a raffigurare la molteplicità di strutture, dimensioni, aspetti, comportamenti ed adattamenti di ogni forma di vita sulla terra;
- ◆ il termine biodiversità è usato per connotare l'ambiente: ad un elevata biodiversità è associata una elevata qualità ambientale.

Il mondo dei viventi è caratterizzato in modo intrinseco dalla “diversità” pertanto, quando si parla di quest'ultima, si dovrebbe sempre specificare il livello cui ci si riferisce. Per questo motivo si propone di scomporre il concetto di biodiversità chiarendo il significato dei singoli aspetti che ne costituiscono l'ossatura.

1.1.1 Cos'è la diversità specifica?

La diversità di specie o diversità specifica è data da due componenti: *la ricchezza*, chiamata anche densità di specie, basata sul numero totale di specie presenti in un dato ambiente e *l'omogeneità*, riferita ad un ecosistema che ha un numero di specie idoneo al suo autosostentamento. Le

stesse specie inoltre possono essere dominanti o rare a seconda del numero di individui che le compongono.

Il concetto di diversità o “variabilità” genetica si riferisce, invece, ai singoli individui ed alle comunità all’interno di una specie.

1.1.2 Che cos’è una specie?

L’uomo si è addentrato nella multiforme varietà degli organismi identificandoli, classificandoli e dandogli un nome per poterli distinguere.

L’uomo ha così inventato il concetto di “specie”.

Una specie è definita come un insieme di individui simili fra loro (fenotipicamente e genotipicamente), interfecondi ed in grado di dare origine a progenie fertile.

1.1.3 Cos’è la variabilità intraspecifica?

Gruppi di individui ad una stessa specie possono venire isolati dal punto di vista riproduttivo a causa di fattori geografici o comportamentali.

Queste popolazioni possono subire diverse pressioni selettive e perciò sviluppare caratteristiche diverse da quelle della popolazione originale, formando quindi diverse sottospecie, razze o varietà.

Tutti gli esemplari di una specie, ad eccezione di quelli che si originano geneticamente, si assomigliano ma nessuno è identico all’altro.

Nell’uomo l’unica eccezione è rappresentata dai veri gemelli che comunque, saranno distinti dalla cultura. Ogni individuo costituisce un’entità unica e su questa si fonda il concetto di persona umana dotata di diritti imprescindibili.

1.1.4 A cosa serve la variabilità intraspecifica?

La variabilità è la base sulla quale, da milioni di anni, opera la selezione naturale determinando l’evoluzione delle forme viventi sulla terra ed è lo strumento che la natura ha fornito a queste ultime per poter adattarsi alle mutevoli condizioni ambientali.

La variabilità, inoltre, è anche il preludio alla formazione di nuove specie, il processo base attraverso il quale si origina la biodiversità.

1.1.5 Come si origina una nuova specie, ovvero: come si forma la biodiversità specifica?

Il processo di formazione di una nuova specie si chiama *speciazione*. Tale evento avviene in quanto mutazioni genetiche spontanee possono portare individui, appartenenti ad una stessa popolazione, a differenziarsi al punto da diventare sessualmente incompatibili con gli individui d’origine.

Affinché vi sia speciazione è necessario che si verifichino due con-

dizioni fondamentali:

- ♦ **l'isolamento o allontanamento** di una sottopopolazione da una popolazione d'origine a causa di fattori geografici (un fiume, una catena montuosa, una foresta ecc.), climatici o comportamentali;

- ♦ **sufficiente tempo** perché la sottopopolazione isolata possa adattarsi alle mutate condizioni ambientali, senza estinguersi per modificazioni troppo repentine.

Il meccanismo che si attua è un vero e proprio processo di differenziazione evolutiva od evoluzione divergente.

1.1.6 Quali altri aspetti della biodiversità possiamo considerare?

Gli esseri viventi sono gli attori dello spettacolo della vita, abitano e contemporaneamente modificano quell'unico grande ecosistema chiamato "biosfera", ove stabiliscono una rete di relazioni reciproche e con l'ambiente fisico. Quindi la diversità deve necessariamente riguardare anche gli ecosistemi nel loro complesso.

1.1.7 Cos'è la diversità di habitat?

La varietà di luoghi in cui gli organismi possono completare il loro ciclo biologico: dove vivono, si nutrono e si riproducono.

Si parla spesso di diversità di "microhabitat" o di "microambienti", cioè di porzioni di ambiente all'interno di sistemi più vasti dove per l'incidenza di diversi micro-fattori ambientali si vengono a realizzare condizioni conformi alle esigenze di più specie.

E' intuitivo che l'esistenza di una specie dipenda dalla presenza del suo habitat. Se la diversità degli habitat diminuisce si riduce anche la variabilità specifica. Quindi la diversità di habitat influenza la biodiversità a livello di intere comunità e, per questo motivo, riveste particolare importanza.

1.1.8 Cos'è la diversità ecologica o di "nicchia ecologica"?

Con il termine di "nicchia ecologica" si intende lo "spazio" in senso lato che l'organismo stesso occupa nell'ambiente; essa però non si riferisce solamente allo spazio fisico (nicchia spaziale) ma comprende anche le esigenze in termini di periodo di attività (nicchia temporale), le esigenze nutritive (nicchia trofica), ecc.

La diversità di nicchia ecologica corrisponde, pertanto, alla molteplicità di scelte e strategie che gli individui adottano per vivere, per interagire e per condividere lo spazio e le risorse ambientali con gli altri organismi.

1.1.9 Cos'è la diversità morfologica?

La base per la formazione degli ecosistemi.

La morfologia del substrato, insieme al clima e alla composizione chimica del terreno, determina le condizioni per l'insediamento degli organismi vegetali a livello di macro e micro-ambienti.

Il problema del calo della diversità morfologica è nato soprattutto dall'attitudine dell'uomo a modificare a proprio vantaggio gli ecosistemi naturali, semplificando le forme e rendendole più adatte per lo sfruttamento delle risorse (ad esempio l'utilizzo delle acque e lo sfruttamento dei terreni da destinare all'agricoltura).

1.1.10 Cos'è la diversità genetica?

La diversità degli esseri viventi trae origine dal corredo genetico: ogni manifestazione fisica o comportamentale di un organismo, ogni suo adattamento all'ambiente sono determinati dall'espressione di uno o più geni. La diversità genetica è quindi la causa intrinseca della diversità delle manifestazioni esterne degli esseri viventi.

1.2 Qual è l'importanza della "biodiversità"?

Una volta delineati gli elementi chiave della biodiversità si passa ad affrontare il tema, non meno complesso, dell'importanza della biodiversità stessa.

1.2.1 Qual'è l'importanza della biodiversità per gli ecosistemi?

Essa costituisce il sistema di automantenimento della vita.

La vita sulla terra è caratterizzata da tre processi fondamentali:

- ♦ *l'acquisizione di energia per produrre materia vivente* da parte degli organismi autotrofi attraverso la fotosintesi;
- ♦ *il riciclo della materia e dell'energia* da parte degli organismi eterotrofi, attraverso la catena alimentare ed in ultimo la respirazione;
- ♦ *la riproduzione*, attraverso la quale la vita stessa si perpetua.

La diversità mantiene il perfetto funzionamento e automantenimento degli ecosistemi, garantendo una miriade di forme e strategie diverse e complementari per il compimento dei cicli della materia e del flusso dell'energia nella biosfera. Quindi, la biodiversità è il sistema di sostegno della vita grazie al quale le risorse rinnovabili, che l'uomo stesso utilizza, possono rimanere tali.

1.2.2 La biodiversità è il sistema di autoprotezione degli ecosistemi

L'esistenza della biodiversità fa sì che più organismi collaborino all'interno dell'ecosistema per renderlo funzionante, quindi quest'ultimo è in grado di rispondere in modo elastico alle perturbazioni non perdendo la propria integrità funzionale. Questo è il principio dell'autoprotezione tramite la diversità, verso il quale evolvono spontaneamente tutti i sistemi naturali.

Non sempre le specie hanno uguale importanza per la funzionalità globale dell'ecosistema. In particolare, intorno ad alcune specie chiave si impernano intere funzionalità ecosistemiche ed estese reti di relazioni con altri organismi. La scomparsa di queste ultime determina l'eliminazione di interi anelli della catena alimentare e, di conseguenza, un effetto di feedback negativo su tutto l'ecosistema.

1.2.3 Qual è il valore della biodiversità per l'uomo?

Valore utilitaristico.

Il patrimonio genetico è di grande utilità per l'uomo: infatti egli ha bisogno di 40000 specie tra piante, animali, funghi e microrganismi per sopravvivere.

L'estinzione di una sola di queste specie risulta quindi equivalente alla perdita di un "bacino di variazione genetica" potenzialmente utilizzabile dall'uomo.

A tal fine, alcune specie che al momento non interessano commercialmente e/o scientificamente l'uomo, in un futuro non lontano potrebbero essere indispensabili alla sua esistenza.

Sensazione di appartenenza alla natura.

L'esistenza di più forme di vita intorno a noi ci dà un senso di armonia esteriore ed interiore, viceversa la banalizzazione e il degrado ci incutono un senso di desolazione e di estraneità dal sentimento di appartenenza alla natura come specie vivente.

Per citare un esempio familiare a tutti, la presenza della cicogna in città o di una rondine che nidifica nell'androne di una casa rurale non sono fattori fondamentali per l'economia umana ma ci restituiscono un senso di unione con quello che sta al di fuori dei nostri domini, inoltre premia il nostro spontaneo senso di ospitalità, accoglienza e fiducia verso ciò che è diverso da noi.

Nondimeno la sopravvivenza di una specie a rischio di estinzione rafforza la rappresentatività del paesaggio che abitiamo, ci dà un senso di orgoglio e soddisfazione per essere riusciti a vincere il nostro irrefrenabile e, spesso autodistruttivo, egocentrismo.

Un ecologista americano del secolo scorso, Ian Mc Milian, propone una

riflessione particolarmente incisiva sulle motivazioni etiche che concernono la salvaguardia delle specie viventi: “Nella salvaguardia dei condor e dei loro congeneri, ciò che conta veramente non è tanto il fatto che noi abbiamo bisogno dei condor, ma che abbiamo bisogno di sviluppare le qualità umane necessarie per salvarli; saranno infatti quelle stesse qualità che ci occorreranno per salvare noi stessi”.

1.2.4 Qual è il valore della diversità di habitat e di paesaggio?

Esprime una condizione di equilibrio tra uomo e territorio.

Recentemente lo IUCN (World Conservation Union) ha indicato gli areali a paesaggio agrario tradizionale come meritevoli di salvaguardia, in quanto caratterizzati da un notevole livello di biodiversità; si pensi, ad esempio, alla varietà di siepi, filari, piccole zone umide, piccole macchie di bosco, cascine e piccoli centri rurali, prati stabili, colture in rotazione, ecc.

In questi contesti si ha una sensazione, confermata dall’osservazione scientifica, di una condizione che molti definiscono di “omeostasi” tra l’ambiente umano e quello naturale, a testimonianza di come il lavoro umano e il ruolo dell’uomo (di “custode” della campagna) abbia portato, a beneficio nostro e del paesaggio, ordine, armonia e bellezza.

La bellezza del mondo è la diversità

La bellezza del mondo è sempre stata ricercata dall’uomo. In tutte le civiltà gli oggetti sono sempre stati molto più che dei beni strumentali, i villaggi e le città molto più che semplici accostamenti di edifici, il paesaggio qualcosa di più che uno spazio da usare ed edificare.

L’aspetto estetico della bellezza insito nella biodiversità è spesso poco considerato o poco compreso ma ha costituito per molti la vera spinta nell’impegno ecologico.

Molte persone hanno acquisito una coscienza ambientale non a causa delle previsioni sulla scarsità delle risorse o sulle alterazioni climatiche ma sentendosi offese nella propria sensibilità estetica. D’altronde, ai paesaggi naturali e incontaminati è sempre associata l’idea di bellezza quindi, in generale, è quasi sempre adeguato l’uso dei termini bellezza, biodiversità e sostenibilità ambientale come sinonimi vicarianti.

1.3 L’uomo ha alterato la biodiversità?

Come vedremo, *Homo sapiens* nel corso della sua storia è diventato il principale modificatore della biodiversità, agendo prima sulle singole specie (con le quali si è trovato a convivere e competere) e poi sull’habitat e sul paesaggio. Infine, attraverso le biotecnologie, l’uomo ha conquistato il monopolio delle risorse genetiche, arrivando ad attingere direttamente al

cuore della biodiversità per orientare per i propri fini le spontanee manifestazioni della vita.

1.3.1 Cosa successe quando l'uomo cacciatore-raccoglitore si diffuse su tutto il globo?

Circa 125000 anni fa compariva in Africa la specie *Homo sapiens*, l'uomo predatore senziente con abitudini da cacciatore-raccoglitore, in grado di fabbricare oggetti per cacciare e cibarsi.

La sua abilità predatoria e la sua straordinaria capacità di adattamento, aiutate da una intelligenza superiore, hanno influito sulla biodiversità da quando la specie ha iniziato a diffondersi dal continente africano su tutto il globo.

L'uomo moderno ha provocato, negli habitat da lui colonizzati, fenomeni di estinzione di numerose specie. A titolo di esempio si può ricordare come in America Settentrionale e Meridionale, poco più di 12000 anni fa, l'arrivo dell'uomo provocò, l'estinzione di specie della megafauna pleistocenica come il mammoth, il mastodonte e il rinoceronte lanoso mentre solamente 2000 anni fa toccò al Madagascar, i cui ippopotami si estinsero insieme all'epiornite o "uccello elefante".

Sembra difficile credere che un'estinzione possa essere provocata dalla caccia intensiva eppure così è stato e continua ad accadere, basti pensare al caso della colomba migratrice (*Ectopistes migratorius*), un uccello nordamericano, scomparso in poco più di quarant'anni oppure alla quasi totale estinzione di uno dei pochi grandi mammiferi del Nuovo Mondo, il Bisonte americano (*Bison bison*).

1.3.2 Cosa successe dopo l'invenzione dell'agricoltura?

Diecimila anni fa, probabilmente, la popolazione umana ammontava a non più di 5 milioni di individui. Con il successivo aumento demografico e la colonizzazione di nuovi habitat sono iniziati i grandi processi di modificazione dell'ambiente (distruzione di foreste per creare nuovi spazi da dedicare all'agricoltura, bonifica di zone umide, con conseguenti alterazioni paesaggistiche, ecc.).

L'agricoltura, sulla quale si sono costruite le basi dello sviluppo delle civiltà antiche e moderne, si è rivelata una strategia ecologica di immenso successo per la specie umana che conta oggi circa sei miliardi di individui.

Si è andato così formando l'agroecosistema, cioè un ecosistema aperto nel quale flusso di energia e ciclo della materia dipendono anche dagli apporti del lavoro umano.

Le piante che vengono coltivate sono state scelte e selezionate dall'uo-

mo per le loro specifiche caratteristiche, in questo contesto le piante spontanee presenti nei campi coltivati sono state definite “malerbe”. Questo fattore origina una vera e propria pressione selettiva nei confronti delle piante naturalizzate. L’instaurarsi degli agroecosistemi ha inoltre provocato la riduzione delle dimensioni degli habitat naturali necessari per la sopravvivenza di una grande varietà di specie. L’estinzione del panda gigante (*Ailuropoda melanoeluca*) ad esempio, è dovuta, con tutta probabilità, alla scomparsa del suo habitat ottimale a causa dell’insediamento delle coltivazioni.

Queste ultime continuano a provocare effetti disastrosi su ecosistemi, particolarmente delicati e ricchi di biodiversità, formati nel corso di milioni di anni. A titolo di esempio basti citare il noto caso della foresta pluviale amazzonica che costituisce un ecosistema nel quale, nonostante la vegetazione sia lussureggiante, il terreno non risulta adatto alle coltivazioni e la rigenerazione spontanea della foresta primaria è impossibile, in quanto la rete principale di ciclizzazione dei nutrienti consta di batteri che vivono in simbiosi proprio con la biomassa che viene distrutta.

1.3.3 L’allevamento influisce sulla biodiversità?

L’allevamento che ha rappresentato una forma di emancipazione poiché è stata superata la necessità di cacciare per sopravvivere, ha determinato la nascita di un folto contingente di animali “domestici”.

Nelle steppe dell’Asia centrale, dove vivono numerose popolazioni nomadi di pastori, anche se i pascoli si estendono a perdita d’occhio, esiste un serio problema di interferenza con certe specie selvatiche a causa delle tantissime greggi e mandrie di animali domestici lasciati allo stato brado. Queste ultime competono per il cibo con gli animali selvatici e disturbano così la loro attività biologica.

La presenza di animali domestici in grandi quantità costituisce quindi un rischio per la biodiversità, particolarmente rilevante nel caso in cui a questo si sommino altri fattori come la riduzione degli habitat o la caccia intensiva.

1.3.4 La nascita dell’industria ha lasciato il segno sulla biodiversità?

Lo sviluppo della produzione di manufatti del commercio delle conoscenze scientifiche e mediche, della costruzione di città, dell’arte e della cultura, ha originato la civiltà umana, con le sue regole e i suoi modelli, primo fra tutti il dominio sulle risorse della natura. Tale meccanismo è in continuo divenire, vengono compiuti passi da gigante che constano però della sommatoria di tanti movimenti impercettibili.

Si pensi alla “esplosione” dell’era industriale (e di tutte le attività legate allo sfruttamento ed alla trasformazione delle materie prime) che ha provo-

cato, improvvisamente, un aumento vistoso degli impatti sul paesaggio e dell'inquinamento ambientale: miniere e cave per l'estrazione di minerali, metalli, materiali lapidei e combustibili fossili, raffinerie, centrali energetiche termoelettriche ed idroelettriche, dighe e altri invasi. Le città si sono ingrandite, la richiesta di manodopera è aumentata e l'esodo dalle campagne è risultato via via più rilevante. I centri urbani e l'ambiente circostante sono stati identificati sempre più come "habitat umano".

Successivamente si sono varcate le soglie del degrado ambientale: gli ecosistemi non vengono solo ridotti in estensione ma anche impoveriti nella biodiversità dagli effetti dell'inquinamento e dell'artificializzazione. Tutto ciò implica la banalizzazione della comunità biologica residente, l'affermazione numerica di poche specie che hanno gradi di tolleranza maggiori ai fattori di stress ambientale e che diventano dominanti.

Gli ecosistemi degradati, a causa dell'influenza antropica hanno perso parte della loro diversità, risultano meno stabili e quindi vulnerabili di fronte a qualsiasi trasformazione.

1.3.5 Che cosa succede con l'industrializzazione dell'agricoltura?

L'agricoltura beneficia del progresso tecnologico con l'aumento dell'efficienza produttiva e ciò fornisce all'economia nuovi orizzonti di crescita. Un tale meccanismo ha portato alla nascita dell'agricoltura intensiva ed ad una rivoluzione nelle pratiche colturali.

Soprattutto nelle pianure alluvionali più fertili, grandi estensioni monocolturali prendono il posto di piccoli appezzamenti con colture in rotazione, gli alberi e le siepi, ai bordi dei campi e dei fossi scompaiono dalla campagna, perché mal tollerati dai contadini nelle manovre alla guida dei loro trattori. L'aumento della produzione richiede maggior protezione delle piante coltivate dalla concorrenza delle infestanti e dall'attacco di parassiti, così diserbanti e prodotti fitosanitari chimici, vengono adoperati su larga scala sostituendo i predatori naturali nel controllo dei parassiti.

Le pratiche agricole meccanizzate sono poco attente al ciclo biologico degli animali che colonizzano i coltivi e possono comportare la distruzione dell'habitat di anfibi e di micro e macromammiferi. Inoltre l'uso massivo di sostanze chimiche di sintesi quali prodotti fitosanitari e concimi può determinare l'inquinamento delle falde e dei corpi idrici superficiali: spesso le rogge, le scoline e i fossi vengono addirittura intubati per guadagnare spazio coltivabile.

La diversità e la bellezza del paesaggio vengono "offese" dall'avvento dell'agricoltura intensiva: certe campagne assomigliano sempre più a "deserti" monocolturali e la svalutazione estetica di questi luoghi diventa la giustificazione per il continuo incalzante degrado e per il continuo proliferare di infrastrutture, conurbazioni e insediamenti non in linea con criteri stilistici tradizionali.

Tutto ciò fa sì che gli habitat naturali residui (boschi, zone umide, altri ambienti) vengano sempre più ridotti e frammentati, al punto di non essere più in grado di supportare comunità stabili.

Inoltre, poiché la presenza di infrastrutture e conurbazioni costituisce una barriera alla colonizzazione di altri habitat, aumenta la probabilità di estinzione locale delle popolazioni delle parcelle frammentate.

1.3.6 Il calo della biodiversità riguarda solo i paesi industrializzati?

Lo sfruttamento degli ecosistemi da parte dei popoli occidentali, che ha assunto oggi una dimensione mondiale, è un aspetto dell'attuale globalizzazione che influisce sia sul sistema economico che sulla biodiversità.

A partire dall'epoca del colonialismo, l'occidente civilizzato ha espanso il dominio delle risorse a livello mondiale, esportando il proprio modello di sviluppo in nuovi territori "vergini" e imponendolo alle popolazioni indigene.

La biodiversità si è ridotta anche in termini culturali provocando nel tempo "l'estinzione" o meglio l'assorbimento, di numerose etnie e tradizioni culturali. Tutto ciò che appariva diverso dal proprio modo di vivere, era considerato "selvaggio" e immediatamente corretto o addirittura eliminato.

In questo contesto un grosso input alla caccia indiscriminata, molto spesso illegale, finalizzata al commercio internazionale è stato fornito dalla richiesta di pelli, oggetti ornamentali e manufatti di derivazione animale. A titolo di esempio si può citare l'uso del rinoceronte africano, il cui corno è richiesto in oriente per le presunte proprietà afrodisiache.

1.3.7 Quali effetti ha la circolazione di organismi animali e vegetali su tutto il globo?

Un fenomeno, destinato ad influire sulla biodiversità, è l'esportazione/importazione più o meno volontaria di piante e animali.

E' il caso di molte cultivars come la patata, il mais, il pomodoro o di alberi come la gaggia (*Robinia pseudoacacia*) e l'ailanto (*Ailanthus altissima*), che hanno infestato i boschi dei nostri climi per la loro straordinaria capacità di riproduzione agamica, vincendo in moltissimi casi la competizione con le piante autoctone.

La perdita di queste ultime produce, in alcuni casi un'onda che si propaga in tutto l'ecosistema danneggiandolo.

Alcune specie alloctone, inoltre, hanno grandissime capacità di adattamento. Tra i numerosi esempi al riguardo vengono citati i seguenti: il ratto (*Rattus norvegicus*), una specie animale sinantropica per eccellenza, commensale della specie umana, che si è diffuso praticamente ovunque; gli uccelli introdotti dagli europei in Nuova Zelanda, sono così numerosi che

risulta difficile osservare le specie native se non nelle aree più periferiche; lo scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*), importato in Europa dall'America del nord, sta causando l'estinzione dello scoiattolo rosso europeo (*Sciurus vulgaris*), con il quale compete per il cibo e per l'habitat, in quanto è molto più aggressivo. A causa di ciò, attualmente, in tutta Europa sono in corso progetti di "eradicazione" degli scoiattoli grigi per evitare l'estinzione degli scoiattoli rossi.

1.3.8 Come l'uomo ha manipolato la biodiversità genetica?

L'intervento umano sulla biodiversità non si è limitato all'habitat naturale: dalla coltivazione ed allevamento di poche specie naturali utili all'uomo si è passati al miglioramento delle stesse piante e degli animali attraverso l'ibridazione tra individui appartenenti a varietà diverse di una stessa specie. Da questo gioco di ibridazioni, seguito dalla selezione degli ibridi migliori, nell'arco di più generazioni, sono nati organismi portatori di caratteri più utili all'uomo. Queste operazioni hanno prodotto piante e animali migliorati per "selezione artificiale", orientando ed anticipando il lavoro della natura.

Si sono creati così i presupposti per la vera e propria "manipolazione" della biodiversità da parte dell'uomo, anche se nei limiti della variabilità genetica delle singole specie.

Questo tipo di operazione poteva svolgersi solo tra individui conspecifici o al massimo appartenenti a genere affine con la creazione di ibridi utili all'ambiente. Oggi, con l'avvento delle biotecnologie avanzate questo è stato abbattuto.

L'ingegneria genetica infatti permette di inserire in un organismo uno o più geni, addirittura prelevati da specie appartenenti a regni diversi.

Ciò comporta l'innescare di un processo di "evoluzione artificiale" al di fuori dei ritmi e dei meccanismi autoregolativi dell'evoluzione naturale.

Basti pensare ad alcune applicazioni pratiche: Mais reso resistente alla Piralide (parassita naturale) per l'inserimento di un gene prelevato da un batterio; piante coltivate rese resistenti agli erbicidi chimici, fragole rese più resistenti al freddo attraverso l'inserimento di un gene di un pesce artico.

Gli esseri viventi sono considerati come oggetti suscettibili di essere clonati o geneticamente trasformati, qualora tali imprese si rivelino economicamente redditizie.

1.3.9 C'è conflitto tra la strategia degli uomini e la strategia della natura?

Il monopolio di *Homo sapiens sapiens* sulla natura ha così conquistato il

cuore stesso della biodiversità: il patrimonio genetico degli esseri viventi.

Attualmente la specie umana è cosmopolita, conta circa sei miliardi di individui e che ha scelto come strategia evolutiva di conquistare il dominio della natura.

Alle leggi della natura l'uomo ha contrapposto le leggi dell'economia di mercato basate sul profitto: le prime indicano la strategia dell'automantenimento attraverso la complessità, le seconde la strategia dell'aumento della produzione di sistemi e comunità semi-naturali attraverso la loro semplificazione e la diminuzione dei costi di produzione.

Tutto ciò rivela un conflitto fondamentale tra la strategia umana e quella della natura: l'uomo controlla la biodiversità del pianeta e può decidere come disporne ma, fondamentalemente, rimane un essere vivente come gli altri quindi ogni offesa alla vita su questo pianeta diventa un'offesa alla propria.

1.4 Cosa si sa della biodiversità oggi?

Si sa molto poco della ricchezza biologica della Terra, perché lo studio scientifico sistematico in questo campo risale solo alla metà del XIX secolo, durante l'apice del colonialismo europeo e della proliferazione di esplorazioni e indagini scientifiche.

Le stime odierne sul numero di specie presenti sulla Terra si basano perciò su ipotesi ed estrapolazioni. Se è così, la perdita di specie non documentata, diventa ancora più grave.

La scomparsa di una biodiversità ancora sconosciuta implica la perdita delle relative conoscenze e della possibilità di utilizzare le potenzialità che le specie estinte potevano avere.

1.4.1 Quante sono le specie viventi sulla terra?

I biologi non conoscono con certezza l'esatto numero delle specie che vivono sulla terra. Sono state descritte e classificate circa 1,6 milioni di specie ma sappiamo che si tratta soltanto di una piccola parte, probabilmente non più del 10-15 per cento del numero complessivo. Alcuni ricercatori, tuttavia, pensano che la stima riguardi addirittura soltanto l'1-3 per cento del valore reale e che la Terra debba contare intorno ai 100 milioni di specie, distinte tra piante, animali, funghi e microrganismi.

1.4.2 Che cos'è la sesta estinzione?

La biodiversità è sottoposta ad una forte pressione che comporta l'estinzione di un numero imprecisato di specie (tra le centinaia e le migliaia l'anno).

Il ritmo di scomparsa, indotto dall'uomo, è tale che molti ecologisti par-

lano di “Sesta estinzione”.

Il calcolo del tasso di estinzione può essere effettuato contando il numero delle specie scomparse in tempi storici, oppure rapportando il numero presunto di specie presenti in un dato habitat al tasso medio di scomparsa di quell’habitat.

So pensi ad esempio che lo straordinario ambiente delle foreste tropicali viene distrutto ad un ritmo calcolato sui 170000 chilometri quadrati l’anno e che la relativa diversità specifica è molto più grande rispetto a quella riscontrabile a latitudini maggiori. Le specie tropicali inoltre hanno adattamenti molto spinti e una distribuzione geografica molto ristretta, perciò la distruzione di porzioni di tale habitat implica la scomparsa di un numero di specie molto più alto rispetto, ad esempio, a quello che potrebbe concernere una foresta temperata.

1.4.3 Quante specie scompaiono attualmente sulla terra?

E. O. Wilson, un noto studioso che ha proposto una stima del tasso di estinzione delle specie, suppone la scomparsa di circa 27000 specie ogni anno, cioè 3 specie ogni ora. Alcuni ricercatori ritengono che queste stime siano esagerate, altri sono di opinione esattamente contraria.

In ogni caso si tratta di un ritmo migliaia o decine di migliaia di volte superiore a quello naturale, al di fuori di periodi di estinzioni di massa.

Si ritiene che circa un quinto della diversità biologica del pianeta potrebbe scomparire nei prossimi venti o trent’anni.

1.4.4 Ci possiamo rendere conto del calo della biodiversità?

In tredici delle quindici zone ritenute più importanti per la pesca, le quantità di pescato stanno drammaticamente diminuendo. Inoltre almeno il 70% delle specie ittiche della Terra sono in declino e, in alcuni paesi, quasi prossime all’estinzione commerciale. Tra il 1989 e il 1993 il pescato pro capite è diminuito del 7%.

Molte sono le testimonianze relative alla scomparsa di animali e piante da luoghi dove tradizionalmente se ne conosceva la presenza, altrettante sono le citazioni di proliferazioni anomale di specie dannose, indesiderate o invasive (ratti, zanzare, cornacchie, ecc.).

Alcuni obiettano che questi dati, essendo soggettivi e localizzati, possono essere enfatizzati dall’emotività e dal senso di dissociazione avvertito da molte persone rispetto ad uno stile di vita lontano dai ritmi regolati dalla natura ma è innegabile che quasi sempre anche le percezioni soggettive trovino fondamento in qualche dato oggettivo. Ad esempio, la proliferazione di insetti nocivi è correlata almeno in parte al calo dei predatori naturali (rane, rospi, pipistrelli, rondini, ecc.).

1.5 Gli OGM influiscono sulla biodiversità?

Uno degli aspetti inquietanti connesso all'utilizzo degli OGM è il legame con enormi interessi economici che giustifica l'improvviso e folgorante clamore dei mass media sollevato intorno ad essi.

Ciò riflette una sostanziale continuità con il modello di sviluppo perseguito fino a questo momento, basato sulla continua ricerca della crescita del profitto e del capitale senza prestare attenzione alla protezione delle risorse naturali del pianeta.

Tutto questo influisce negativamente sulla biodiversità.

1.5.1 Quali ricadute si possono ipotizzare sul paesaggio e sulla biodiversità del territorio coltivato?

Il settore agroalimentare è caratterizzato da grandi concentrazioni di capitali (nei soli Stati Uniti il business agroalimentare vale 800 miliardi di dollari) in mano a poche imprese multinazionali.

L'industrializzazione dell'agricoltura comporta la riduzione del numero degli agricoltori e la loro maggiore dipendenza, per i materiali, le sementi, i concimi, i fitofarmaci da alcune grandi ditte specializzate.

E' ragionevole pensare in quest'ottica che l'ulteriore sviluppo dell'agricoltura vedrà l'affermarsi delle monoculture intensive, che origineranno paesaggi simili a "deserti agrari", che domineranno le zone densamente abitate e frequentate delle campagne intorno alle nostre città.

1.5.2 Quali sono le ricadute ipotizzabili, a lungo termine, sulla biodiversità degli ecosistemi?

Molte sono le incertezze concernenti l'emissione deliberata degli OGM nell'ambiente naturale.

Si deve parlare quindi di rischi ambientali e sanitari potenziali sul lungo termine che, data la situazione di crisi ambientale globale attualmente in atto, devono essere presi in seria considerazione, anche a fronte dei benefici economici immediati che l'operazione potrebbe portare.

I transgeni potrebbero, infatti, essere trasferiti a piante sessualmente compatibili tramite ibridazione o con sistemi vettore (es. polveri). Alcune piante selvatiche transgeniche inoltre potrebbero diventare più competitive delle analoghe non modificate. In questa ipotesi potremmo assistere a fenomeni invasivi di alcune specie, la cui diffusione sarà difficile da controllare.

Un esempio specifico è quello della *Fallopia japonica*, più nota con l'antico nome di *Polygonum cuspidatum*, una pianta erbacea che prospera prevalentemente sulle rive dei fiumi, competitiva e perfino invasiva.

L'unico erbicida che si è dimostrato abbastanza efficace nel controllo di questa pianta è il glifosato che, utilizzato in quantità eccessive, rischia di

arrecare danni a tutta la vegetazione delle sponde ripariane.

Molte piante transgeniche sono rese resistenti proprio al glifosato. Uno dei rischi quindi è che il gene della resistenza al glifosato si possa trasmettere a piante infestanti quali il *Polygonum cuspidatum* con il rischio di generare piante superinvasive capaci di perturbare notevolmente gli ecosistemi e gli equilibri ad essi connessi causando impatti indiretti quali estinzioni locali di altre piante o di animali che dipendono dall'ambiente originale.

1.6 Conclusioni: è lecito adottare un principio di precauzione?

Non è possibile sapere con certezza l'entità del rischio per la biodiversità apportato dagli organismi geneticamente modificati.

Durante questo "excursus" sulla biodiversità sono stati evidenziati alcuni concetti fondamentali:

- ◆ l'uomo è "affine alla natura": senza di essa morirebbe, mentre non è vero il contrario;
- ◆ l'uomo ha pesantemente alterato la biodiversità in tutti i suoi aspetti, fino a portare il mondo sull'orlo di una crisi ecologica;
- ◆ la risorsa "biodiversità" non è ancora del tutto conosciuta;
- ◆ l'introduzione nell'ambiente di organismi geneticamente modificati può provocare degli effetti negativi sulla biodiversità;
- ◆ si sa molto poco sul comportamento dei transgeni una volta immessi in natura.

Tutto ciò è sufficiente a giustificare preoccupazioni di carattere etico sui rapporti tra l'uomo e la natura e, a maggior ragione, un principio di precauzione sul quale si dovrebbe fondare l'approccio alla manipolazione genetica in generale.

· CAPITOLO II ·

AGRICOLTURA ED ECONOMIA.

2.1 Storia dell'agricoltura e dell'economia agricola.

2.1.1 Da quando l'uomo è intervenuto sull'ambiente?

L'uomo è l'unico essere vivente in grado di modificare l'ambiente nel quale vive. Questo processo è coinciso con l'adozione di una postura eretta che ha consentito all'uomo di liberare le mani e fabbricare utensili.

2.1.2 Qual' è stata l'evoluzione demografica umana?

Il numero di individui presenti sul pianeta era limitato ad alcuni milioni di individui sino a 10.000 anni prima di Cristo. Tale controllo sulla popolazione era esercitato dalle modalità con cui l'uomo si procacciava il cibo: la caccia e la ricerca di vegetali commestibili spontanei. La conoscenza e l'utilizzo del fuoco, l'attività nomade per inseguire le naturali migrazioni delle prede, le tecniche agricole mobili, l'allevamento e le pratiche di agricoltura stanziali portarono attraverso tappe successive, in migliaia di anni, ad uno sviluppo della crescita demografica (lineare sino al 1850 d.C. ed in seguito esponenziale sino ai giorni nostri). Notizie sulle pratiche agricole umane si hanno quindi già dalla preistoria, ad indicare un primo passo verso la modificazione ambientale.

2.1.3 Come si è evoluta l'agricoltura nel corso dei millenni?

L'agricoltura ha subito alcuni grandi sviluppi mediante processi denominati "rivoluzioni agricole". La prima rivoluzione corrisponde a quella "dell'invenzione dell'agricoltura" a cui ne sono seguite altre che verranno trattate successivamente.

E' da tenere presente che le tecniche agricole odierne si basano su quelle che venivano applicate già in tempi antichissimi, a partire dal 6000 a.C., in Mesopotamia ed in India.

In Mesopotamia cominciarono a diffondersi tre nuove pratiche: la fertilizzazione mediante il letame (fertilizzazione organica) o con la cenere (fertilizzazione minerale) e l'irrigazione.

L'invenzione dell'aratro sembra risalire al 3000 a.C., a cui seguì quella del carro a trazione animale.

2.1.4 Come si è evoluta, di conseguenza, l'economia agricola con la rivoluzione dei trasporti?

Sino al IX secolo dopo Cristo gli agricoltori producevano solo per il loro nucleo familiare e vendevano o dovevano donare l'eccedenza del raccolto.

Con l'avvento della rivoluzione dei trasporti si è avuto un nuovo sviluppo del concetto di agricoltura basato sulla vendita a terzi dei prodotti agricoli. In questo contesto è cambiata anche la figura dell'agricoltore che ha dovuto entrare nell'ottica di modernizzare la sua azienda per mantenerla redditizia. I circuiti commerciali hanno inciso notevolmente sulla dipendenza delle città dalla campagna, soprattutto per quel che concerne gli approvvigionamenti.

2.1.5 Esistevano già delle tecniche agricole per sfruttare al massimo le risorse del terreno ed ottenere dei vantaggi economici?

Già ai Romani era nota una tecnica agricola avanzata per sfruttare al meglio il terreno, anche se il loro prestigio risiedeva più nell'organizzazione fondiaria che nei progressi tecnici. I contadini conoscevano una forma di rotazione biennale in cui il campo veniva per metà coltivato a grano e per l'altra lasciato incolto. L'anno successivo si procedeva in modo opposto.

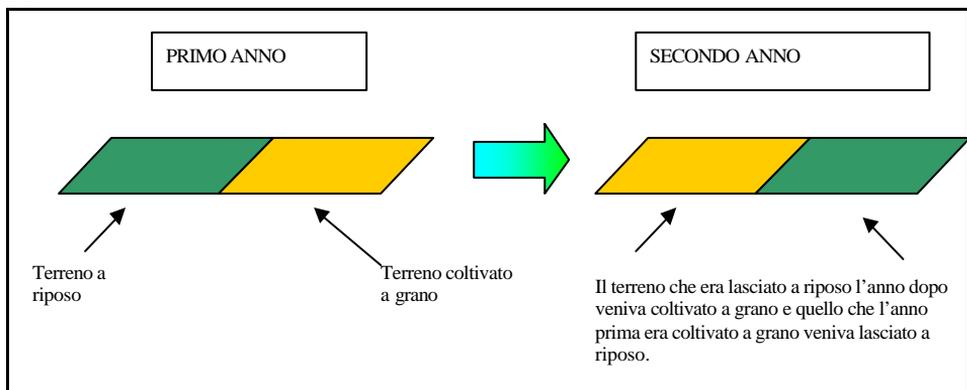


Fig. 1 - Tecnica di sfruttamento del terreno utilizzata dai Romani.

La tecnica suddetta venne poi ripresa dai Germani. Intorno all'anno Mille la Francia la modificò rendendola triennale: tre suddivisioni del campo, grano, legumi ed erba. Si ottenevano così sia proteine, fibre, vitamine, per gli esseri umani ed anche foraggio per gli animali da tiro.

2.1.6 Come si è evoluta economicamente l'agricoltura nel medioevo?

L'agricoltura subisce un'involuzione durante il basso Medioevo (secoli XIV e XVIII), esattamente come la cultura a cui la prima è sempre stata legata. In questo periodo in Italia si sviluppa la mezzadria ma il controllo economico viene assunto dai proprietari terrieri: nobili e ricchi commercianti. Tutto questo processo sembra essere dovuto all'elevata povertà delle popolazioni rurali, all'intensivo sfruttamento di terreni agricoli scarsamente fertilizzati a letame (data la bassa quantità di animali di allevamento) e all'elevata domanda di beni più preziosi rispetto a quelli primari. La popolazione continua a crescere e ciò favorisce la diffusione di epidemie, come la peste, che decimano praticamente tutta l'Europa (si è passati da circa 100 milioni di individui intorno al 1300 a 70 milioni). In Italia, in questo periodo, i comuni con la loro politica incentrata sullo sviluppo delle campagne, limitano la povertà del popolo contadino che viene comunque decimato dalla peste.

2.1.7 Qual è stata la seconda rivoluzione agricola?

La seconda rivoluzione agricola è avvenuta nel 1770, anno in cui l'avvento della meccanizzazione e dell'industrializzazione hanno interessato l'agricoltura. Con il progresso scientifico e tecnologico si assiste allo sviluppo di nuove tecniche agricole, ad un decremento dell'attività di maggese e ad un incremento della pratica a prati artificiali, con il conseguente miglior sfruttamento dei pascoli ed ad una migliore fertilizzazione dei campi. Ai grandi viaggi oceanici segue l'importazione da altre parti del mondo di nuove specie vegetali molto produttive (riso, mais e patata) che, inserite nelle pratiche di rotazione dei raccolti, limitano ed eliminano la tecnica del maggese.

2.1.8 Come visse l'Italia quel periodo?

In Italia l'importazione di nuove specie vegetali interessò solo marginalmente i grandi latifondisti del sud, mentre al nord l'impresa capitalistica che gestiva le risorse idriche aveva interesse ad ampliare nuove coltivazioni, quale quella del riso, che necessitano di molta acqua. Con la nascita di grandi aziende, molti agricoltori persero le loro terre e diventarono dipendenti salariati.

2.1.9 Qual è stata la terza rivoluzione agricola?

La terza rivoluzione agricola è avvenuta nel secolo scorso: nel 1920 negli USA si assiste all'introduzione del trattore, ad una selezione mirata di piante ed animali, all'uso di fertilizzanti, di fitofarmaci di sintesi e l'inserimento di nuove strutture per l'irrigazione. Molti sono concordi che tuttora

si è raggiunta una fase di picco, a cui seguirà inevitabilmente una regressione. Gli OGM costituiscono un'altra tappa nella trasformazione dell'agricoltura.

2.2 L'agricoltura attuale ed i problemi economici dei nostri giorni.

2.2.1 Quali sono i problemi nei quali è tuttora coinvolto l'agricoltore?

Ai giorni nostri l'agricoltore deve far fronte, oltre che ai problemi giornalieri che la pratica agricola richiede, anche a problematiche ambientali e decisioni politico-economiche ed altro.

2.2.2 Come viene suddivisa economicamente la popolazione mondiale?

La popolazione umana è divisa in tre gruppi:

- ◆ “la classe dei superconsumatori”: 1,2 miliardi di individui che divorano circa l'equivalente di 850 chili di frumento l'anno (dato che comprende anche il consumo di carne e di prodotti di origine animale).
- ◆ “la classe dei nutriti”: 3,5 miliardi di individui che consumano risorse miste equivalenti a 350 chili di grano all'anno.
- ◆ “la classe degli esclusi”: 1,2 miliardi di individui che sopravvivono con 150 chili di grano equivalenti.

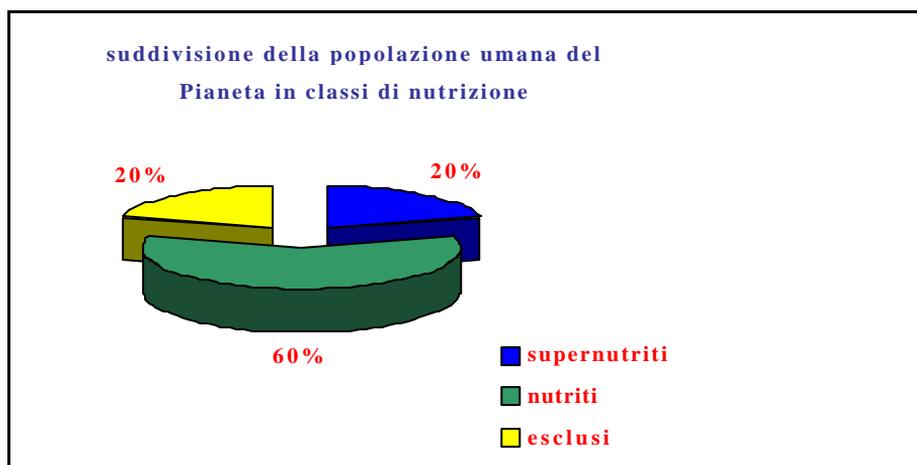


Fig. 2 - Suddivisione della popolazione umana in classi di nutrizione

2.2.3 Come si prevede che evolverà in futuro il numero di individui in proporzione alla superficie sfruttabile per l'agricoltura?

Si prevede che nel 2050 la popolazione umana ammonterà a circa 10 miliardi, mentre la superficie di Terra sfruttabile nelle pratiche agricole scenderà a 0,5 ettari dagli 0,8 attualmente sfruttabili.

Si ritiene che il problema della nutrizione del XXI secolo possa essere risolto mediante un'equa distribuzione del cibo.

2.2.4 Come sono distribuite le zone sfruttabili dall'agricoltura rispetto a quelle che non lo sono?

La distribuzione dei terreni agricoli non è uniforme a causa della presenza di barriere geografiche che separano le zone fertili da quelle meno utilizzabili in campo agricolo.

2.2.5 Quali scopi devono avere le diverse tecniche agricole per essere utili allo sviluppo economico?

Le diverse tecniche che vengono impiegate sono finalizzate a due scopi: portare in superficie le sostanze nutritive utili alle colture ed operare un controllo sulla crescita di specie vegetali invasive. Questi due aspetti sembrano essere in contraddizione, poiché solitamente ad una buona fertilità del terreno corrisponde un notevole sviluppo di piante infestanti.

2.3 Le tecniche agricole moderne

2.3.1 Quali sono alcune delle pratiche agrarie oggi utilizzate?

La rotazione delle colture permette di alternare la necessità di particolari sostanze nutritive, così da non esaurire le risorse del terreno. A piante preparatrici (mais, girasole...) seguono direttamente le cosiddette sfruttanti (frumento, orzo...) ed infine quelle migliorative (leguminose). Si raggiungono così diversi scopi: controllo dei vegetali invasivi mediante colture soffocanti (per esempio foraggiere pratensi), fissazione dell'azoto che sfrutta i simbionti delle leguminose, conservazione della sostanza organica presente nel suolo e prevenzione dell'erosione mediante foraggiere pratensi pluriennali.

Un'altra tecnica agricola è quella del sovescio che consiste nell'interrare completamente od in parte piante appositamente coltivate per arricchire il terreno di materia organica. La coltura da sovescio non è redditizia ma

viene utilizzata come intercalare tra una coltura produttiva e l'altra. Esempi di piante da sovescio sono: trifoglio, colza, avena.

I vantaggi che si ottengono sono numerosi:

- ♦ coltivando leguminose si ottiene la fissazione dell'azoto mediante i noduli radicali;
- ♦ le colture da sovescio presentano, in genere un apparato radicale particolarmente sviluppato che consente di traslocare le sostanze nutritive (potassio, zolfo...) dagli strati più profondi del terreno sino a quelli più superficiali;
- ♦ molte delle sostanze nutritive possono essere dilavate dall'azione della pioggia; le colture da sovescio operano una protezione contro questo fenomeno, preservando l'integrità nutritiva del terreno stesso.

Le pratiche colturali sopra citate vengono applicate anche all'agricoltura biologica che si sta diffondendo rispetto ai metodi tradizionali, che utilizzano fertilizzanti chimici ed altri prodotti di sintesi, in modo da limitare l'impatto sull'ambiente.

2.3.2 In merito alle tecniche agricole: a cosa serve lo sfalcio e l'incendio di un determinato territorio?

La pratica più antica applicabile alle colture estensive è quella di procedere con lo sfalcio e l'incendio di ampi spazi di territorio, lasciarli riposare per due o tre anni e successivamente coltivarli a maggese per circa vent'anni. Il fuoco ha la capacità di rendere disponibili in tempi immediati i principi nutritivi utilizzati dalle piante. Inoltre, bruciare le sterpaglie ha un duplice scopo: rendere disponibili tramite le ceneri le sostanze minerali e limitare la crescita di infestanti e parassiti. L'incendio di un bosco, se è rapido e superficiale risulta molto utile nell'equilibrio dell'ecosistema, concorrendo ad eliminare l'eccesso di componenti vegetali, rami spezzati, materia in decomposizione, che potrebbero causare fenomeni di autocombustione e quindi incendi caratterizzati da altissime temperature che distruggerebbero completamente la vegetazione in aree vaste.

2.4 Come incide l'agricoltura sull'ambiente

2.4.1 Quali sono gli inconvenienti dell'agricoltura? Che impatto hanno sulla produzione agricola?

Il paesaggio mondiale è stato modificato notevolmente mediante le pratiche di deforestazione (iniziate nel Mesolitico e proseguite con andamenti ciclici sino ai giorni nostri), attuate per estendere al massimo i terreni adibiti all'agricoltura. Negli ultimi due o tre secoli le foreste della pianura sono praticamente presenti solo in alcune piccole estensioni. Si pensi che negli USA questo processo ha ridotto la superficie forestale da circa 170 milioni di ettari a 10 milioni, con un ritmo di circa 17 milioni di ettari all'anno. L'agricoltura intensiva e le pratiche minerarie sono le cause maggiori di distruzione delle foreste. Le conseguenze della riduzione delle foreste sono molteplici: calo della biodiversità con l'estinzione di specie vegetali ed animali, erosione dei terreni e conseguente perdita del carico delle sostanze nutritive, cambiamento del regime idrologico per scarso effetto "spugna" delle foreste sulle precipitazioni, squilibrio nel ciclo del carbonio che si verifica con minore disponibilità di questo elemento nella biomassa con il connesso aumento in atmosfera e con l'amplificazione dell'effetto serra.

Il processo di **desertificazione**: secondo l'ONU interessa circa il 35 % della superficie terrestre. Essa può dipendere da cause naturali come ad esempio la variabilità climatica o in larga misura strettamente antropiche (pascolo eccessivo, aumento demografico, cattiva gestione delle risorse idriche, deforestazione e relative ricadute sulle precipitazioni annuali).

A titolo di esempio le conseguenze del pascolo eccessivo sono particolarmente rilevanti nelle zone africane limitrofe alla savana.

Nei paesi del Nord Europa la pressione antropica e la deforestazione portano, secondo alcuni studiosi, **all'acidificazione del terreno** con particolare sviluppo di torba. Il processo viene anche ampliato dall'attività agricola insostenibile esercitata su questi territori.

Le zone aride sono caratterizzate dall'aumento della **salinizzazione**. Ciò dipende da una cattiva gestione dell'irrigazione cui un eccessivo apporto d'acqua incrementa le riserve di sali presenti nel terreno ed impedisce lo sviluppo di qualsiasi forma vegetale.

Nelle zone tropicali e secche i campi, siti attorno alle capanne del villaggio, vengono coltivati a legumi, frutta e cereali dalle donne.

Queste zone sono largamente interessate dal fenomeno della **lateriz-**

zazione: alterazione di terreni ricchi di silicati, in climi tropicali, con formazione di minerali di alluminio e di ferro a cui segue un indurimento del terreno indotto dalla deforestazione e dalla conseguente riduzione di sostanza organica.

Occorre inoltre sottolineare che la struttura intrinseca del terreno, spesso alterata dalle attività umane, è importantissima per permettere lo sviluppo dei vegetali. Ciò che si verifica più spesso è la **compattazione** a cui seguono devastanti conseguenze negative: minore penetrazione delle radici, diminuzione delle frazioni d'acqua e d'aria presenti nella tessitura del terreno.

L'**erosione**, infine, è probabilmente il processo più importante e che reca più danni all'economia agricola. E' anch'essa provocata dalle azioni antropiche ed i conseguenti danni produttivi dovuti alla perdita di terreno sono ingenti.

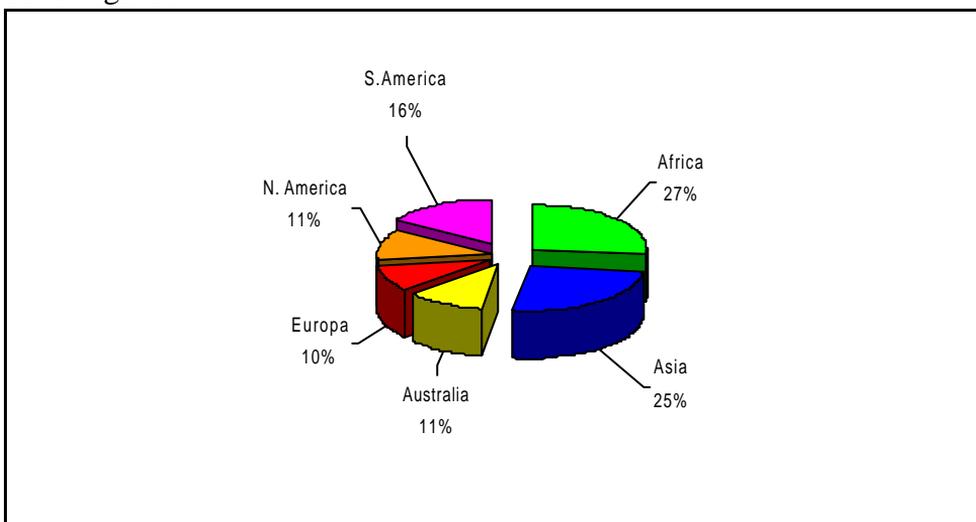


Fig. 3 - Perdita di produttività in funzione del degrado dei suoli agricoli

Dal grafico precedente si nota come l'Asia e l'Africa siano le aree più interessate dal fenomeno erosivo (perdita di produttività complessiva superiore al 50 %). Si pensi che, solo negli USA, vengono persi circa 5 miliardi di tonnellate di terreno superficiale l'anno.

2.4.2 Come vengono sfruttate le diverse aree nelle diverse zone climatiche del pianeta?

Nelle zone aride naturali le oasi possono essere ampliate mediante la costruzione di pozzi adatti all'irrigazione saltuaria dei campi, coltivati pressoché a legumi e cereali. Nelle zone desertiche lo sfruttamento agricolo è

attuato da civiltà nomadi completamente autosufficienti.

Nel Medio Oriente data la scarsa densità di popolazione le colture risultano meno intensive; vengono inoltre impiegate raffinate opere d'irrigazione che sfruttano dighe, canali ed un sistema di pompaggio elettrico dell'acqua.

In Egitto, nella zona limitrofa al Nilo, i settori agricoli somigliano alle oasi il cui sfruttamento è stato precedentemente descritto.

In Asia, ove siano presenti i monsoni, si pratica la coltura del riso sia in pianura che sulle strutture a terrazze. Lungo le sponde dell'Indo, invece, si coltiva mediante la tecnica triennale di rotazione.

2.5 Legame tra agricoltura ed economia

2.5.1 Quali sono i problemi dell'agricoltura dei nostri giorni che si riflettono sull'andamento economico?

La crescente pressione antropica ed i molteplici impatti dell'agricoltura sull'ambiente incidono sempre più sugli ecosistemi terrestri. Ci si trova ad un bivio: o si segue una politica che imposta un'agricoltura eco-compatibile oppure si arriverà ad un vicolo cieco in cui la produzione sarà quasi nulla e l'ambiente permanentemente degradato, con stravolgimenti nell'economia mondiale.

2.5.2 Cosa dovrebbero garantire le scelte politico-economiche all'agricoltura odierna?

- ◆ Un buon reddito per l'agricoltore.
- ◆ Un minor impatto ambientale.
- ◆ Il mantenimento di una stabilità per le produzioni agricole.
- ◆ Una campagna di sensibilizzazione.

Durante il secolo scorso, l'evoluzione dell'agricoltura è stata caratterizzata da diversi steps economici.

2.5.3 Quali sono questi steps?

Prima dell'anno 1940 l'agricoltura aveva a disposizione manodopera a basso costo, solitamente costituita dagli stessi componenti dei nuclei famigliari che consumavano la maggior parte dei prodotti che essi stessi producevano. Le aziende agricole erano piccole e di facile gestione famigliare.

Nel 1940 si assiste all'avvento della meccanizzazione dell'agricoltura. Il petrolio comincia ad assumere il ruolo primario di risorsa energetica ed aumenta, di pari passo, l'efficienza del lavoro umano nelle pratiche agricole. Un evento importante si ha con l'abbandono della pratica delle rotazioni e con un orientamento sempre più elevato verso le monoculture, prevalentemente di cereali. In questa situazione e con lo sviluppo di aziende agricole di dimensioni maggiori e sempre più meccanizzate, i prezzi della merce diminuiscono.

Nel 1980 l'agricoltura è caratterizzata da un elevato consumo di energia fossile e chimica. La riduzione della manodopera è dovuta alla sempre più diffusa meccanizzazione, a cui si affianca una crescente attività di monocultura. La specializzazione e l'affinata meccanizzazione fanno sì che l'agricoltura dipenda strettamente dalle oscillazioni di mercato.

Si assiste anche allo sviluppo di prodotti chimici, al loro utilizzo in agricoltura e all'aumento delle produzioni unitarie alle quali corrispondono riduzioni di costi e di prezzi al consumo.

Viene varato un numero sempre maggiore di leggi e di regolamentazioni finalizzate ad incentivare le imprese agricole. La CEE, durante il 1991, ha stanziato circa 36 miliardi di ECU per l'agricoltura, di cui circa la metà è stata utilizzata per il sostegno dei prezzi dei prodotti, mentre il resto per lo stoccaggio delle scorte e per il mercato estero. Incomincia a diffondersi il concetto di agricoltura inquinante ed inizia ad affermarsi l'agricoltura biologica che regolarizza l'uso di fertilizzanti e di prodotti chimici.

Durante gli anni '90 si è avuto un aumento dei costi di produzione non compensati da un innalzamento dei prezzi dei prodotti. Inoltre, cospicue somme sono state investite nel campo biotecnologico. Dal 1950 al 1990 i costi di produzione sono raddoppiati ed i ricavi dell'agricoltore diminuiti dal 55% al 20%. Le conseguenze sono state la riduzione del personale impiegato e l'abbandono delle aree marginali non adatte per un raccolto altamente produttivo.

In questo scenario si accentua in modo esponenziale il problema dell'inquinamento agricolo ambientale e nasce la concezione di agricoltura sostenibile.

Nel secondo millennio, in alcuni Stati, si assiste ad una rivoluzione nel campo dell'agricoltura, con la lavorazione dei prodotti di nicchia venduti ad un costo più elevato ma maggiormente rispondenti alle esigenze dei consumatori.

2.6 Nuovi sistemi di produzione agricola

2.6.1 Qual è la realtà agricola dei nostri tempi?

Attualmente le pratiche agricole si attuano mediante due metodologie diverse:

♦ **Sistema industrializzato**, è alla base della cosiddetta “Rivoluzione verde” che si fonda sul principio della monocoltura, per la quale sono necessarie elevate risorse energetiche sotto forma di: apporto d’acqua, prodotti chimici ed attrezzature meccaniche. Rientra a questo punto il problema del monopolio delle multinazionali, società private che sempre più regolano il mercato mondiale e che attuano lo studio nel campo degli **OGM**. Inoltre, le società biotech descrivono i loro prodotti, che si suppone abbattano la biodiversità, come la risoluzione del problema della fame nel mondo.

♦ **Sistema estensivo**, permette il sostentamento di circa 1/3 della popolazione mondiale. Prevede l’applicazione delle pratiche agricole di rotazione delle colture, controllo dei parassiti mediante metodi biologici, uso delle risorse locali. Dato esemplificativo: negli USA ¼ delle aziende agricole a sistema estensivo ha ottenuto rese migliori e maggiori profitti rispetto ad aziende analoghe industrializzate.

Sembrirebbe quindi che l’agricoltura sostenibile sia la strada più indicata per garantire la sicurezza alimentare, un maggior rispetto verso l’ambiente ed un limite contro il potere di controllo del mercato da parte delle multinazionali.

Si deve inoltre tenere in considerazione anche l’attività di allevamento del bestiame che, in confronto alle pratiche agricole, richiede una superficie di terra circa 10 volte maggiore.

2.6.2 Che cos’è in pratica la rivoluzione verde?

La rivoluzione verde è quel fenomeno che ha caratterizzato il secolo scorso, in cui l’agricoltura è stata finalizzata solo all’incremento del livello produttivo. Quest’ultimo si è realizzato mediante lo sviluppo delle ricerche genetiche, chimiche, biochimiche e meccaniche. Le tecniche impiegate sono state applicate senza adeguate considerazioni ed hanno portato ad un aumento produttivo ma anche ad un forte impatto sugli ecosistemi ed ad un uso irrazionale delle risorse naturali.

2.6.3 Quali altri problemi si possono verificare con l’applicazione del sistema industrializzato?

L’applicazione del sistema industrializzato pone un altro importante

problema: il calo della biodiversità, con conseguente aumento della sensibilità delle colture agli attacchi da parte di parassiti e microrganismi patogeni.

2.6.4 Che cos'è e quali svantaggi possono derivare da una pratica monocolturale?

La monocoltura consiste nella coltivazione di un'unica varietà, solitamente ad elevata resa. Negli USA è già in atto la monocoltura di piante transgeniche estese a gran parte di territorio.

Qui di seguito è riportata una tabella nella quale vengono riassunti i vantaggi e gli svantaggi della pratica monocolturale.

monocoltura	
Vantaggi	Svantaggi
Facile da seminare	Assenza di biodiversità
Facile da raccogliere	Aumento della sensibilità alle aggressioni patogene
	Nel caso di piante transgeniche rischio di passaggio di DNA modificato a piante selvatiche
	Cospicuo uso di prodotti chimici con ulteriore diminuzione della biodiversità.

La fragilità delle monocolture era già ampiamente conosciuta dalle civiltà antiche. I Maya, ad esempio, sapevano che la modalità migliore di coltivazione del mais consisteva nell'intercalarlo con altri vegetali, come i fagioli e le zucche.

La diversità genetica costituisce il miglior metodo naturale per difendere le colture dai parassiti. Una buona biodiversità rappresenta un equilibrio ottimale all'interno dell'ecosistema.

2.6.5 Che conseguenze presenta il calo della biodiversità per l'economia agraria?

Se una bassa biodiversità implica una vulnerabilità maggiore delle colture verso i parassiti, l'incremento di questi ultimi può ridurre alla carestia un qualsiasi paese che applichi delle tecniche agricole basate sulla monocoltura.

L'uomo ha da sempre selezionato piante utili per la sua nutrizione. Questo processo ha inevitabilmente portato all'abbandono delle varietà

meno importanti che non rispecchiano le caratteristiche volute, come ad esempio un'elevata resa od una scarsa plasticità alle condizioni climatiche....

A titolo di esempio basti ricordare che in India esistevano circa trentamila varietà di riso diverse mentre oggi se ne contano appena dieci e che tra Etiopia e Sudan è scoppiata una guerra per una varietà di caffè non più esportata dal Paese etiope.

2.6.6 Come si riflette la pratica agricola monocolturale sui paesi del terzo mondo?

Il problema dell'unicità genetica ha colpito anche i paesi del Terzo Mondo, in quanto sempre più zone agricole vengono destinate a colture di piante non autoctone per poterne incrementare la produzione. Queste ultime però necessitano di un maggior apporto d'acqua ed un più cospicuo uso di prodotti chimici rispetto a quelle locali, questo ha portato ad una dipendenza sempre maggiore dei Paesi del Terzo Mondo da quelli industrializzati. Inoltre, si è verificato un aumento sempre maggiore dei costi ed una conseguente emarginazione dei piccoli proprietari terrieri.

A partire dagli anni '70, si sono potute osservare due grandi conseguenze a causa della rivoluzione verde:

- ♦ gli agricoltori non sono stati in grado, per gli elevati costi, di procurarsi adeguati dispositivi di sicurezza, per cui sono aumentati i casi di avvelenamento da fitofarmaci;

- ♦ l'aumento della frequenza dei trattamenti e l'introduzione di nuovi prodotti più efficaci ha causato lo sviluppo di popolazioni di insetti resistenti ai fitofarmaci;

Il settore agricolo, in questo contesto, dipende fortemente da quello industriale (impiego sempre più diffuso di sementi ad elevata resa, fertilizzanti, erbicidi, fitofarmaci e macchinari).

Tale progresso, come già ricordato, è stato deleterio per i paesi più poveri e i piccoli coltivatori che non riescono ad affrontare le spese che una coltura intensiva richiede.

In Asia, con la "rivoluzione verde" degli anni '50, si è avuto in principio un improvviso aumento della produzione. Successivamente, durante gli anni '70, il surplus delle colture di cereali ad elevata resa è stato destinato al mercato. Gli investimenti sulla tecnologia agricola e le scelte colturali sono sempre più strettamente legati al mercato, diminuiscono di conseguenza le coltivazioni di minor costo sociale, come le leguminose, per lasciare più spazio alle colture di riso, mais e frumento.

2.6.7 Quali sono i vantaggi per una coltura ad elevata resa?

I vantaggi esistono se sono rispettate le giuste condizioni:

- ◆ elevato apporto d'acqua;
- ◆ elevata fertilizzazione;
- ◆ controllo delle malattie;
- ◆ buona qualità della terra.

Nella tabella seguente vengono confrontate le colture di mais ad elevata resa con quelle di mais tradizionale, per rendere comprensibile la differenza che esiste tra le due tecniche di coltivazione.

	COLTIVAZIONE DI MAIS TRADIZIONALE	COLTIVAZIONE DI MAIS AD ELEVATA RESA
produzione di 1 Kq di mais	190 Kcal complessive	3300 Kcal complessive
	90% di energia umana	95% di energia per: costruzione del trattore consumo di carburante impiego di fertilizzanti e di prodotti fitosanitari costruzione di sistemi d'irrigazione

Come si può notare ad alte rese corrispondono costi elevati (condizioni non attuabili per i paesi del Terzo Mondo).

2.7 L'avvento dell'agricoltura sostenibile

2.7.1 Che cos'è l'agricoltura sostenibile?

E' un termine utilizzato per sottolineare la relazione tra agricoltura ed ambiente. Sul concetto di "sostenibilità" si basa il Quinto programma Comunitario per la tutela dell'ambiente.

Lo sviluppo sostenibile prevede che vengano soddisfatte le esigenze attuali senza compromettere quelle delle future generazioni. Ciò significa che l'equilibrio naturale deve essere preservato attuando delle misure a lungo termine sia dei costi che dei profitti socioeconomici del consumo dei beni e della conservazione.

Le risorse naturali vanno gestite in modo da non depauperarle, così da renderle utilizzabili anche in futuro.

In linea generale andrebbero definite le pratiche per il mantenimento del suolo, del paesaggio, della biodiversità e la funzione sociale dell'agricoltura mediante la protezione delle comunità agricole.

2.7.2 Quali sono le politiche ed i piani per uno sviluppo agricolo sostenibile?

Una delle strategie proposte è quella dell'IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants), che si riferisce al concetto di "produzione integrata": sistemi aziendali agricoli che si dedicano alla produzione di alimenti e di prodotti di alta qualità, mediante l'uso di risorse naturali e tecniche non inquinanti, tali da consentire la prosecuzione di attività agricole sostenibili a lungo termine.

La suddetta teoria si basa su diversi principi:

- ◆ L'azienda agricola, intesa come unità produttiva, va studiata nel suo complesso, nelle interazioni con l'ambiente e con l'economia.

- ◆ Una pratica agricola scorretta porta danni a tutta l'economia del Paese e costi elevati per il risanamento delle zone a rischio. Un esempio è quello costituito dal problema dell'elevata crescita delle mucillagini, nel Mare Adriatico, correlata all'eccesso di fosforo ed azoto di origine agricola. L'impatto ha causato danni all'attività turistica dei paesi coinvolti ed elevati costi per le opere di risanamento.

- ◆ Corsi di formazione ed aggiornamento per l'agricoltore finalizzati alla conservazione dell'agroecosistema.

- ◆ La stabilità dell'ecosistema è la chiave per la realizzazione della produzione integrata. L'ecosistema deve essere in grado di ammortizzare gli eventuali disturbi e, come un sistema elastico, ripristinare le condizioni iniziali quando la causa dell'instabilità sia esaurita. Inoltre anche i cicli degli elementi indispensabili per l'agricoltura devono essere equilibrati: si mira ad un corretto riciclo delle deiezioni degli animali e dei residui colturali per garantire le condizioni di fertilità dei terreni agricoli.

- ◆ Lotta integrata per la difesa dai parassiti: controllo biologico dei parassiti (senza applicazione di prodotti fitosanitari) in modo da preservarne la diversità biologica, senza provocarne danni qualitativi e quantitativi rilevanti.

2.8 Europa e riforma PAC

2.8.1 Qual'è l'inquadramento europeo?

Gli economisti di tutto il mondo sono concordi nell'affermare che, come regola generale, in Europa i prezzi tenuti elevati per più decenni hanno contribuito alla diffusione dell'agricoltura intensiva e monospecifica. Il processo è stato deleterio sia per l'ambiente che per la qualità dei prodotti.

La riforma del 1992 ha segnato un punto di non ritorno: i prezzi dei cereali e della carne bovina sono stati abbassati. Ciò ha quindi portato ad un'agricoltura selettiva, ad un'intensificazione della produzione e ad un uso più razionale dei fitofarmaci e dei fertilizzanti. La "rivoluzione" del 1992 ha anche favorito la produzione di materie prime ad uso non alimentare. L'incremento di biomassa per la produzione di energia rappresenta inoltre una nuova attività di diversificazione per gli agricoltori.

La riforma della politica agraria del 1992 ha introdotto delle misure al fine di favorire dei metodi più rispettosi per l'ambiente:

- ◆ Metodologie di produzione agricola compatibili con le esigenze della protezione ambientale, regolamento n°2078/92 del Consiglio;
- ◆ Sovvenzioni comunitarie per la forestazione in agricoltura.

Questi metodi hanno permesso, malgrado budgets limitati, di promuovere l'agricoltura biologica (che nel 1996 ha costituito circa l'1% della produzione agricola dell'Unione Europea) ed il rimboschimento, in quattro anni, di più di mezzo milione di ettari.

2.8.2 Qual'è l'ultima riforma agricola europea?

L'avvenire dello sviluppo agricolo è strettamente correlato a quello del territorio rurale, che rappresenta circa l'80% della superficie europea. **La riforma PAC (Politica Agricola Comune)** della Comunità Europea (Agenda 2000), introduce: misure di mercato, rende competitiva l'agricoltura europea, salvaguarda l'ambiente e le necessità del mondo rurale.

La suddetta riforma è caratterizzata da: ruolo polivalente dell'agricoltura, impostazione plurisettoriale dell'economia agricola mediante nuove fonti di reddito, sussidi per gli agricoltori e sviluppo di una normativa semplice e comprensibile.

I principi che vengono sviluppati sono tre: potenziamento del settore

agricolo e forestale, miglioramento della competitività delle zone rurali, salvaguardia dell'ambiente e del patrimonio rurale.

La Comunità europea sostiene l'ammodernamento dell'impresa. Altri risultati ipotizzati sono: riduzione dei costi di produzione, miglioramento della qualità dei prodotti, salvaguardia dell'ambiente e della diversità biologica, aumento del benessere degli animali da allevamento.

Uno degli aspetti fondamentali di questa politica è la valorizzazione delle risorse umane tramite incentivi per l'insediamento dei giovani agricoltori, prepensionamento e formazione. Gli agricoltori riceveranno, inoltre, delle indennità calcolate in base agli ettari di zone agricole sfavorevoli e/o soggette a vincoli ambientali. Fanno parte delle suddette aree: le zone di montagna, limitate nello sfruttamento e la cui gestione ha costi elevati, quelle minacciate di abbandono in cui è importante conservare il patrimonio naturale e quelle in cui è importante che sia praticata l'attività agricola onde evitare il loro completo degrado ambientale.

L'agricoltore viene quindi visto come "il custode dell'ambiente".

2.8.3 Le foreste sono interessate da questa politica?

Grande importanza viene data allo sviluppo delle foreste comunitarie.

La silvicoltura garantisce protezione, gestione incremento e rivalutazione in termini economici, sociali ed ecologici delle stesse.

La politica agricola che tende a potenziare gli interessi economici delle zone rurali, agisce sullo sviluppo del territorio con diverse modalità:

- ◆ Protezione dell'ambiente
- ◆ Creazione di nuove infrastrutture nelle zone rurali
- ◆ Incremento dell'artigianato e del turismo
- ◆ Aumento della diffusione dei prodotti regionali
- ◆ Sviluppo dei villaggi

Gli incentivi per assicurare un futuro agronomico sostenibile sono finalizzati a:

- ◆ Miglioramento delle aziende agricole
- ◆ Ripristino del patrimonio forestale
- ◆ Diversificazione dell'agricoltura e dei redditi alternativi dell'attività

agricola

- ◆ Diminuzione dell'impatto ambientale

2.8.4 Come è possibile controllare che la riforma PAC abbia successo?

Si utilizzano degli indicatori ambientali.

2.8.5 Quali sono i sopracitati indicatori ambientali?

Gli indicatori hanno lo scopo di rendere valutabili i progressi della politica agraria, individuare i futuri interventi e devono dare un quadro preciso di quanto le attività umane influiscano negativamente sull'ambiente. Attualmente solo una parte di essi è stata messa a punto, altri sono in fase di studio.

Gli schemi proposti all'OCSE (Organizzazione di Cooperazione e di Sviluppo Economico) e dall'Agenzia Europea dell'Ambiente si chiamano rispettivamente DSR (forze motrici-situazione-risposta) e DPSIR (forze motrici-pressioni-situazione-incidenza-risposta). Questi modelli forniscono dei criteri su cui sviluppare una nuova serie di indicatori ambientali, ed hanno la caratteristica di flessibilità, in quanto si possono applicare a diverse e specifiche situazioni.

2.8.6 Come funziona un indicatore ambientale?

Il procedimento è il seguente: si parte dall'analisi di una situazione ambientale attuale per avere un inquadramento generale. Il secondo passaggio considera le pressioni che hanno portato effetti positivi e quelle che hanno indotto effetti negativi. La terza fase tenta di collegare gli effetti suddetti alla forza motrice (l'economia), senza trascurare l'influenza delle forze di mercato e della politica agricola. L'ultimo punto consiste nel controllo dell'efficacia dei provvedimenti attuati in relazione anche al verificarsi di effetti imprevisti.

La figura seguente illustra tale meccanismo.

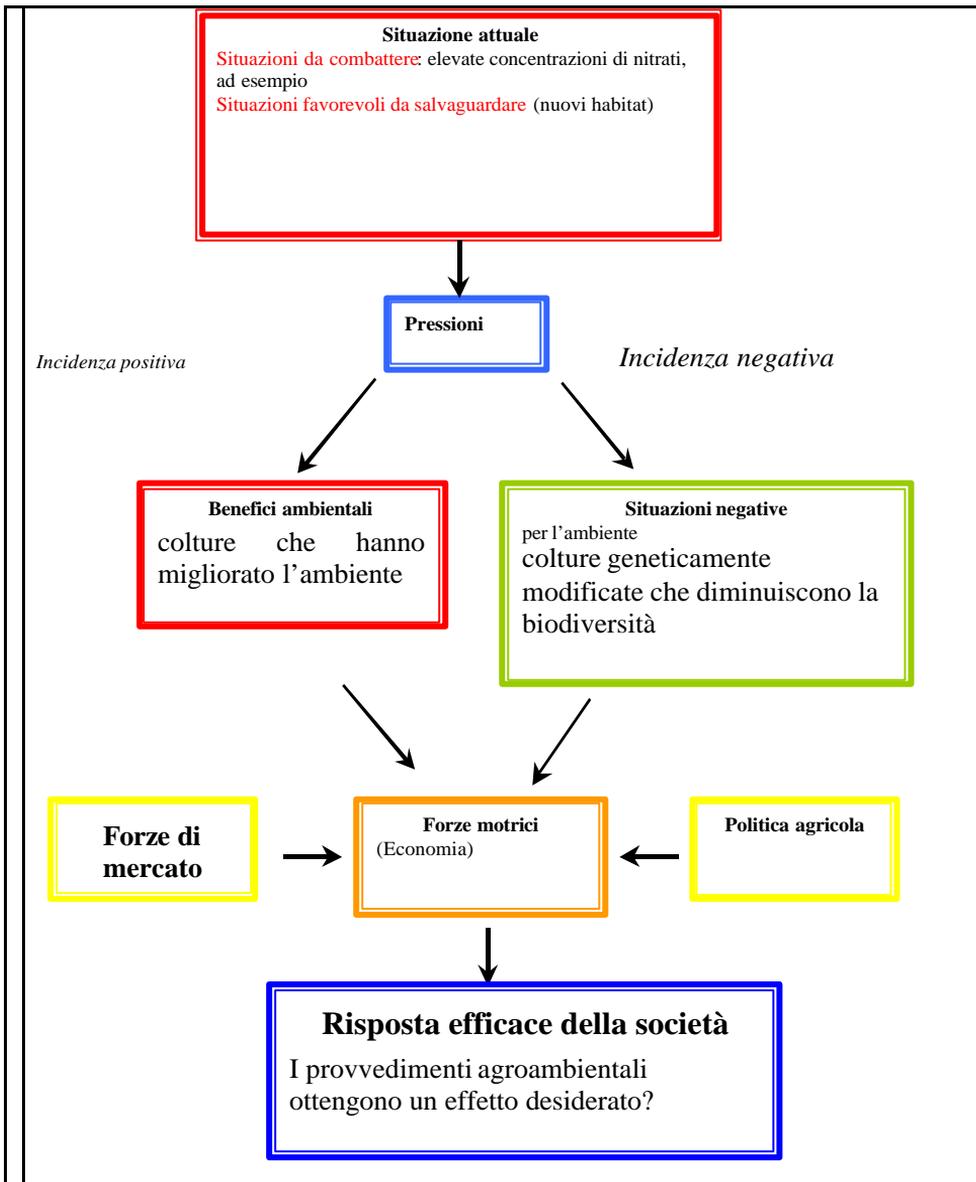


Fig. 4 - Schema illustrante il funzionamento di un indicatore ambientale

2.9 Fenomeni molto discussi: la globalizzazione e la mondializzazione

2.9.1 Che cosa si intende per globalizzazione e mondializzazione?

Si tratta di processi che si sono sviluppati progressivamente nel corso dei secoli ed intensificati negli anni '80-'90. I mercati internazionali hanno favorito l'evoluzione delle tecnologie applicate alla comunicazione. Ormai i capitali sono concentrati nelle zone del mondo che consentono minori costi di produzione e lì vengono distribuiti gli stabilimenti ed centri di ricerca delle società imprenditoriali. Si comprende come i confini tra Stati e Continenti, in questo senso, non esistano più e la ricchezza sia sempre più distribuita tra pochi. Inoltre, il numero di individui che non può più soddisfare i propri basilari bisogni cresce in modo esponenziale.

2.9.2 Come si inquadra questo fenomeno con l'agricoltura?

Per poter realizzare in tempi brevi la modernizzazione dell'economia nazionale, molti Paesi in via di sviluppo si sono convinti che una rapida industrializzazione potesse portare ad un miglioramento del benessere economico. Le politiche di gestione sono state quindi protettive nei confronti delle produzioni industriali interne e deleterie per l'agricoltura. La caduta dei redditi agricoli è stata immediata, al punto che molti piccoli produttori hanno abbandonato l'attività agricola. Tutto ciò ha incentivato il processo di concentrazione della proprietà terriera.

Tra le ripercussioni che l'impatto della mondializzazione causa sul mondo agricolo vi sono:

- ◆ Il declino dell'attività e dell'importanza economica agricola, soprattutto nel campo alimentare.
- ◆ La spinta delle imprese locali ad una maggiore concorrenza.
- ◆ I cambiamenti di natura socio-demografica, dovuti alla maggiore mobilità degli individui.
- ◆ L'introduzione e la diffusione di nuove tecnologie (informatizzazione, comunicazione e biotecnologie).
- ◆ La crescente interdipendenza tra territori e settori di produzione anche se molto distanti fra loro.
- ◆ Tra i risvolti negativi del fenomeno della globalizzazione vi sono:

- ◆ L'eccessivo sfruttamento dell'ambiente.
- ◆ I processi di trasformazione economicamente non vantaggiosi.

2.9.3 La globalizzazione può essere solo considerata una minaccia?

No, vi sono anche delle opportunità per la zona rurale:

- ◆ Accesso a nuovi mercati.
- ◆ La nuova tecnologia rende accessibili nuove frontiere nel campo della comunicazione e della tutela ambientale.
- ◆ Sviluppo del turismo rurale.
- ◆ Insediamento di nuovi abitanti nelle zone rurali: l'esodo non avviene più verso la città, ma in direzione opposta.
- ◆ Lo sviluppo di nuovi Paesi industrializzati (per esempio l'Asia) hanno portato ad una ridistribuzione dei centri di attività economica; tale fenomeno viene chiamato "dinamismo socioeconomico".
- ◆ Introduzione di nuove "figure rurali": per esempio i "posti di lavoro verdi", a tutela dell'ambiente e legati alle nuove tecnologie di comunicazione.

2.10 L'agricoltura biologica

2.10.1 Che cos'è l'agricoltura biologica?

Con il termine di agricoltura biologica si intendono diverse tecniche colturali che limitano l'uso di prodotti chimici di sintesi come alcuni concimi, gli insetticidi, i fungicidi, i diserbanti e gli OGM. Per esaltare la produttività del terreno e la resistenza delle colture, si sfruttano le interazioni naturali fra gli organismi viventi sul e nel suolo, l'ambiente fisico e le tecniche agronomiche.

Il Regolamento CEE n. 2092/91 ha introdotto norme dettagliate per la produzione, la trasformazione ed l'etichettatura dei prodotti vegetali biologici allo scopo di assicurare condizioni di concorrenza leale fra i produttori europei e di trasparenza verso i consumatori. La suddetta normativa stabilisce una serie di controlli per gli operatori della filiera dai produttori, ai trasformatori, ai rivenditori.

Le norme comunitarie sulla produzione biologica indicano che un agricoltore biologico debba aumentare e conservare la fertilità del suolo tramite:

- ♦ la reintroduzione di una adeguata rotazione agraria pluriennale;
- ♦ la coltivazione di leguminose e di altre colture da sovescio per consentire il ripristino di alcuni elementi essenziali come l'azoto;
- ♦ l'incorporazione nel terreno di materiale organico aziendale, per esempio le deiezioni degli animali.

La lotta contro i parassiti, le malattie e le piante infestanti deve essere condotta mediante:

- ♦ la scelta di specie e varietà adeguate che esplichino un'azione di protezione reciproca o che siano già naturalmente più resistenti;
- ♦ un programma di rotazione appropriato per mantenere equilibrato l'ecosistema;
- ♦ il diserbo meccanico e il pirodiserbo (scottatura delle infestanti);
- ♦ la protezione dei predatori naturali dei parassiti grazie a provvedimenti ad essi favorevoli (ad es. cura o impianto di siepi).

Alcuni prodotti commerciali sono però concessi: ammendanti (es. letame), concimi azotati (es. pollina e guano), fosfatici (es. fosforiti e scorie Thomas), potassici (es. sali grezzi di potassio), insetticidi (es. piretro, *Bacillus thuringiensis*), fungicidi (es. rame e zolfo), ecc.

L'elenco dei prodotti ammessi in agricoltura biologica è periodicamente aggiornato in sede comunitaria.

2.10.2 Qual'è la situazione dell'agricoltura biologica in Europa?

L'agricoltura biologica in Europa ha avuto un rapido sviluppo. Si pensi che nel 1986 circa 0.12 milioni di ettari, a livello europeo, erano coltivati ad agricoltura biologica, mentre nel 1996 si è avuto un incremento delle stesse sino a valori di circa 1.2 milioni di ettari, con un tasso di aumento medio annuo di circa il 255%.

Il mercato del biologico negli Stati Uniti ha raggiunto i 5 miliardi di marchi tedeschi con una previsione di raddoppio nei prossimi due o tre anni. Il commercio di prodotti biologici aumenta anche in Egitto, in Argentina, Giappone, Polonia ed Australia. Abbastanza rilevante è il fatto che i dati mettano in luce uno sviluppo dell'agricoltura biologica anche nei

Paesi “in via di sviluppo”.

Il grafico seguente mostra l’aumento, in questi ultimi anni, della superficie agricola (espressa in ettari) dedicata al biologico nei Paesi europei.

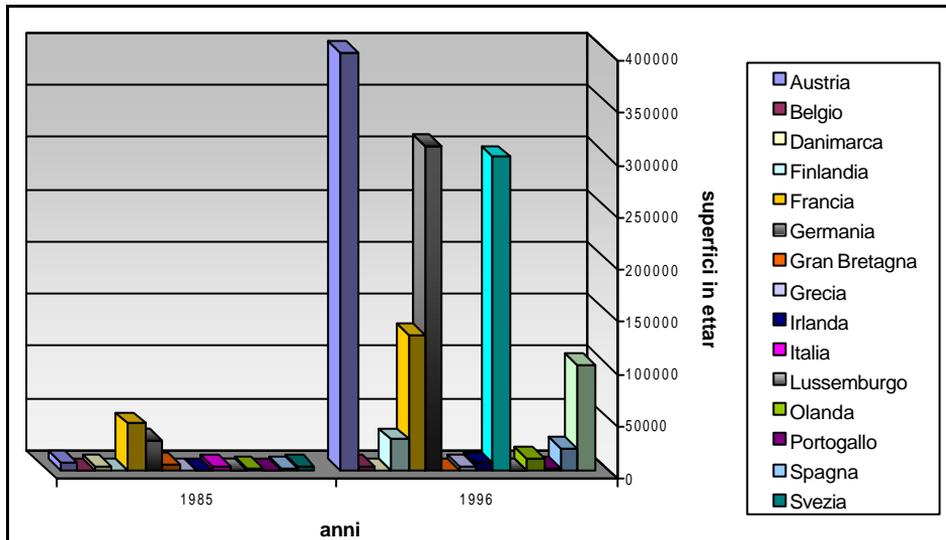


Fig. 5 - Aumento delle superfici (ha) adibite alle colture biologiche

Si nota immediatamente come in alcuni Paesi l’aumento delle superfici dedicate all’agricoltura biologica sia esponenziale.

Il grafico seguente illustra la crescita del numero di aziende biologiche in alcune nazioni europee dal 1985 al 1996.

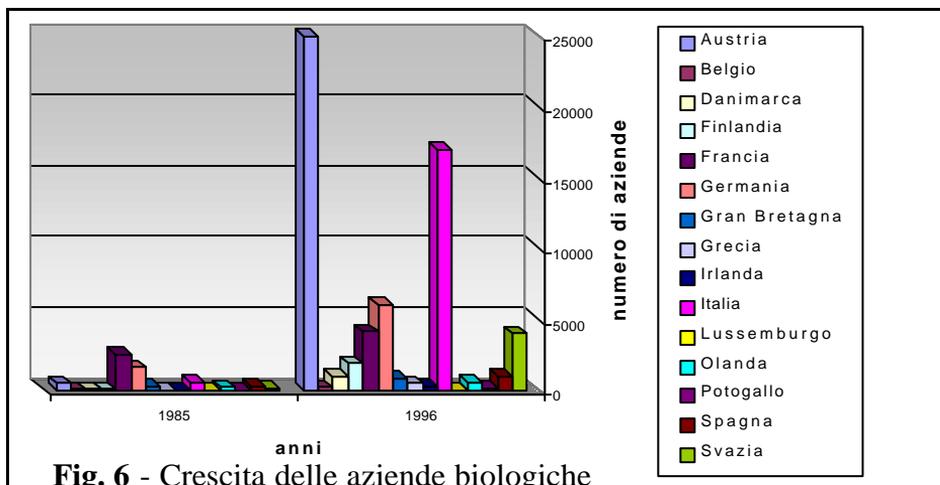


Fig. 6 - Crescita delle aziende biologiche

In Italia le colture biologiche sono in grande espansione, questo ha portato il nostro paese ai vertici dello sviluppo del biologico in Europa: dai 200.000 ettari coltivati nel 1995 si è passati a 564.000 ettari nel 1997.

L'orientamento produttivo delle colture biologiche italiane è il seguente:

- ◆ Circa il 46% è adibita a foraggio. In particolare il 56.5% della coltura a foraggio, pari a 126.681 ettari, su un totale di 223.976 ettari, si trova in Sardegna.
- ◆ Per quanto riguarda i cereali, essi occupano circa il 22.9% della superficie nazionale. Il 31.5% si concentra in Puglia, il 21.1% in Sicilia ed il restante 47.4% nelle altre regioni.
- ◆ La coltivazione dell'olivo ha la maggior estensione nel meridione con il 66.6% di superficie, mentre la corrispettiva nazionale è circa del 9.4%
- ◆ Il 7.7% del biologico è dedicato al settore ortofrutticolo: il 6.8% alle colture frutticole e lo 0.9% alle colture orticole.
- ◆ La viticoltura occupa il 2.7% delle colture biologiche.
- ◆ Altre coltivazioni (floro-vivaistiche) occupano il 10.4% delle colture complessive.

Si nota come l'agricoltura biologica possa essere considerata una forma di coltivazione sostenibile.

2.11 Conclusioni

Attualmente ci si trova ad un bivio: o si sceglie la politica economica del massimo profitto che si rifà alla globalizzazione del mercato, oppure ci si orienta verso il rispetto dell'ambiente con profitti comunque sufficienti.

E' quindi importante che la gestione politica supporti un corretto sviluppo orientato anche verso la conservazione delle risorse naturali. L'agricoltore si trova al centro di tutto ciò e sembra essere la figura più adatta al ripristino dell'ambiente poichè tutto il suo reddito dipende in modo stretto dallo stato di quest'ultimo. La popolazione è sempre più sensibile alle problematiche ambientali e ciò costituisce un buon punto di partenza. Tutto questo è correlato con la "salute economica" di un Paese, in grado quindi di muovere correttamente i suoi capitali verso uno sviluppo ecocompatibile.

· CAPITOLO III ·

LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)

3.1 Cosa si intende per ambiente?

L'ambiente è costituito dall'insieme delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche della regione in cui vive un organismo.

L'art.3 della Dir. 85/337/CEE definisce l'ambiente come: l'uomo, la fauna, la flora, il suolo, l'acqua, l'aria, il clima, il paesaggio, l'interazione tra di essi, i beni materiali e il patrimonio culturale.

3.2 Cosa si intende per ecosistema?

L'ecosistema è l'insieme di una comunità biologica (aggregazione naturale di specie animali e/o vegetali che vivono in un'area ben definita) e dell'ambiente fisico (le cui componenti sono l'aria, l'acqua, il suolo) da questa colonizzato.

Ogni ecosistema è caratterizzato da specifici fattori e componenti tra loro interagenti ed indipendenti che formano un sistema unitario e distinguibile da quelli attigui (sebbene si tratti sempre di sistemi aperti per cui i flussi di materia ed energia hanno luogo anche tra ecosistemi diversi) per una specifica struttura ed evoluzione temporale.

Esempi di ecosistemi possono essere rappresentati da un lago, un fiume, un bosco,...

3.3 Cos'è un impatto ambientale?

L'impatto ambientale è l'insieme degli effetti diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, singoli e cumulativi, positivi e negativi, che la realizzazione di opere o interventi comporta sull'ambiente inteso come insieme complesso di sistemi naturali e antropici (l.r. 40/98 della Regione Piemonte - Italia).

Un impatto è anche definibile come una pressione in grado di indurre direttamente o indirettamente alterazioni significative sulle componenti e fattori ambientali bersaglio.

3.3.1 Quali sono le sorgenti d'impatto ambientale?

Le sorgenti di impatto ambientale sono gli interventi, le opere, le azioni, le pianificazioni antropiche la cui realizzazione comporta degli effetti/modificazioni significative sull'ambiente in cui si situano.

3.3.2 Quali sono le tipologie di impatto ambientale?

Sono quelle citate dalla definizione normativa di Impatto Ambientale (§3.) e cioè:

- ♦ **IMPATTI DIRETTI:** sono le alterazioni immediate che la realizzazione dell'opera provoca sull'ambiente, in termini di vere e proprie modificazioni (ad es. dovute al disboscamento di una certa area) o in termini di elementi di disturbo (ad es. rumore).

- ♦ **IMPATTI INDIRETTI:** sono le alterazioni ambientali provocate su bersagli in seguito ad una catena di eventi più o meno complessa.

Ad esempio il disboscamento di una zona montana o collinare per consentire l'inserimento di linee elettriche risulta secondariamente causa di erosione del suolo e di fenomeni franosi.

Un altro esempio è rappresentato dall'inserimento in ambito agricolo di una coltura alloctona (estranea all'ambiente in cui viene introdotta) che provoca, a lungo termine, delle variazioni nell'equilibrio ecosistemico di pertinenza, tra le quali una delle più catastrofiche è l'estinzione di specie autoctone (originarie del luogo in esame) meno competitive.

Come si può desumere da questi esempi risulta quindi molto importante indagare a fondo quali potrebbero essere gli impatti indiretti ed i correlati bersagli, cosiddetti secondari.

- ♦ **IMPATTI A BREVE TERMINE:** sono le alterazioni immediate e di durata limitata che non perdurano oltre la fase di costruzione e di primo esercizio.

- ♦ **IMPATTI A LUNGO TERMINE:** sono le alterazioni di lunga durata che perdurano oltre la fase di costruzione e di primo esercizio.

- ♦ **IMPATTI TEMPORANEI:** sono alterazioni che possono essere rimosse con operazioni tecniche o processi naturali affinché venga raggiunto uno stato di naturalità simile a quello originario (simile e non uguale perché in sistemi aperti nessuna alterazione può essere reversibile).

Una di queste operazioni ad esempio è ben rappresentata dallo spostamento o dall'interramento di una linea elettrica.

- ♦ **IMPATTI PERMANENTI:** sono quelli che causano modificazioni

radicali a cui conseguono situazioni che non possono più essere ricondotte ad uno stato di naturalità simile a quello originario.

Un esempio potrebbe essere rappresentato dalla distruzione di un bosco ultracentenario o ancor di più dall'estinzione di una specie vegetale o animale.

- ◆ **IMPATTI NEGATIVI:** sono quelli riconosciuti anche in sede progettuale come non desiderati e peggiorativi della situazione ante operam.

- ◆ **IMPATTI POSITIVI:** sono quelli in grado di apportare delle migliorie alla situazione ante operam.

- ◆ **IMPATTI SINGOLI E CUMULATIVI:** è molto importante valutare i possibili sinergismi derivanti dalla sommatoria degli impatti provocati da più opere sullo stesso ambiente (sia a grande che a piccola scala).

Ad esempio per quanto riguarda gli scarichi in un fiume, anche se ogni sversamento non supera valori critici di concentrazione per certe sostanze inquinanti, è possibile che la concentrazione globale di queste ultime nel fiume lo faccia a causa di un fenomeno sommatorio.

Per quanto riguarda un esempio di un fenomeno sommatorio a grande scala basti pensare al rilascio dei cosiddetti gas serra (CO₂, O₃,.....) o dei clorofluorocarburi (CFC) che hanno provocato fenomeni di inquinamento a livello planetario.

3.3.3 Quali sono i bersagli d'impatto ambientale?

Sono le componenti naturalistiche ed antropiche che possono subire delle alterazioni a causa della realizzazione di una o più opere o interventi antropici sull'ambiente.

I possibili bersagli di impatto ambientale, riconosciuti secondo la legislazione sono i seguenti:

- ◆ atmosfera
- ◆ ambiente idrico
- ◆ suolo e sottosuolo
- ◆ vegetazione, flora e fauna
- ◆ ecosistemi
- ◆ salute pubblica

- ◆ rumore e vibrazioni
- ◆ radiazioni ionizzanti e non ionizzanti
- ◆ paesaggio
- ◆ aspetti culturali

3.4 Cosa si intende per compatibilità ambientale?

E' la coerenza e la congruità delle strategie e delle azioni previste da piani e programmi, nonché degli interventi previsti dai progetti, con gli obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente e della qualità della vita, di valorizzazione delle risorse, nel rispetto altresì delle disposizioni normative comunitarie, statali e regionali.

3.5 Quali sono gli strumenti di cui l'uomo dispone per preservare lo stato di salute dell'ambiente e per prevedere i possibili danni/impatti?

Si tratta di strumenti legislativi: solo dettando delle regole a cui attenersi si è in grado di evitare la realizzazione di opere che provocherebbero gravi danni all'ambiente nel suo complesso e, in generale, di ridurre gli impatti antropici.

Chiaramente i suddetti strumenti devono essere supportati da analisi tecnico scientifiche che permettano di individuare le modalità di valutazione di impatto di una determinata opera e che allo stesso tempo consentano di utilizzare tecniche, strumenti e materiali all'avanguardia nel settore del risparmio energetico ed in quello della compatibilità ambientale.

E importante sottolineare come debbano esistere delle leggi a livello comunitario o globale (accordi internazionali) che però consentano una certa libertà di legiferare a livello nazionale e regionale proprio perché le realtà dei singoli Paesi sono spesso assai diverse e peculiari.

A questo proposito basti pensare alla difficoltà di applicazione di uno stesso indice ecologico in tutti i Paesi europei senza variarne i parametri (es. l'IBE).

3.6 Cos'è la valutazione di impatto ambientale?

La VIA si configura come il solo mezzo per gestire lo sviluppo antropico.

Si tratta di un vero e proprio studio che si propone di indagare un progetto nel suo complesso senza tralasciare alcun particolare (dimensioni, ubicazione, materiali, tecniche costruttive, programmi di monitoraggio previsti,...) al fine di dettare tutte le linee guida che permettono di realizzare l'opera escludendo o riducendo al minimo gli impatti negativi sull'ambiente prima che questi si verifichino.

Tutti i progetti per i quali si prevede un impatto ambientale importante per la loro natura, le loro dimensioni o la loro ubicazione devono essere oggetto di VIA.

Da un punto di vista normativo la procedura di VIA è definita come il processo che consente all'autorità competente di pervenire ad una decisione in merito all'impatto ambientale di un determinato progetto.

La VIA è costituita da una combinazione di una o più delle seguenti fasi:

- ◆ REDAZIONE DEL PROGETTO
- ◆ NOTIFICA ALL'AUTORITA' COMPETENTE
- ◆ FASE DI VERIFICA (SCREENING) volta a determinare se un progetto, non obbligatoriamente sottoposto alla procedura di VIA, debba o meno essere sottoposto alla successiva fase di valutazione

◆FASE DI SPECIFICAZIONE (SCOOPING) DEI CONTENUTI DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE ⁽¹⁾ volta ad individuare, preliminarmente alla redazione dello stesso studio e su eventuale richiesta del proponente, gli argomenti ed i temi sui quali deve essere focalizzata l'attenzione di uno specifico studio di impatto ambientale (SIA)

◆ LA FASE DI VALUTAZIONE finalizzata all'espressione del giudizio di compatibilità ambientale

- ◆ DECISIONE DELL'AUTORITA' COMPETENTE
- ◆ MONITORAGGIO POST-DECISIONE

⁽¹⁾IL SIA è definito dalla legislazione come l'insieme coordinato degli studi e delle analisi ambientali, volto ad individuare e valutare, attraverso approfondimenti progressivi, gli impatti specifici e complessivi delle diverse alternative, per definire la soluzione progettuale e localizzativa ritenuta più compatibile con l'ambiente, nonché i possibili interventi di mitigazione e compensazione ambientale.

Esso è articolato secondo tre quadri di riferimento:

- ◆ programmatico: consiste in una lettura del progetto dal punto di vista

di come questo si mette in relazione con i piani e programmi esistenti;

- ◆ **progettuale:** è una descrizione del progetto; riguarda le finalità, i bisogni che verranno soddisfatti, le motivazioni che ne stanno alla base, le dimensioni e quali sono tutte le azioni da effettuarsi per realizzarlo.

- ◆ **ambientale:** descrive lo stato ante-opera di componenti e risorse ambientali e cerca di prevedere quali saranno gli effetti nell'ambiente indotti dalla realizzazione del progetto.

I **SOGGETTI PARTECIPANTI AD UNA PROCEDURA DI VIA** sono i seguenti:

- ◆ **IL PROPONENTE:** il soggetto pubblico o privato che richiede l'autorizzazione alla realizzazione di una certa opera o progetto

- ◆ **IL DECISORE:** l'autorità competente preposta al rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione dell'opera (in ambito UE designati dagli Stati Membri)

- ◆ **L'AUTORITA' COMPETENTE AL GIUDIZIO DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE:** che può coincidere o meno con il soggetto precedente, ha il compito di esaminare i contenuti dello SIA, indice un'istruttoria di verifica, consulta tutti i soggetti interessati e valuta anche le opinioni del pubblico.

L'istruttoria si conclude con la redazione di un bilancio di impatto ambientale (BIA) che contiene tutti i documenti analizzati nel corso dell'istruttoria ed i risultati cioè la valutazione di impatto e le eventuali prescrizioni a cui attenersi.

L'autorità competente deve pubblicizzare i risultati della VIA e prevedere azioni di controllo.

In Italia l'organismo con questo ruolo è il Ministero dell'Ambiente che si avvale di un team di esperti che costituiscono la Commissione Tecnica del Ministero dell'Ambiente.

3.6.1 Quando, dove e perché è stata ideata la VIA?

La VIA è stata introdotta per la prima volta negli USA nel 1969 con il National Protection Act (NEPA), una legge federale approvata il 1 gennaio 1970.

Questo provvedimento ha sancito l'obbligatorietà di sottoporre a valutazione tutti i progetti la cui natura, le cui dimensioni e caratteristiche cos-

tituiscono fonti potenziali di impatto sull'ambiente.

In Europa è a partire dagli anni '70 che alcuni Stati dell'UE tra cui Francia, Irlanda, Lussemburgo, Germania Federale e Inghilterra hanno introdotto nelle loro legislazioni provvedimenti in materia di impatto ambientale. Questi approcci sono risultati troppo diversi per poter sviluppare un necessario piano organizzativo comunitario, così si è arrivati all'approvazione della Dir.85/337/CEE concernente la VIA di determinati progetti pubblici e privati.

Da allora le norme in questo settore si sono moltiplicate ed ogni Paese europeo membro UE ha recepito la suddetta direttiva con proprie leggi statali.

Questa visione policentrica è estremamente importante in quanto l'ambiente va tutelato nel suo complesso e, come vedremo, è impossibile frammentarlo seguendo i confini nazionali.

La motivazione principale da cui è scaturita l'ideazione della VIA consiste in una presa di coscienza collettiva: le risorse sono limitate, la loro qualità è spesso fortemente compromessa e bisogna proteggerle a tutti i costi confidando meno nelle tecniche risolutive dell'uomo a danno avvenuto.

Il fatto che si sia iniziato a parlare di VIA negli anni '70 è significativo della sconsideratezza delle azioni effettuate soprattutto con la ripresa economica del secondo dopoguerra.

3.6.2 Cos'è il principio di prevenzione?

La VIA si fonda sul principio della prevenzione intesa come previsione ed eliminazione dei possibili danni ambientali prima che questi si verifichino.

Questo è un elemento di grande novità perché prima della sua introduzione le politiche ambientali prevedevano interventi atti a rimarginare i danni, a tamponare gli errori effettuati a causa di un forte sviluppo industriale e tecnico scientifico non frenato da un'oculata analisi preliminare delle possibili ricadute sull'ambiente.

3.6.3 Chi sono gli addetti alla VIA?

Sono dei team formati esclusivamente da esperti (laureati essenzialmente in discipline scientifiche) che hanno inoltre integrato il loro curriculum formativo con corsi di specializzazione.

Data l'estrema complessità delle problematiche ambientali connesse ad una VIA e le numerose discipline coinvolte è necessario che gli addetti lavorino di comune accordo e di concertazione (in campo ambientale non esistono tutt'occhi) senza tralasciare alcun aspetto (questo è lo scopo della VIA).

3.6.4 Cosa si intende per sistema di monitoraggio ambientale?

Un corretto SIA (§9.) individua un sistema di monitoraggio che ha la finalità di controllare tutti i possibili rischi ambientali connessi al progetto cioè tutti quegli eventi negativi (ricadute ambientali) che sebbene con scarsa probabilità potrebbero verificarsi in caso di incidenti o di mal funzionamento dell'impianto.

A questo scopo, è necessaria la predisposizione di sistemi di controllo (precisati negli SIA) sia all'interno che all'esterno dell'impianto, tra questi vanno citati i seguenti:

- ◆ sistemi di allarme
- ◆ stesura di calendari per le misurazioni degli scarichi/emissioni generati
- ◆ complessi di indicatori ambientali
- ◆ piani gestionali appropriati

3.6.5 Il pubblico viene informato degli studi e dei progetti in atto e può esprimere un proprio parere?

Una novità fondamentale introdotta dalla procedura di VIA è proprio quella di una garanzia in merito alla pubblicazione degli atti, all'informazione sui contenuti (vedi anche §14), alla possibilità per chiunque sia interessato di consultare la documentazione e di esprimere un proprio parere.

Per le modalità specifiche è necessario riferirsi alla normativa vigente nello Stato di interesse.

3.6.7 Esiste una sintesi di un SIA, in linguaggio non tecnico, accessibile al pubblico?

Il SIA deve contenere anche una sintesi in linguaggio non tecnico che consiste in un quadro riepilogativo delle informazioni e dei dati significativi, prodotti nell'ambito dello studio di impatto ambientale. Deve inoltre comprendere cartografie illustrative della localizzazione del progetto presentato con modalità e linguaggio tali da consentire la comprensione e la valutazione critica da parte del pubblico, nonché un'agevole riproduzione.

3.7 Gli OGM e la VIA

L'introduzione in ambiente non confinato di OGM ha delle sicure ricadute sugli equilibri ecosistemici e per questo motivo è necessario che prima del rilascio si proceda con un'attenta valutazione di impatto ambientale.

In realtà più che alla VIA bisognerebbe riferirsi alla valutazione dei rischi ambientali (VRA) poiché gli OGM non rientrano nelle categorie di opere o interventi soggetti per legge alla VIA.

Infatti, sebbene le finalità dei due studi suddetti siano le stesse, la legislazione a cui fanno riferimento è diversa.

Se per altri tipi di progetti è relativamente semplice individuare i fattori di impatto, i meccanismi con i quali potrebbero verificarsi ed i bersagli (in quanto disponiamo di innumerevoli dati concernenti impatti ambientali causati dalla realizzazione di opere simili a quello in studio), per quanto riguarda gli OGM ciò non è possibile perché si tratta di un **campo totalmente nuovo**, con esperimenti e risultati che non hanno precedenti.

Stiamo vivendo una vera e propria rivoluzione scientifica, molte delle barriere imposte dalla natura sono state distrutte e nessuno è in grado di ipotizzare con precisione tutte le potenzialità e tutte le ricadute ambientali che potrebbero derivarne.

In ogni caso è possibile ed è nostro dovere o meglio compito della comunità scientifica prevedere molti possibili impatti, alcuni dei quali si sono già verificati.

3.8 Gli OGM e la legislazione

3.8.1 Quadro normativo comunitario

Gli organismi geneticamente modificati (OGM) vengono definiti dalla legislazione vigente “organismi il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto si verifica in natura mediante incrocio o con la ricombinazione genetica naturale”.

La **Direttiva 90/220/CEE del Consiglio del 23 aprile 1990** (e successive modifiche) detta le linee guida per ciò che concerne l'emissione deliberata nell'ambiente di OGM e l'immissione sul mercato di prodotti contenenti OGM o costituiti da essi, destinati alla successiva emissione deliberata nell'ambiente.

La **Direttiva 90/219/CEE del Consiglio del 23 aprile 1990** (e successive modifiche) riguarda l'impiego di microrganismi geneticamente modificati (MGM) che risulta consentito solo in ambiente confinato (laboratorio).

3.8.2 Quadro normativo nazionale

Il decreto italiano di recepimento della Dir.90/220/CEE è il **D.lgs. 92/93 del 3 marzo 1993**.

L'iter burocratico per l'assenso alla sperimentazione è indicato dal sovracitato D.lgs.92/93. Essenzialmente il richiedente (o **notificante**), rappresentato generalmente da una grossa multinazionale, nella maggior parte

dei casi statunitensi, deve inviare all'organo preposto (Ministero della Sanità) un dossier (**notifica**) contenente tutte le informazioni riguardanti la specie da sperimentare, le tecniche di coltivazione e tutte le misure da adottare per limitare il più possibile il potenziale impatto ambientale e per il monitoraggio post rilascio.

Il Ministero della Sanità in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità, dopo aver ricevuto una notifica, effettua un'istruttoria preliminare esaminando la conformità di quest'ultima alle disposizioni del D.lgs. 92/93, la accuratezza e la completezza delle informazioni fornite, valutando anche i rischi delle emissioni. Infine, il suddetto Ministero sottopone la documentazione ad una apposita Commissione Interministeriale per le Biotecnologie (**CIB**) e dopo averne ricevuto il parere comunica al notificante se l'emissione può essere o meno effettuata.

Come recita l'art.9 del D.lgs.92/93 il Ministero della Sanità invia alla Commissione delle Comunità Europee una sintesi di ogni notifica ed informa gli altri Stati membri e la Commissione delle Comunità europee delle decisioni definitive.

Fino ad oggi in Italia, a differenza di altri Stati europei in cui è stato dato l'assenso anche alla coltivazione a scopo commerciale, sono state introdotte esclusivamente piante geneticamente modificate (PGM) a scopo sperimentale di ricerca. Questo comporta un'estensione dei campi sperimentali estremamente ridotta.

Per ciò che concerne i MGM, il Decreto italiano di recepimento della Dir.90/219/CEE è il **D.lgs. 91/93 del 3 marzo 1993**.

Quest'ultimo riporta le disposizioni e le documentazioni necessarie da presentare all'autorità competente (al fine di ottenere l'autorizzazione per un impianto da adibire all'impiego confinato di microrganismi geneticamente modificati ed alle operazioni connesse) e l'iter procedurale nel suo complesso.

3.9 Gli OGM e la VRA: quali sono i possibili rischi ambientali generati dagli OGM?

Per ciò che concerne i MGM, poichè il loro uso e sperimentazione, nell'ambito della Comunità Europea, è limitato agli ambienti confinati, si può dedurre facilmente che i possibili rischi di impatto ambientale siano da considerarsi trascurabili, una volta stabilite idonee strutture di contenimento.

Un'emissione in campo aperto dei suddetti microrganismi presenterebbe da un lato moltissime potenzialità positive (ad es. la bonifica di siti inquinati da idrocarburi) e dall'altro un altissimo rischio di diffusione dei transgeni nell'ambiente, con grosse difficoltà connesse al loro contenimento e monitoraggio.

Gli esperimenti di ingegneria genetica sugli animali, in Europa, sono piuttosto limitati rispetto a quelli che vengono continuamente condotti sui vegetali e sono da ricercarsi essenzialmente in campo medico (recentemente anche in Europa) e zootecnico.

L'emissione di piante geneticamente modificate (PGM) in campo aperto presenta invece dei rischi ambientali notevoli che devono essere studiati in dettaglio prima di concedere autorizzazioni al loro rilascio.

La CIB, come già accennato in precedenza, ha la funzione di analizzare i contenuti delle notifiche con la finalità specifica di valutare i possibili rischi ambientali connessi all'emissione in oggetto.

Qui di seguito vengono illustrate schematicamente le principali classi di OGM, le più diffuse caratteristiche transgeniche introdotte nel loro genoma ed alcuni dei possibili impatti indotti sull'ecosistema.

3.9.1 Le PGM

Per quanto riguarda le colture è facile immaginare come sia impossibile contenerle (in un'ottica di sviluppo economico e produttivo) e come i potenziali impatti ambientali derivanti da una loro introduzione in ambiente non confinato non siano prevedibili in quanto le condizioni e le interazioni

MICROORGANISMI	<ol style="list-style-type: none"> 1. bonifica siti inquinati 	<ul style="list-style-type: none"> • Rischi estremamente ridotti in ambiente confinato
ANIMALI	<ol style="list-style-type: none"> 2. maggior produttività, 3. resistenza a parassiti, virus, batteri 4. miglioramento qualitativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Inquinamento genetico (ibridazione con specie filogeneticamente vicine)
PIANTE	<p>resistenza ai parassiti resistenza agli erbicidi miglioramento qualità nutrizionali</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inquinamento genetico (diffusione pollinica e ibridazione con specie filogeneticamente vicine) • Resistenza agli erbicidi in specie infestanti • Ricadute su insetti utili

con le varie componenti ecosistemiche non possano essere riprodotte in la-

boratorio.

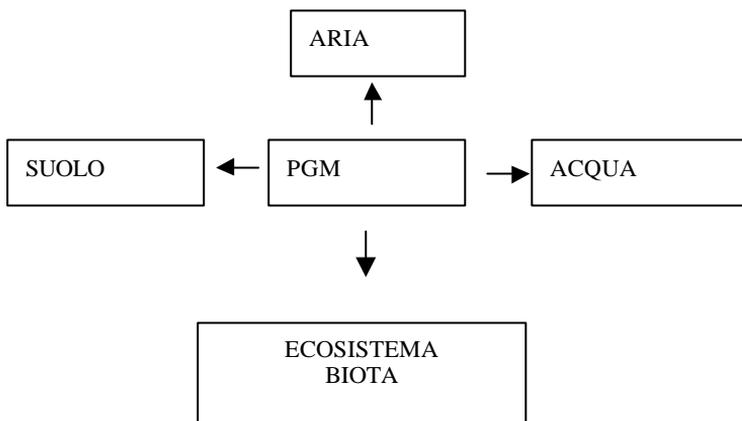
Risulta quindi molto importante effettuare una scrupolosa valutazione dei rischi ambientali che dovrebbe prevedere:

- ◆ una serie di ispezioni in campo da parte di personale con formazione specifica
- ◆ una raccolta di campioni da analizzare successivamente in laboratorio
- ◆ una serie di considerazioni effettuate in situ supportate da fotografie
- ◆ la visione dei documenti comprovanti la legittimità della attività in corso (ed eventualmente di quelle pregresse) ed il controllo del rispetto delle norme e prescrizioni indicate nelle autorizzazioni.

Per quanto riguarda la raccolta e l'elaborazione dei dati è possibile effettuare quattro tipologie di analisi:

- a) **studi di carattere biomolecolare:** valutazione attraverso la PCR e dei Kit diagnostici della presenza di transgeni nei diversi comparti ambientali; lo scopo è quello di valutare il cosiddetto inquinamento genetico (diffusione genica).
- b) **studi di carattere ecologico:** atti ad evidenziare le ricadute nei diversi comparti ambientali.
- c) **studi di carattere ecotossicologico:** effettuati per rilevare il potenziale rischio tossicologico per le diverse componenti ambientali (suolo, acqua e sedimenti, aria, ecosistemi,..) o dell'OGM stesso.
- d) **studi di carattere chimico:** da effettuarsi su campioni delle diverse matrici ambientali potenzialmente interessate per poterne evidenziare eventuali variazioni chimico-fisiche o influenze di vario tipo.

Lo schema seguente evidenzia tutte le componenti ecosistemiche con le quali una PGM, una volta immessa nell'ambiente, interagisce inevitabilmente (sia direttamente che indirettamente):



Qui di seguito vengono elencati, suddividendoli in base alle singole componenti ambientali, i più importanti controlli specifici che dovrebbero essere effettuati sui campioni prelevati in campo.

♦ SUOLO

Indagini da effettuarsi negli areali limitrofi a quello di emissione di piante geneticamente modificate (PGM) per valutare l'eventuale presenza di piante filogeneticamente vicine a quelle GM.

Analisi atte a verificare la presenza di eventuali granuli pollinici transgenici o di semi transgenici in siti diversi da quelli di emissione.

Ricerca dell'eventuale presenza di semi di piante non GM nel campo di emissione di PGM.

Analisi chimiche su campioni di terreno per rilevare possibili variazioni chimico-fisiche del suolo

Prelievo di insetti e di alcuni microrganismi per studiare gli eventuali loro parassiti, virus o batteri (questi ultimi potrebbero aver integrato geni estranei tra cui quelli di interesse o geni marcatori di resistenza agli antibiotici).

Studio della rizosfera o di eventuali noduli radicali (leguminose).

♦ ACQUA E SEDIMENTI

analisi di campioni di sedimento per valutare la presenza eventuale di DNA transgenico ed effettuazione di prove ecotossicologiche per valutare possibili danni all'ecosistema acquatico.

Indagini per verificare la possibile presenza di piante acquatiche filoge-

neticamente vicine a quelle GM ed in caso di riscontro positivo analisi biomolecolari per individuare un eventuale passaggio di geni derivanti dalle PGM.

Studi sui sedimenti per valutare eventuali intermedi di degradazione del glifosato, a ciò vanno affiancate prove ecotossicologiche sulle piante acquatiche, sui pesci, insetti, crostacei e in generale sulla macro o microfauna ivi presente (compresi eventuali parassiti dei suddetti organismi).

♦ ARIA

prelievo di campioni d'aria mediante metodi SAS (Surface Air System), per raccogliere particolati tra cui il polline; analisi sia tassonomiche che biomolecolari dei granuli pollinici riscontrati per determinare la presenza di transgeni.

Campionamenti ed analisi del polline negli alveari situati nei pressi delle coltivazioni transgeniche.

♦ ECOSISTEMI

Studi ecologici sulla microfauna e sulla microflora, essenzialmente organismi detritivori e decompositori, che colonizzano il terreno per valutare il loro possibile ruolo di bersagli di impatto. In linea generale essi non dovrebbero mostrare alcuna alterazione (qualitativa, quantitativa, comportamentale), situazione che se si verificasse produrrebbe anche una variazione della capacità d'uso del suolo e quindi anche della sua fruibilità per scopi agricoli impatto secondario.

- Valutazione ecologica sui batteri e sui miceti patogeni per le coltivazioni che come nel caso precedente non dovranno subire variazioni significative per non sconvolgere l'equilibrio caratterizzante l'ecosistema (in questo caso il campo coltivato).

- Nel caso di introduzione di PGM con caratteristiche insetticide risulta necessario effettuare studi ecologici e biomolecolari sulle popolazioni di insetti sia bersaglio che non.

- A seguito dell'introduzione di PGM con caratteristiche pesticide è importante valutare la comparsa di eventuali fenomeni di resistenza.

- In presenza di PGM resistenti agli erbicidi andrebbero calcolate le possibili ricadute sulla comunità biotica (variazioni quantitative o qualitative delle zoocenosi e della fitocenosi) derivanti da un uso massivo dello stesso.

- Studi ecotossicologici sulle PGM per valutare una loro eventuale tossicità dovuta agli sconvolgimenti biochimici apportati dalla trasformazione genetica.

- Analisi e studio di proteine nuove prodotte dalle PGM
- Prove ecotossicologiche su PGM per valutare la potenziale tossicità di residui di erbicida, pesticidi, tossine, ecc.
- Monitoraggio per valutare l'eventuale comparsa di fenomeni di resistenza agli erbicidi in piante infestanti a seguito di un uso massiccio degli stessi.

Per poter individuare gli impatti potenziali connessi all'emissione di una specifica PGM vanno prima di tutto analizzate le seguenti caratteristiche (tutte strettamente connesse):

- ORIGINE (endemica, naturalizzata, coltivata)
- COMPATIBILITA' SESSUALE
- CARATTERISTICHE FISIOLOGICHE (modalità di dispersione pollinica, modalità di riproduzione,...)

3.9.2 *Casi studio*

Il **mais** ed il **riso** geneticamente modificati sono tra le specie più sperimentate, ed è per questo motivo che vengono in questo contesto analizzate un po' più dettagliatamente.

Seguendo lo schema proposto (§3.9.1), vengono qui di seguito indicate alcune delle caratteristiche specifiche delle specie suddette e solo successivamente, si riportano alcune riflessioni sui possibili impatti connessi.

MAIS (*Zea mays*)

ORIGINE: America centrale

COMPATIBILITA' SESSUALE: in Europa non esistono specie sessualmente compatibili con il mais che è quindi in grado di ibridarsi solo con altre piante della stessa specie (presenti solo come cultivars). Ciò è in stretta connessione all'origine della pianta (non endemica e neppure naturalizzata).

CARATTERISTICHE FISIOLOGICHE:

- Modalità di dispersione pollinica: essenzialmente anemofila
- Vitalità del granulo pollinico: 10-30 minuti
- Disseminazione: i semi devono essere rimossi meccanicamente in quanto le caratteristiche morfologiche (brattee strettamente aderenti alla spiga) non ne consentono la dispersione naturale.
- Modalità di riproduzione: solamente sessuale

RISO (*Oryza sativa* L.)

ORIGINE: i centri di origine individuati sono due, uno è nelle regioni sud-orientali dell'estremo oriente, uno in quelle dell'Africa occidentale.

COMPATIBILITA' SESSUALE: in Europa non esistono specie sessualmente compatibili con il mais che è quindi in grado di ibridarsi solo con altre piante della stessa specie (presenti come cultivars) o con la varietà *sylvatica* che è un'infestante delle colture, nota come "riso crodo". Ciò è in stretta connessione all'origine della pianta (non endemica e neppure naturalizzata).

CARATTERISTICHE FISILOGICHE:

- Modalità di dispersione pollinica: essenzialmente anemofila
- Vitalità del granulo pollinico: 3-5 minuti
- Disseminazione: i semi vengono dispersi essenzialmente dall'uomo con le attività di trasporto, semina e raccolta.
- Modalità di riproduzione: sessuale ed asessuale (formazione di culmi di accestimento)

RIFLESSIONI

Come si può notare già dai pochi dati riportati in precedenza si evidenzia come l'origine della pianta in studio sia un elemento molto importante in quanto, in relazione ad esso può esistere o meno la possibilità della presenza di piante sessualmente compatibili con quella in studio. Il rischio di ibridazione va quindi tenuto in debito conto ed è necessario prevedere degli interventi per ridurlo il più possibile. Questi ultimi sono riportati anche in notifica e possono consistere nell'emasculazione delle piante, nello sfalcio (prima della fioritura), nella semina anticipata o ritardata rispetto a quella delle piante coltivate sessualmente compatibili. La grossa difficoltà consiste nel prendere in considerazione la presenza anche di piante selvatiche sessualmente compatibili.

Nel caso del riso inoltre, il fatto che possa riprodursi anche asessualmente aumenta il rischio di diffusione incontrollata nell'ambiente. Per piante coltivate in sommersione è possibile che giovani plantule non ancora ben ancorate al substrato possano venire veicolate dall'acqua in campi attigui.

La vitalità e le caratteristiche del polline sono inoltre utili per poter valutare la distanza critica dal campo sperimentale in studio entro cui effettuare il monitoraggio.

3.10 Conclusioni

Si auspica che studi sempre più dettagliati e scrupolosi possano guidare gli indirizzi della ricerca e della sperimentazione verso obiettivi ecocompatibili tralasciando spinte puramente economiche o emotive.

· CAPITOLO IV ·

OGM NOTIZIE GENERALI ED ETICA

In questo capitolo si vogliono fornire notizie generali su che cosa sono gli OGM, i profitti che ruotano intorno alla loro produzione, le loro applicazioni in campo medico e come si ottengono in laboratorio. Seguono cenni su alcune loro applicazioni in agricoltura. La seconda parte del presente capitolo approfondisce gli aspetti etici legati alla creazione degli OGM.

4.1 Perché si parla di nuove biotecnologie?

Già gli antichi utilizzavano le biotecnologie tradizionali per la produzione di bevande fermentate, tramite l'applicazione dell'attività batterica. Il processo veniva sfruttato senza che si conoscesse l'esistenza dei batteri. Ora le applicazioni si sono affinate anche per l'avvento di nuove scoperte (DNA, geni, ecc...) e si parla di biotecnologie moderne o avanzate.

4.2 Che cos'è un OGM?

L'Art.3 del D. lgs. n. 92 del 3-3-93 definisce l'OGM come un "organismo il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto si verifica in natura mediante incrocio o con la ricombinazione naturale". Gli OGM sono organismi le cui caratteristiche genetiche sono state manipolate in laboratorio e possono essere virus, batteri, funghi, piante ed animali.

Per poter fare questo ci si basa sul concetto **dell'universalità del codice genetico**.

4.2.1 Che cosa si intende per "universalità del codice genetico"?

I geni sono costituiti da DNA e perciò dalle diverse combinazioni di quattro basi azotate: Adenina, Timina, Citosina e Guanina. Ciò è valido per tutti gli organismi viventi: il codice genetico è universale.

A questo punto, si può supporre che un gene possa essere introdotto nel DNA di una cellula diversa da quella originaria e che si ottenga così l'espressione dell'informazione da esso codificata: una proteina.

4.3 Che differenza c'è tra selezione genetica naturale e manipolazione genetica in laboratorio?

La selezione genetica naturale: viene effettuata sin dall'antichità tramite incroci tra i diversi organismi appartenenti a specie affini, per ottenere la piena espressione del carattere selezionato. Vengono rispettate le leggi naturali che vietano la mescolanza dei geni al di fuori delle barriere specie specifiche. Questo processo è controllato e della durata di anni e permette di verificare che le specie ottenute si armonizzino con l'ambiente.

La selezione in laboratorio: consiste nell'integrazione diretta nell'organismo di geni provenienti da diverse specie e regni (superamento delle barriere naturali). Il processo è di breve durata ed incontrollato in quanto non si conosce quale sia l'impatto sull'ambiente di tali organismi.

4.4 Come si sono evolute le biotecnologie nella storia?

1750 a C. **I Sumeri** inventano il processo di fermentazione della birra.

500 a C. **I Cinesi** utilizzano la muffa dei semi di soia, depositata in grumi, come antibiotico.

100 d C. La polvere di crisantemi è utilizzata dai cinesi come insetti cida.

1675 **Leeuwenhoek** scopre i batteri.

1830 Vengono scoperte le proteine

1833 Viene isolato il primo enzima

1915 Vengono scoperti i primi **virus batterici**.

1917 **Ereky** conia la parola "biotecnologia": "tutte le linee operative che rendono prodotti a partire dalle materie prime con l'ausilio di organismi viventi".

1938 Viene inventato il termine di "ingegneria genetica" dal microbiologo danese **A. Jost** durante la lettura riguardante la riproduzione sessuale del lievito.

1946 Si scopre che il materiale genetico proveniente da virus diversi può essere combinato per formare un nuovo tipo di virus, un esempio di ricombinazione genetica.

1853 La rivista Nature pubblica l'articolo di Watson e Crick sulla struttura a doppia elica del DNA: questo è il passo decisivo che porta all'inizio della genetica moderna.

1954 Si sviluppano le prime tecniche di coltura cellulare.

1955 Un enzima impiegato dalla cellula durante la sintesi di DNA viene isolato per la prima volta.

1960 Scoperta dell'appaiamento delle basi del DNA, si creano ibridi DNA- RNA.

- 1965 Harris e Watkins fondono con successo cellule di ratto ed umane.
- 1970 Si isola la prima endonucleasi di restrizione.
- 1973 **Boyer e Cohen** costruiscono in vitro plasmidi batterici biologicamente funzionali. Lettera di Paul Berg alla National Academy of Science che illustra preoccupazione verso la tecnologia del DNA ricombinante.
- 1974 Produzione del primo anticorpo monoclonale. **Negli Stati Uniti viene bloccata la sperimentazione genica nel campo delle specie transgeniche**, mediante una moratoria firmata il 26 luglio da 11 biologi internazionali.
- 1975 **Conferenza scientifica** di Asilomar in cui viene riconsen- tita la sperimentazione genica sospesa dalla moratoria del- l'anno precedente.
- 1976 **Geni di lieviti** vengono espressi in *Escherichia coli*. L'ibridazione molecolare viene utilizzata per la diagnosi prenatale della talassemia alfa.
- 1977 Per la prima volta **un gene umano viene espresso in un batterio**.
- 1978 Scoperta della lettura del DNA tramite elettroforesi. La Genentech produce insulina umana in *Escherichia coli*.
- 1980 **La corte suprema** sancisce il diritto di brevettare OGM.
- 1981 Scienziati dell'Ohio producono il primo topo transgenico mediante il Trasferimento di geni appartenenti ad altri ani mali.
- 1982 Contemporaneamente i cinesi riescono a clonare un pesce. Si consente in Europa l'impiego del primo **vaccino** di origine animale prodotto con l'uso della tecnologia del DNA ricombinante.
- 1983 Viene pubblicato il metodo della **PCR**: reazione a catena della polimerasi. Si ottiene inoltre la prima trasformazione delle piante mediante il plasmide TI. Vengono scoperti i primi marker genetici per le malattie non ereditarie. Viene sintetizzato il primo cromosoma artificiale.
- 1984 L'intero genoma del virus HIV viene clonato e sequenziato
- 1985 Vengono create le prime piante transgeniche resistenti agli insetti fitofagi. Si approvano le prime proposte di esperi menti sull'uomo della terapia genica.
- 1986 L'EPA (Environmental Protection Agency) approva la dis tribuzione di semi transgenici di tabacco.
- 1990 **Progetto genoma umano**. Viene creata la prima vacca transgenica per la produzione di latte ricco di proteine, adatto per l'alimentazione dei lattanti.

- 1994/95** Pubblicazione delle **mappe fisiche e genetiche dei cromosomi umani**.
- 1996** Negli USA **le vendite della eritropoietina** ricombinante superano i 1600 miliardi di lire. Si determina la **sequenza completa** del genoma di *Saccaromices cervisiae*.
Clonazione nucleare di un mammifero, pecora, a partire dal nucleo di una cellula differenziata.
- 1998** **Il genoma completo di un verme** viene sequenziato.
- 2000** **Viene sequenziato l'intero genoma umano** dalla società americana Celera.

4.4.1 Perché si vogliono creare gli OGM?

Il segmento di DNA introdotto può provenire da organismi totalmente differenti (tecnologia del DNA ricombinante) e dona, all'organismo ricevente, le caratteristiche volute scelte dall'operatore.

4.4.2 Come si può isolare un gene dall'organismo donatore?

Un grandissimo numero di proteine, definite enzimi, lavora sul DNA durante la replicazione, la trascrizione dell'informazione genica, la riparazione dei filamenti danneggiati... Si sono selezionati degli enzimi batterici che si occupano del taglio del DNA in siti ben precisi. Questi particolari enzimi sono chiamati "**endonucleasi di restrizione**" e sono applicabili in laboratorio per isolare da un DNA i geni selezionati (da inserire successivamente nell'organismo che si vuole modificare).

Il DNA, come si è accennato in precedenza, viene replicato poco prima della divisione cellulare quindi, **tutta la discendenza dell'OGM erediterà le nuove caratteristiche selezionate ed integrate nel DNA**.

4.5 Quali sono i vantaggi economici alla base della produzione degli OGM?

Dietro questo fenomeno, esistono vantaggi economici di così grande importanza per cui si scavalca l'etica del comportamento umano, in nome del profitto. Si pensi che nel 1994 gli Stati Uniti autorizzarono la coltivazione e la commercializzazione di un pomodoro transgenico della società Calgene, che esprime in minore concentrazione l'enzima responsabile del rammollimento, da qui è nato il boom che consente ad una ventina di piante transgeniche di essere studiate in campo.

Nel 1996 le terre coltivate con piante transgeniche si estendevano per circa 60.000 kmq, in tutto il mondo e nel 1998 si arrivò a 200.000 kmq, una superficie grande come l'Italia.

La commissione francese CGB (Commissione du Génie Biomoléculaire), che esiste da circa dieci anni e che si occupa del controllo dei prodotti transgenici immessi sul mercato, ha autorizzato più di 400 esperimenti in pieno campo.

Alle prime dieci aziende del settore OGM fa capo il 32% del mercato mondiale delle sementi da 23 milioni di dollari. Tre di queste aziende, Du Pont, Monsanto e Novartis, fatturano complessivamente 4,5 miliardi di dollari l'anno. La sola Monsanto ha speso, negli ultimi anni circa 8 miliardi di dollari per acquistare aziende biotech attive nel campo delle sementi e dell'agricoltura, diventando leader del settore ed il secondo produttore mondiale di sementi.

La Seed Trade Federation afferma che il mercato dei semi transgenici ha raggiunto i due miliardi di dollari.

Vediamo quali sono attualmente le situazioni in USA ed in Europa.

4.5.1 Qual è la situazione economica degli OGM negli Stati Uniti?

Il 15 Ottobre 1980 le azioni della Genentech salirono da 19 milioni di dollari a 47 milioni di dollari.

Gli incentivi fiscali agevolarono la fondazione di nuove aziende biotecnologiche che arrivarono a 200 tra il 1980 al 1983.

Nel 1985 le aziende biotecnologiche erano circa 400 (Calgene, Biogen,...). Oggi negli USA se ne contano più di 15000, nel resto del mondo 3000.

Si è passati da profitti di circa 6 milioni di dollari nel 1986 a circa 30 miliardi di dollari nel 1996. Nel duemila l'incremento nel giro d'affari intorno agli OGM è stato di circa 60 miliardi di dollari.

4.5.2 Qual è la situazione economica degli OGM in Europa?

In Europa si è avuto uno sviluppo graduale e costante sino ad arrivare, nel 1995, ad oltre 600 aziende biotecnologiche.

4.6 Cenni sulle applicazioni degli OGM in campo medico

La medicina che ruota intorno alle biotecnologie si è evoluta molto velocemente e nuove terapie sono state messe a punto.

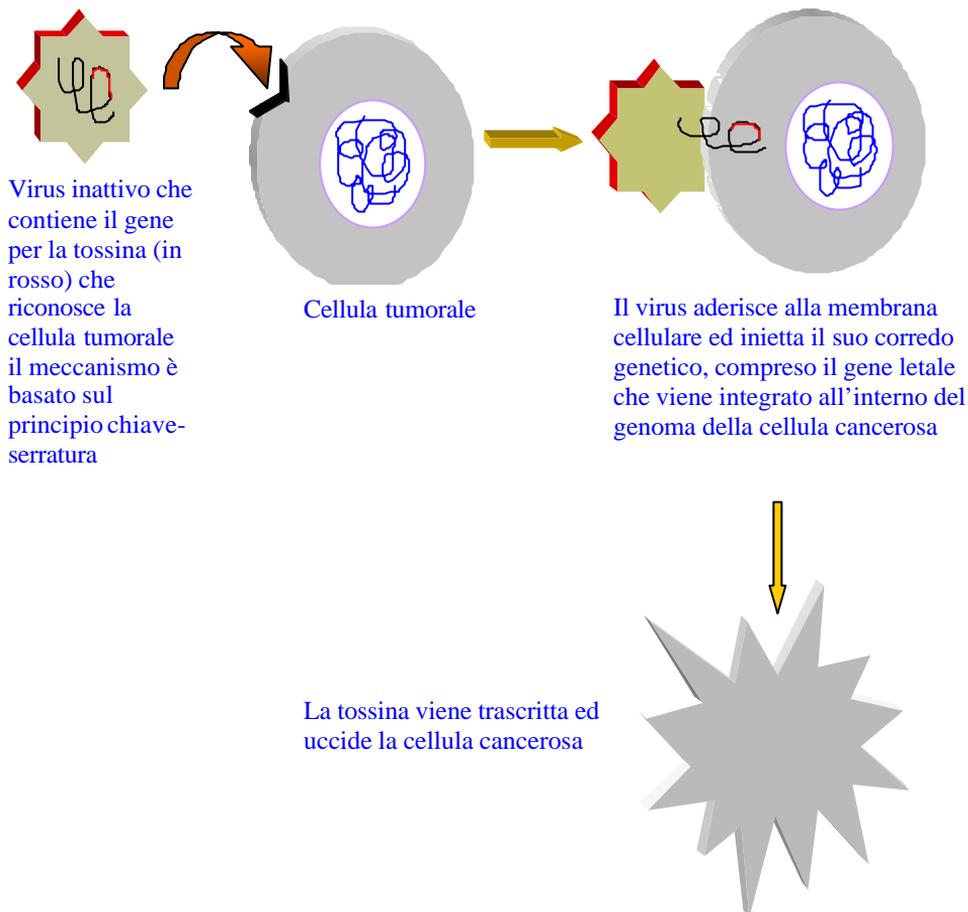
4.6.1 A che cosa si vuole arrivare mediante l'applicazione medica delle biotecnologie?

Recentemente (febbraio 2000) la società Celera è riuscita a **sequenziare l'intero genoma umano**. Ora si cerca di individuare le funzioni dei diversi geni e come essi interagiscano fra loro.

La migliore conoscenza del genoma umano e dei geni o delle mutazioni degli stessi (responsabili di determinate malattie), permette diversi approcci nelle terapie. Si pensi per esempio al diabete: si potrebbe sostituire il gene per l'insulina danneggiato, non più funzionante, con uno in grado di funzionare.

In ogni caso, la diagnosi prenatale delle malattie ereditarie resta un punto di partenza fondamentale. Infatti, mediante alcune tecniche di laboratorio si possono diagnosticare alcuni difetti genetici nel feto. La diagnosi precoce prevede il prelievo di cellule fetali, presenti anche nel liquido amniotico, la separazione mediante centrifugazione e la coltura in vitro. Da qui, il DNA cellulare fetale viene estratto in modo da poter operare con alcuni test, tra cui la mappatura cromosomica e la ricerca di geni difettosi.

Un'altra applicazione delle tecniche di ingegneria genetica in campo medico è quella del trattamento mirato di un tumore maligno. La nuova tecnica appena ideata ed ancora in fase sperimentale, propone l'uso di virus inattivi che, invece di possedere le caratteristiche di un virus funzionale a tutti gli effetti, fungono da attivatori di un gene che codifica una tossina letale per le cellule cancerose. Il virus riconosce la cellula tumorale e si lega ad essa. Successivamente esso inietta all'interno di quest'ultima il corredo genetico non attivo ed il gene della tossina. La cellula cancerosa a questo punto si replica e sintetizza la tossina ad essa letale.



L'“ambizione” dell'ingegneria genetica è quella di **coltivare in vitro cellule staminali e studiare i geni che ne regolano la differenziazione, in modo da poter ottenere cellule caratteristiche di un organo o tessuto, per poterle poi usare nei trapianti.** Il prelievo di organi non sarebbe più necessario così come, per gli ustionati, la creazione di finte epidermidi che ricoprono il corpo solo temporaneamente. In ogni caso comunque risulta necessario uno studio preliminare approfondito dei meccanismi alla base della rigenerazione dei tessuti danneggiati.

La **produzione di un vaccino direttamente nei batteri** costituisce un'altra delle ambizioni delle biotecnologie in campo medico. Più precisamente: si isola il gene dell'agente patogeno che codifica per l'antigene,

questo viene clonato all'interno di un plasmide il quale viene a sua volta inserito in una cellula batterica; i batteri producono molte copie del plasmide con il relativo gene d'interesse; la proteina viene trascritta, estratta ed utilizzata come vaccino. Alcuni esempi di vaccini sintetizzati con questa tecnica ricombinante sono: il vaccino contro il virus dell'epatite B, per l'uomo, i vaccini contro le colibacillosi del vitello e contro la leucemia del gatto, per gli animali.

4.7 Quali sono le strategie che le multinazionali vogliono utilizzare per risolvere il problema della fame nel mondo?

La popolazione mondiale è in continua crescita soprattutto nei Paesi in via di sviluppo. Si prevede che nel 2030 ci saranno 10 miliardi di abitanti.

Le estensioni di terre coltivabili, richieste per soddisfare la continua domanda di derrate alimentari, diminuiscono.

Le multinazionali hanno formulato alcune strategie, atte a risolvere questo opprimente problema, riassunte qui di seguito:

Con le biotecnologie avanzate si possono triplicare i raccolti senza dover estendere ulteriormente le superfici coltivate. Si pensa di poter modificare geneticamente le piante in modo da aumentare la loro produzione.

Si limiterebbe l'uso di bioinsetticidi ed erbicidi mediante la produzione di piante GM che codificano per tossine insetticide (§) oppure resistenti a particolari erbicidi (ad es. Roundup della Monsanto).

Produzione di colture geneticamente modificate che non necessitano di un elevato apporto di acqua, in modo da poter essere coltivate anche in Paesi caratterizzati da un'elevata siccità.

Produzione di colture auto-fertilizzanti (si veda più avanti).

Vaccini sintetizzati direttamente nei frutti (banane) che possono essere assunti senza alcuna cottura per evitarne il deterioramento; ciò potrebbe servire per immunizzare le popolazioni del Terzo Mondo contro alcune malattie.

Produzione di animali da carne GM resistenti a parassiti. Il problema di epidemie del bestiame è un fatto ricorrente nei Paesi sottosviluppati.

4.8 Come si ottiene un OGM?

Il processo per ottenere un OGM è suddiviso in diverse tappe illustrate nel prosieguo. Si tenga presente che la resa di tutti i processi tecnici per ottenere un organismo transgenico è generalmente molto bassa e dipende in modo stretto dal grado evolutivo di quest'ultimo. Nel presente paragrafo ci

riferiamo al procedimento per ottenere una pianta transgenica.

Identificazione ed isolamento del gene che codifica per un determinato carattere, che viene chiamato **gene di interesse**. Nell' esempio ci riferiamo ad un gene che deriva da un organismo procariota: cioè un organismo primitivo, di solito un batterio, che non possiede la membrana che avvolge il nucleo della cellula e nemmeno organuli funzionali quali mitocondri, adibiti alla respirazione cellulare. Il gene in questione è, in questo caso, quello che conferisce alla pianta la resistenza ad un particolare insetto. Per prelevare il singolo gene dal DNA (o genoma) della cellula donatrice si utilizzano le **endonucleasi di restrizione**. Il gene suddetto possiede delle sequenze che permettono l'adeguata lettura e trascrizione dell'informazione da esso codificata. Queste sequenze costituiscono i segnali di stop e di partenza, indicano, praticamente, dove inizia e dove finisce l'informazione che deve essere trascritta e poi tradotta dagli enzimi della cellula. Il gene che viene trasferito deve quindi poter avere tutti i supporti per un'adeguata trascrizione. Le sequenze appoggio sono: il **promotore**, che permette di identificare il sito d'inizio del gene, ed il **terminatore**, segnale di stop della trascrizione del gene stesso.

Inserimento in un plasmide vettore del gene d'interesse. Per le piante si utilizza solitamente il plasmide *Ti* appartenente al batterio *Agrobacterium tumefaciens*, responsabile di una varietà di tumore delle piante. Lo sviluppo del tumore è vincolato alla trasmissione del plasmide *Ti* all'interno del genoma della pianta. Grazie all'ingegneria genetica sono stati preparati vettori difettivi in cui è stata lasciata la zona del plasmide *Ti* che produce l'infezione ma è stata eliminata la sequenza che contiene i geni necessari per il decorso della malattia. In tal modo le sequenze eliminate possono essere sostituite dai geni estranei che si desidera siano integrati all'interno del genoma della pianta. Quindi, se si reinserisce il plasmide vettore all'interno di *Agrobacterium tumefaciens* e si permette a quest'ultimo di infettare una cellula vegetale, senza provocare il tumore il gene d'interesse verrà trasferito all'interno della cellula vegetale stessa ed integrato nel suo genoma. Si tenga conto però che *Agrobacterium tumefaciens* non è in grado di infettare alcune varietà vegetali commestibili (banana, mais e frumento), in questi casi si ricorre ad altre tecniche. Prima della trasformazione della pianta è importante poter verificare se il gene d'interesse è stato integrato con successo ed in modo corretto nel plasmide. Il **gene che conferisce la caratteristica di resistenza ad un antibiotico** serve a questo scopo: solo le cellule di *Agrobacterium tumefaciens* che hanno integrato correttamente il plasmide, sopravvivono.

Trasformazione della cellula vegetale. A questo punto alle cellule di *Agrobacterium tumefaciens* sopravvissute alla selezione è permesso infettare delle cellule vegetali isolate in coltura. Nel momento dell'in-

fezione avviene il trasferimento dei geni dal batterio alla cellula vegetale. Le cellule batteriche sono state utilizzate esclusivamente come vettori. Il plasmide viene trasferito alla cellula vegetale come singolo filamento lineare e questo ne permette il successivo inserimento all'interno del genoma.

Selezione delle cellule vegetali che hanno integrato correttamente il gene d'interesse. Le suddette cellule possono essere identificate in modo indiretto utilizzando l'espressione specifica di alcuni geni detti **geni reporter**. Questi ultimi, che non devono interferire con il normale metabolismo della cellula vegetale, vengono integrati con il gene d'interesse e codificano per un prodotto facilmente identificabile dall'operatore. Mediante saggi specifici è poi possibile selezionare le cellule vegetali di interesse.

Rigenerazione delle piante dalle cellule selezionate: le piante che crescono esprimono il carattere trasferito tramite il gene d'interesse. Le cellule trasformate vengono fatte crescere in coltura, dove generano una pianticella, poi messa a dimora.

4.8.1 Quali sono le altre tecniche di trasferimento genetico?

La sequenza genica deve essere estratta dal vettore plasmidico prima di poter essere impiegata. L'estrazione avviene con l'uso dello stesso enzima di restrizione che era servito per integrare il gene d'interesse. Il trasferimento può avvenire mediante diverse procedure qui di seguito brevemente descritte.

La cellula ricevente può essere infettata mediante un virus, reso inattivo per la malattia che solitamente trasmette, ma che reca con sé il gene che deve essere inserito. Generalmente i virus non possiedono un sistema di replicazione autonomo, per questo hanno sviluppato la capacità di sfruttare una cellula ospite ed il suo corredo enzimatico. I virus aderiscono alla membrana che riveste la cellula e ne iniettano il loro corredo genetico. La cellula lo integra nel suo DNA e, quando replica quest'ultimo replica anche il genoma virale. A questo punto le proteine, che costituiscono il rivestimento dei virus, si assemblano e circondano il materiale genetico virale neoreplicato. Si ha la rottura della membrana cellulare ospite e la fuoriuscita di nuovi virus.

Per riuscire ad introdurre ed a integrare nella cellula in studio il gene di interesse si sfrutta il sistema di adesione del virus alla cellula ospite. Il processo è però a bassissima resa nei vegetali, per cui è stato abbandonato.

Un secondo sistema è quello di utilizzare delle microsferule d'oro o di tungsteno che recano adese sulla superficie parecchie repliche del gene da integrare. Queste sferule vengono letteralmente sparate contro la cellula e penetrano così all'interno di essa mediante rottura della membrana.

Un altro metodo consiste nel trasferire direttamente il gene all'interno di

protoplasti, cellule vegetali prive della parete cellulare esterna che costituisce un rivestimento protettivo duro e resistente.

Per ottenere i protoplasti, un frammento della pianta in studio viene trattato con **enzimi litici**, che degradano la cellulosa e l'emicellulosa, le componenti principali della parete cellulare. I protoplasti assumono una forma rotondeggiante e di facile accesso al materiale genetico estraneo. Dato che questo metodo si può applicare solo ai protoplasti, non risulta essere molto versatile.

Altre tecniche sfruttano la formazione di pori temporanei sulla membrana cellulare mediante applicazione di campi elettrici, elettroporazione e tecniche di microiniezione del materiale genetico, direttamente nella cellula da trasformare, con l'uso di un ago finissimo.

4.9 Quali sono i vantaggi in campo alimentare nell'uso degli OGM?

Gli approcci delle biotecnologie in campo medico hanno il fine di migliorare la produzione di medicine e terapie, risulta quindi più importante migliorare l'aspetto tecnico piuttosto che quello economico. In campo alimentare invece accade che chi fabbrica un prodotto migliore è certamente quello che guadagna di più in breve periodo.

Le multinazionali, mediante l'applicazione delle biotecnologie, cercano di raggiungere i seguenti traguardi:

• aumentare la quantità e le caratteristiche nutrizionali dei cibi, sia di origine vegetale che animale;

• migliorare la conservazione e la trasformazione delle sostanze alimentari.

Il fine è quello di ottenere, sia in campo agricolo che zootecnico, specie sempre più selezionate e migliori sia in termini di produzione, sia per ciò che concerne la capacità di resistere a determinate malattie.

L'applicazione delle biotecnologie in campo alimentare investe più settori che vanno dal processo di produzione delle colture, alla generazione del prodotto:

• Miglioramento di alcune sostanze contenute negli alimenti (per esempio: inattivazione dei geni responsabili di allergie, miglioramento della composizione del latte di mucca, ecc.).

• Miglioramento della conservazione dei prodotti (controllo della maturazione che permette di migliorare le condizioni di stoccaggio e di trasporto).

• Miglioramento delle sensazioni organolettiche (ottenuto tramite il con-

trollo della maturazione dei frutti).

Produzione di sostanze alimentari con l'uso di OGM (estrazione di enzimi da OGM oppure uso diretto degli OGM).

4.10 Rischi nell'uso di varietà transgeniche.

♦ Rischi ambientali: diffusione incontrollata di geni, calo della biodiversità (contributo alla sesta estinzione), impatto sulla rizosfera.

♦ Rischi alimentari: rischio tossicologico, rischio allergologico, trasferimento di geni di resistenza ad un antibiotico ai microrganismi dell'intestino umano.

4.11 Quali sono le applicazioni degli OGM in campo agricolo?

Le biotecnologie mirano alla creazione di piante che abbiano le seguenti caratteristiche:

- ♦ miglioramento della produzione in termini quantitativi e qualitativi;
- ♦ resistenza agli erbicidi;
- ♦ resistenza ad avversità biotiche (virus fitopatogeni, insetti fitofaghi, funghi ed erbicidi) ed a stress abiotici.

4.12 La creazione degli insetticidi.

Gli studi si orientano sempre più alla ricerca di insetticidi di origine biologica che, oltre ad essere altamente specifici, vengono degradati rapidamente. I ricercatori sono in grado di sfruttare i predatori naturali degli insetti devastanti le colture, ad esempio con l'uso delle tossine provenienti da *Bacillus thuringiensis* come insetticida naturale. L'elevata specificità ed i costi di produzione spesso improponibili, sono i limiti che devono essere superati: attualmente solo l'1% degli insetticidi si basa su questo principio. Il mercato mondiale dei fitofarmaci è vasto, si calcola che il giro d'affari sia intorno ai 30.000 miliardi di lire l'anno.

I bioinsetticidi sono quella classe di insetticidi il cui principio attivo deriva da sostanze naturali estratte da batteri, piante, animali e minerali. Un

esempio è costituito dalla baking soda.

Alla fine del 1998 sono stati registrati ben 175 principi attivi di insetticidi e circa 700 prodotti.

I bioinsetticidi possono essere suddivisi in tre classi:

- ♦ **Insetticidi microbici, che contengono microrganismi** (batteri, funghi, virus o protozoi) come principi attivi. Per esempio, rientrano in questo gruppo le diverse forme modificate geneticamente del *Bacillus thuringiensis* (Bt) che controllano specifici insetti in diverse varietà di colture.

- ♦ **Piante insetticide.** Sono piante nelle quali sono state inserite sequenze geniche che codificano per sostanze tossiche agli insetti. Per esempio, il gene che codifica per la tossina del *Bacillus thuringiensis* può essere inserito all'interno del materiale genetico della pianta. Quest'ultima produrrà a sua volta la tossina letale agli insetti.

- ♦ **Insetticidi biochimici.** Sono sostanze naturali che controllano gli insetti con meccanismi non tossici. A titolo di esempio si possono citare composti a base di feromoni che interagiscono con lo sviluppo e la crescita dell'insetto. Gli insetticidi convenzionali, al contrario, sono sostanze sintetiche che inattivano od uccidono gli insetti.

4.13 I vantaggi dei bioinsetticidi.

Sono solitamente **meno pericolosi** durante l'applicazione rispetto agli insetticidi convenzionali.

- ♦ I bioinsetticidi **agiscono quasi esclusivamente sugli insetti bersaglio**, oltre che su pochi altri organismi, al contrario i fitofarmaci convenzionali sono attivi su un largo spettro di organismi (uccelli, altri insetti e mammiferi).

- ♦ I bioinsetticidi **sono efficaci in basse quantità** e velocemente degradabili, creano meno problemi di inquinamento rispetto a quelli convenzionali.

- ♦ I bioinsetticidi, secondo le industrie produttrici, **favoriscono la crescita della coltura** e diminuiscono l'esigenza degli insetticidi tradizionali.

4.13.1 L'uso di *Bacillus thuringiensis*

Verificato l'effetto che le tossine Bt hanno sugli insetti, si è pensato di utilizzarle nel controllo dei fitofagi devastanti le colture. La procedura di applicazione di un insetticida Bt si effettua mediante nebulizzazione delle spore batteriche in associazione a molecole attrattive per gli insetti.

I geni codificanti per le tossine sono stati isolati e clonati ed è stato possibile anche integrarli in genomi di piante coltivate. L'azione insetticida di Bt è stata dimostrata, ma la sua efficacia potrebbe diminuire con lo sviluppo di varietà di insetti resistenti. Queste nuove tecniche vincolano le popolazioni di insetti ad una pressione selettiva più limitata in confronto al trattamento classico.

Bt sembrerebbe offrire grandi vantaggi rispetto ai prodotti fitosanitari tradizionali:

1. Si suppone che non comporti alcun rischio per l'ambiente, il produttore ed il consumatore.
2. I costi di produzione sono bassi.
3. Il tasso di scoperta di nuovi ceppi è elevato.
4. L'omologazione di nuovi prodotti è semplice, rapida e poco costosa.
5. Si possono preservare le specie di insetti impollinatori, predatori e parassitoidi.
6. Le tossine non presentano rischi di accumulo nella catena trofica perché sono degradate in breve tempo, limitando anche l'impatto sull'ambiente.
7. Elevata specificità tra le varie specie di insetti dannosi e non.

Per questi motivi fondamentali, Bt interessa sempre più grandi società industriali agronomiche. Il suo studio è orientato verso nuovi prodotti bioinsetticidi e nuove prospettive di sviluppo degli OGM.

I prodotti che derivano da Bt costituiscono la quasi totalità dei bioinsetticidi tuttora utilizzati. Le cellule Bt sono poste in coltura in fermentatori e poi indotte alla sporulazione. Si procede con l'estrazione delle spore e dei cristalli proteici. Si tenga presente però che l'eliminazione rapida delle tossine è un punto di debolezza nell'applicazione di questo genere di insetticidi, infatti il lasso di tempo entro cui le tossine sono attive è breve: esse sono rapidamente degradate da fattori chimici (ossidazione), fisici (irradiazione solare) e biologici.

4.13.2 Lotta contro i nematodi fitopatogeni

La lotta classica verso le specie di nematodi dannose per le colture si effettua mediante due principali strategie: la lotta chimica e la lotta biologica.

Per ottimizzare l'uso dei prodotti chimici, risulta importante pianificare un trattamento preventivo. Prima della semina delle piante il terreno deve essere disinfestato per prevenire infezioni patogene di qualsiasi tipo. In particolare, le fumigazioni sono molto utili ad arginare lo sviluppo dei nematodi. Dopo la semina si procede con altri trattamenti (non fumiganti) per prevenire le specie "veicoli" di virus. I livelli di tossicità di questo tipo di trattamento sono già stati ampiamente discussi all'inizio di questo capitolo: esistono elevati rischi di tossicità e di contaminazioni ambientali.

La creazione di vegetali transgenici resistenti ai nematodi è una strategia che consente alle piante di esprimere un gene "anti-nematode", integrato nel loro genoma. Il gene clonato può essere: un gene nonsense, che codifica per un mRNA simile ad uno di quelli che stimolano la formazione del sito nutritivo, un gene suicida che codifica per una proteina letale per la cellula che viene attivato durante l'infezione, oppure un gene della pianta (anticorpo di tessuti vegetali), che permette la sintesi di proteine capaci di creare un'infezione nel nematode. Gli esperimenti vengono in genere condotti su *Arabidopsis thaliana*, utilizzata come modello di interazione pianta-nematode. Questa pianta è una crucifera e presenta alcuni vantaggi: un genoma di dimensioni ridotte (100 milioni di paia di basi, $2n=10$ cromosomi) ed un ciclo di sviluppo breve (circa due mesi da una generazione all'altra). Inoltre quest'ultima sviluppa radici fini e traslucide che si prestano particolarmente bene a studi sui nematodi. *Arabidopsis thaliana* si trova ad essere ospite per la maggior parte di *Meloidogyne* e non di *Heterodera* sp *Globodera*. E' da notare che nessuno dei differenti ecotipi di *Arabidopsis* testati con i nematodi, presenta una resistenza naturale. Il ciclo di diverse specie di nematodi, riprodotto interamente in vitro, ha permesso di visualizzare meglio le diverse tappe di infestazione.

Alcuni studi mirano a creare delle piante GM che abbiano integrato i geni per le lectine. Queste ultime costituiscono un gruppo di proteine in grado di legare degli specifici carboidrati presenti nei tessuti.

Molte piante possiedono lectine, distribuite in alcuni organi: nelle foglie, nelle radici e negli organuli di accumulo di sostanze di riserva. Le lectine sono presenti in molti alimenti (piselli, fagioli, cereali,...) alcune sono dannose per l'organismo in quanto danneggiano in modo irreversibile la struttura intestinale, il pancreas e i centri di produzione di enzimi digestivi. Un esempio è costituito dai fagioli rossi che contengono delle lectine dannose alla salute di uomini ed animali, per questo motivo vengono bolliti prima di essere integrati nella dieta. Con il suddetto procedimento vengono distrutte e disattivate le catene proteiche dannose.

In ogni caso, la maggior parte delle lectine non ha assolutamente effetti nocivi, a parte quello di legarsi alla superficie della parete intestinale.

4.13.3 Lotta agli insetti mediante funghi entomopatogeni GM

Le epidemie fungine possono causare impatti drammatici sugli insetti, per questo si possono utilizzare tali organismi nella lotta biologica.

Già nel 1923 la “lemultina”, a base di *Beauveria tenella*, veniva usata nella lotta contro i maggiolini e rappresentava una novità per il mercato fitosanitario.

Attualmente, le applicazioni sono orientate verso la realizzazione di **micoinsetticidi**.

Gli studi di identificazione, di isolamento, di caratterizzazione e di commerciabilità delle tossine fungine, che permettono di controllare le popolazioni di insetti, saranno sempre più diffusi.

Oggi, una dozzina di insetticidi sono utilizzati nella lotta biologica, tra questi: *Beauveria bassinia*, contro la piralide del mais (*Ostrinia nubilalis*), *Beauveria brongnartii*, contro il verme bianco della canna da zucchero.

L'uso di funghi entomopatogeni dipende dal loro grado di adattamento alle condizioni ambientali sfavorevoli. I ceppi vanno ricercati in base alla tollerabilità, alle condizioni ambientali ed ai tempi di sviluppo della malattia.

L'uso dei transgeni può permettere di superare questi limiti. La trasformazione dei funghi dipende solamente dalla scelta dei geni di interesse.

Ricercatori americani dell'università di Cornell (1996) hanno lavorato molti anni nella ricerca delle interazioni tra il fungo entomopatogeno *Metarhizium anisopliae* e gli insetti. Quest'ultimo produce una serie di enzimi (che appartengono al gruppo delle proteasi, chitinasi ed esterasi), capaci di attaccare e distruggere la cuticola degli insetti. La ricerca ha evidenziato l'importanza di una proteasi capace di accelerare la degradazione della cuticola degli insetti.

Per questo motivo il gene Pr1 viene inserito in un plasmide batterico nel quale il promotore ed il terminatore derivano da un gene di *Aspergillus nidulans*; il gene marcatore è un gene di resistenza all'ampicillina.

4.13.4 L'uso di Baculovirus

I baculovirus sono virus patogeni per gli artropodi (insetti, crostacei, acari), mentre non infettano le forme viventi superiori.

Essi sono considerati potenziali insetticidi biologici data la loro alta specificità verso gli insetti, caratteristica da sfruttare nella lotta contro le specie devastanti, anche se, come si vedrà nel prosieguo, questa alta specificità presenta i suoi limiti.

I vantaggi di *Baculovirus* come bioinsetticida sono notevoli:

Alta specificità nei confronti degli invertebrati, non risulta quindi dannoso per le forme di vita superiori, uomo compreso. Non sono noti effetti dannosi per gli animali, in prossimità di luoghi in cui vi siano state naturali

epidemie da *Baculovirus*. Inoltre, mai è stato isolato un *Baculovirus* in un vertebrato.

Gli insetti infettati muoiono sempre.

Non esiste alcuna prova da cui dedurre una qualche forma di resistenza da parte degli insetti.

Si sono condotti studi tramite infezione volontaria di animali e cellule in coltura, per verificare reazioni allergiche, teratogene ed oncologiche. A livello molecolare gli studi effettuati mirano a valutare la capacità di integrazione del genoma virale all'interno di quello animale e viceversa, oltre che alla sintesi di anticorpi monoclonali contro *Baculovirus*.

Si è scoperto che è possibile utilizzare *Baculovirus* nella lotta contro gli insetti come vettore di proteine ricombinanti che codificano, ad esempio, per alcune tossine di aracnidi (ragni e scorpioni).

4.14 Aspetti etici.

In campo medico, negli ultimi centocinquanta anni, l'uomo ha compiuto passi da gigante: basti pensare alla sterilizzazione, alla scoperta degli antibiotici ed alle tecniche chirurgiche. Tali sviluppi non sono da paragonare con quanto conseguito dall'avvento delle biotecnologie.

Lo schema seguente illustra alcuni esempi di modificazioni genetiche.

BATTERIO O VEGETALE	SCOPO DELLA MODIFICAZIONE GENETICA
Escherichia coli	Produzione dell'insulina umana
Colza	Hirudina, un anticoagulante ottenuto dall'inserimento nella pianta di un gene proveniente dalla sanguisuga.

Gli studi in campo medico non possono più essere fermati. Diverso è il discorso per quanto riguarda lo studio sulla clonazione umana: man mano che si procede nelle scoperte, aumentano le implicazioni etiche che vincolano l'orientamento verso un blocco totale degli esperimenti. Comunque, anche in campo scientifico, bisogna porsi sempre in una posizione critica e di riflessione morale ed etica, in quanto le nuove tecnologie hanno ribaltato il vecchio modo di agire e sperimentare proprio dei nostri padri.

4.14.1 OGM e coscienza.

Da sempre, in campo scientifico, le prove sperimentali sono state effettuate in laboratorio, in un ambiente rigidamente protetto, con la possibile interruzione dell'esperimento in caso di problemi. Tale modo di agire si ritrova agli inizi degli studi biotecnologici sugli OGM: una volta messi a punto i protocolli essi venivano trasferiti alle industrie ed ivi impiegati per

l'ottenimento di prodotti commerciali. A titolo di esempio si cita la produzione dell'insulina e dell'ormone della crescita per mezzo di batteri. In questi anni, però, si sono susseguite tutta una serie di prove in ambiente non confinato con piante transgeniche: attualmente campi GM a scopo commerciale sono presenti su un territorio più grande dell'Italia. Ciò non consente di arrestare totalmente il processo in caso di "incidenti" o di fenomeni non preventivati connessi all'emissione in campo aperto di piante che avvengono di solito senza il supporto di sufficienti studi ecologici e naturalistici. Tra i rischi connessi si citano la comparsa di piante iperinvasive e la formazione di ibridi tra piante transgeniche ed isogeniche sessualmente compatibili.

Questo modo di agire può provocare dei gravi impatti sulla salute umana. Citiamo il caso del glifosato che presenta effetti mutageni. Alcuni erbicidi totali come il glufosinato e il glifosato (Roundup) pur essendo biodegradabili nel terreno nell'arco di qualche settimana, lo sono molto meno nella pianta. C'è il rischio che queste piante tolleranti ai fitofarmaci li accumulino in quantità elevata, ciò può causare ricadute negative, tramite la catena trofica, agli animali che le consumano e quindi anche all'uomo. Si è già accennato al fatto che si possano produrre vegetali a maturità ritardata mediante l'inserzione di copie antisenso di un gene. Purtroppo, in questo caso, il consumatore rischia di assimilare sostanze indesiderate, ottenute dall'azione degli enzimi che intervengono durante il processo di maturazione.

4.14.2 Passaggio di DNA da organismi diversi.

Un quadro ancora più fosco può presentarsi all'orizzonte se si tiene conto che, quando una pianta muore, il genoma può mantenersi intatto nel terreno per parecchi mesi, anche per un anno. I geni integri entrano in contatto con i batteri che sono in grado di assimilare e di scambiare direttamente tra più individui.

Dato che in natura esistono batteri generatori di tumori vegetali, come l'*Agrobacterium tumefaciens*, che possono trasmettere il materiale genetico alle piante attraverso il tumore, può succedere che il tratto genomico in oggetto venga trasmesso al vegetale e da questo in senso inverso ad altri batteri. Un gene inizialmente modificato, inserito in una pianta e successivamente trasmesso alla relativa discendenza, può essere veicolato di pianta in pianta da parte di batteri a livello delle radici. Esiste quindi la possibilità di movimento del genoma e del transgene. Si potrebbe ipotizzare quindi che nel suolo o nell'intestino dei consumatori, un transgene o una parte di esso, un genoma od un suo tratto si ricombinino con altri frammenti per dare vita a nuove entità genetiche batteriche o virali. Potrebbero formarsi nuovi agenti patogeni e quindi nuove malattie che oggi non sono assolutamente prevedibili.

4.14.3 Mancato dialogo tra le varie dottrine.

La specializzazione sempre più spinta nel campo tecnico scientifico ha portato ad una perdita della interdisciplinarietà e degli scambi di informazione tra esperti in quanto ognuno conosce perfettamente solo gli argomenti che gli competono.

Gli scienziati inoltre non hanno più coscienza filosofica e quindi non esiste più una barriera tra ciò che è bene e ciò che è male. La scienza si è posta al di fuori della morale. Tutto ciò porta ad un deliquio di onnicoscienza per cui si pensa che tutto possa essere sotto controllo e conosciuto. Da quanto è emerso precedentemente invece, nel campo degli OGM, per ignoranza o imprudenza, potremmo avere degli effetti indesiderati a cui potrebbero conseguire nuove patologie o danni irreversibili all'ecosistema.

Se è vera l'ipotesi della sesta estinzione (con il connesso drammatico calo della biodiversità) e che l'unica maniera per fermarla è la scomparsa del fattore che l'ha provocata, allora l'uomo deve cambiare il suo approccio filosofico con la vita, questo gli permetterebbe di entrare in un nuovo equilibrio con gli ecosistemi che ha alterato. L'uomo dovrebbe abbandonare la visione antropocentrica ed entrare a far parte di un'armonia globale che coinvolge la Terra. Quindi, qualsiasi iniziativa l'uomo debba prendere, è necessario che conosca quali sono gli effetti prevedibili e valuti con la più infinita attenzione anche le più piccole potenziali variazioni che potrebbero verificarsi all'ambiente.

Con estrema modestia noi pensiamo che il primo passo sia la creazione di un'authority che sappia valutare e giudicare se gli esperimenti nel campo OGM sono compatibili con l'ecosistema nel quale viviamo.

Bibliografia

Alberts B., D. Bray, A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, L'essenziale di biologia molecolare della cellula, Zanichelli 1999.

Ananda Kumar P., R.P. Sharma, V.S. Malik, The insecticidal proteins of *Bacillus thuringiensis*, *Adv. Appl. Microbiol*, 42:1-43, 1996.

Antonietti A., "Geni" e agricoltura, *Atti e Memorie della Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona*, Anno Accademico 1990-91, Serie VI - Vol. XLII, Verona.

Bardone E., Viglia A., Il ruolo delle biotecnologie nella salvaguardia ambientale, *Genio Rurale*, n.7/8, 1991.

Bologna G., Gesualdi F., Piazza F., Saroldi A., *Invito alla sobrietà felice*, Missionaria Italiana Editrice, Bologna, 2000

Broda P., *Plasmids*, W.H. Freeman & Co., Oxford, 1979.

Brunke, Meeusen, *Insect control with genetically engineered crops*, *Trends Biotechnol.* 9: 197-200, 1991.

Buiatti M., *Biotecnologie da riconvertire*, *Atti del Seminario "Le Biotecnologie"*, Ministero dell'Ambiente, Roma 24 settembre 1999

Bush, L. Lacy, W.B. Burkhardt, J. e Lacy, L. R., *Plants, Power, and Profit: Social, Economic and Ethical Consequences of the New Biotechnologies*, Blackwell Publishers, Cambridge, Mass., 1992.

Buttel F. H., *Ideologia e tecnologia in agricoltura sul finire del ventesimo secolo: le biotecnologie come simbolo e come sostanza*, *La Questione Agraria*, n.48, 1992.

Chakrabarty A.M., *Microorganisms having multiple compatible degradative energy-generating plasmids and preparation thereof*, U.S. patent 4,259,444 March 1981.

Christou, *Genetic transformation of crop plants using microprojectile bombardment*, *Plant J.* 2: 275-281, 1992.

Conti L., *Produttività dell'ecosistema e produttività del lavoro, Impatto ambientale nella pianificazione territoriale*, Franco Angeli, Milano, 1989.

- Crosa J.H., Genetics and molecular biology of siderophore-mediated iron transport in bacteria, *Microbiol. Rev.* 53:517-530, 1989.
- Davies R.G., *Lineamenti di entomologia*, Zanichelli 1990
- De Blasi G., L'utilizzazione della terra e delle risorse naturali: una sfida per un mondo turbolento. *Rivista di Economia Agraria*, n.2, 1986.
- Eldredge M., *La vita in bilico*, Einaudi, 1998
- Entwistle, Cory, Bailey, Higgs, *Bacillus thuringiensis*, an environmental biopesticide: theory and practice, John Wiley & Sons, Chichester, 1993.
- Filippi E., *Corso di valutazione di impatto ambientale*, ENFAP Piemonte
- Galante E., *Agricoltura e ricerca scientifica*. INEA, Il Mulino, 1980.
- Galizzi G., *Biotechnologie: riflessi economici sulle produzioni agricole*. Lombardia Verde, n.3, 1989.
- Galizzi G., *Progresso tecnico e impresa agricola*. Edizioni Agricole, Bologna, 1960.
- Gallerani V., *Proposta per una possibile classificazione delle innovazioni tecniche in agricoltura*. P.F. "IPRA", Quaderno n.8, "L'innovazione in agricoltura ed i suoi effetti", CNR, Roma, 1985.
- Gerelli E., *La politica ambientale: problemi e situazione*, Atti del XXV Convegno di Studi della SIDEA "Problemi economici nei rapporti tra agricoltura e ambiente", Ancona, ottobre 1988.
- Gerola F., *Biologia e diversità dei vegetali*, Utet 1995.
- Glick Bernard R., Jack J. Pasternak, *Biotechnologia molecolare*, Zanichelli 1999.
- Grinstead J., *Methods in Microbiology*, vol.21, Plasmid technology, Academic Press 1988.
- Ishida, Saito, Ohta, Hiei, Komari, Kumashiro, High efficiency transformation of maize (*Zea mays* L.) mediated by *Agrobacterium tumefaciens*, *Nat. Biotechnol.* 14: 745-750, 1996.

Lechi F., Grillenzoni M., Condizioni e modi determinanti lo sviluppo sostenibile nel settore agricolo, Atti del XXI Incontro Ce.S.E.T. su "Sviluppo sostenibile nel territorio: valutazione di scenari e di possibilità", Perugia, 8 marzo, 1991.

Lodish, Baltimore, Berk, Zipursky, Matsudaira, Darnell, Molecular Cell Biology, III ed., Scientific American Books, Inc., New York 1995.

Lombardini S., Aspetti economici dello sviluppo sostenibile nel territorio, Atti del XXI Incontro Ce.S.E.T. su "Sviluppo sostenibile nel territorio: valutazione di scenari e di possibilità", Perugia, 8 marzo, 1991.

Maeda, Further development of recombinant baculovirus insecticides, Curr. Opin. Biotechnol. 6:313-319, 1995 Malagoli C., Agricoltura transgenica: quale futuro?, AGRICulture (edito dalla FIDAF, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali), n.5, 1999.

Malagoli C., Biotecnologie e sviluppo sostenibile, GENIO RURALE, n.5, Bologna, 1999.

Malagoli C., Moderne biotecnologie e politica agraria comunitaria; un connubio difficile, Rivista di POLITICA AGRARIA, n.4, agosto 1999.

Malagoli C., Moderne biotecnologie in agricoltura: una problematica aperta, Economia Agro-Alimentare, n.2/97, Parma, 1997.

Malagoli C., OGM: quale futuro per l'agricoltura, VERDE AMBIENTE, n.3 maggio/giugno, Roma, 1998.

Malagoli C., Ruolo delle moderne biotecnologie per lo sviluppo sostenibile in agricoltura, Atti del Convegno Nazionale "Agrobiotecnologie: un'agricoltura senza terra, un progresso senza l'uomo", Università degli Studi di Parma, 17 ottobre, 1998.

Odum E. P., Basi di Ecologia, Ed. Piccin, Padova, 1988.

Old R.W., S.B. Primrose, Principles of Gene Manipulation, III ed., Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1985.

Onorati, Verga, L'uomo privato, VAS (Verdi Ambiente e Società). Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Biotechnolog. Agriculture and Food, OECD, Paris, 1993.

- Paris P., Paris Q., L'agricoltura nel ventunesimo secolo: prospettive agronomiche ed economiche. *La Questione Agraria*, n.60, 1995.
- Pearse V., J. Pearse, M. Buchsbaum, R.B. Buchsbaum, *Invertebrati viventi*, Zanichelli. Pelt Jean Marie, L'orto di Frankenstein, Feltrinelli. Poli Giorgio, *Bioteologie. Principi e applicazioni dell'ingegneria genetica*, Utet 1997.
- R.Y. Stanier, *Il mondo dei microrganismi*, Zanichelli. Ramòn D., *I geni che mangiamo*, Ed. Dedalo, 2000
- Rawn J.D., Biochimica, Mc Graw-Hill Ruivenkamp G., *Bioteologie "su misura": possibilità di uno sviluppo centrato sull'azienda agricola*. *La Questione Agraria*, n.48, 1992.
- Sachs W., *Sostenibile è bello - bello è sostenibile?*. All'interno di: "Colloqui di Dobbiamo 10-12 settembre", con il patrocinio del Segretario Generale del Consiglio d'Europa, *Dobbiamo Alta Val Pusteria Alto Adige*, pp. 7-12, 1998
- Saiki R.K., D.H. Gelfand, e altri, *Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase*, *Science* 239: 487-491, 1998.
- Salvioni C., *Effetti potenziali dell'applicazione di bioteologie in agricoltura*, *Rivista di Politica Agraria*, n.3, 1991.
- Shah, Rommens, Beachy, *Resistance to diseases and insects in transgenic plants: progress and applications to agriculture*, *Trends Biotechnol.* 13: 362-368, 1995.
- Slater S. and all, *Metabolic engineering of Arabidopsis and Brassica for poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) copolymer production*, *Nature Biotechnology*, vol 17 n°10, 960-961 (1999).
- Smith John E., *Bioteologie*, Zanichelli 1999. Sorlini C., "Bioteologie e sicurezza", *Atti del Seminario "Le Bioteologie"*, Ministero dell'Ambiente, Roma, 24 settembre 1999.
- Taiz L., E. Zeiger, *Fisiologia vegetale*, Piccin 1996.
- Van Rie, *Insect control with transgenic plants: resistance proof?*, *Trends Biotechnol.* 12: 165-168, 1994.

Walden, Wingender, Gene-transfer and plant-regeneration techniques, Trends Biotechnol. 13: 324-331, 1995.

Watson J.D., J. Tooze, D.T. Kurtz, Recombinant DNA. A short course, Scientific American Books, New York, 1983.

Watson J.D., N. Hopkins, J.W. Roberts, Biologia molecolare del gene, vol 1, Zanichelli. Winnacker, From genes to clones: introduction to gene technology, VCH, New York, 1987.

INDICE

PREMESSA	1
INTRODUZIONE	3
CAPITOLO I. BIODIVERSITA'	4
1.1 CHE COS'È LA "BIODIVERSITÀ"?	4
1.1.1 <i>Cos'è la diversità specifica?</i>	5
1.1.2 <i>Che cos'è una specie?</i>	5
1.1.3 <i>Cos'è la variabilità intraspecifica?</i>	5
1.1.4 <i>A cosa serve la variabilità intraspecifica?</i>	5
1.1.5 <i>Come si origina una nuova specie, ovvero: come si forma la biodiversità specifica?</i>	5
1.1.6 <i>Quali altri aspetti della biodiversità possiamo considerare?</i>	6
1.1.7 <i>Cos'è la diversità di habitat?</i>	6
1.1.8 <i>Cos'è la diversità ecologica o di "nicchia ecologica"?</i>	6
1.1.9 <i>Cos'è la diversità morfologica?</i>	7
1.1.10 <i>Cos'è la diversità genetica?</i>	7
1.2 QUAL'È L'IMPORTANZA DELLA "BIODIVERSITÀ"?	7
1.2.1 <i>Qual è l'importanza della biodiversità per gli ecosistemi?</i>	7
1.2.2 <i>La biodiversità è il sistema di autoprotezione degli ecosistemi.</i>	8
1.2.3 <i>Qual è il valore della biodiversità per l'uomo?</i>	8
1.2.4 <i>Qual è il valore della diversità di habitat e di paesaggio?</i>	9
1.3 L'UOMO HA ALTERATO LA BIODIVERSITÀ?	9
1.3.1 <i>Cosa successe quando l'uomo cacciatore-raccoglitore si diffuse su tutto il globo.</i>	10
1.3.2 <i>Cosa successe dopo l'invenzione dell'agricoltura?</i>	10
1.3.3 <i>L'allevamento influisce sulla biodiversità?</i>	11
1.3.4 <i>La nascita dell'industria ha lasciato il segno sulla biodiversità?</i>	11
1.3.5 <i>Che succede con l'industrializzazione dell'agricoltura?</i>	12
1.3.6 <i>Il calo della biodiversità riguarda solo i paesi industrializzati?</i>	13
1.3.7 <i>Quali effetti ha la circolazione di organismi animali e vegetali su tutto il globo?</i>	13
1.3.8 <i>Come l'uomo ha manipolato la biodiversità genetica?</i>	14
1.3.9 <i>C'è conflitto tra la strategia degli uomini e la strategia della natura?</i>	14
1.4 COSA SI SA DELLA BIODIVERSITÀ OGGI?	15
1.4.1 <i>Quante sono le specie viventi sulla terra?</i>	15
1.4.2 <i>Che cos'è la sesta estinzione?</i>	15

1.4.3	<i>Quante specie scompaiono attualmente sulla terra?</i>	16
1.4.4	<i>Ci possiamo rendere conto del calo della biodiversità?</i>	16
1.5	GLI OGM INFLUISCONO SULLA BIODIVERSITÀ?	17
1.5.1	<i>Quali ricadute si possono ipotizzare sul paesaggio e sulla biodiversità del territorio coltivato?</i>	17
1.5.2	<i>Quali sono le ricadute ipotizzabili, a lungo termine, sulla biodiversità degli ecosistemi.</i>	17
1.6	CONCLUSIONI: È LECITO ADOTTARE UN PRINCIPIO DI PRECAUZIONE?	18

CAPITOLO II. AGRICOLTURA ED ECONOMIA.....19

2.1	STORIA DELL'AGRICOLTURA E DELL'ECONOMIA AGRICOLA	19
2.1.1	<i>Da quando l'uomo è intervenuto sull'ambiente?</i>	19
2.1.2	<i>Qual' è stata l'evoluzione demografica umana?</i>	19
2.1.3	<i>Come si è evoluta l'agricoltura nel corso dei millenni?</i>	19
2.1.4	<i>Come si è evoluta, di conseguenza, l'economia agricola con la rivoluzione dei trasporti?</i>	20
2.1.5	<i>Esistevano già delle tecniche agricole per sfruttare al massimo le risorse del terreno ed ottenere dei vantaggi economici?</i>	20
2.1.6	<i>Come si è evoluta economicamente l'agricoltura nel medioevo?</i>	21
2.1.7	<i>Qual è stata la seconda rivoluzione agricola?</i>	21
2.1.8	<i>Come visse l'Italia quel periodo?</i>	21
2.1.9	<i>Qual' è stata la terza rivoluzione agricola?</i>	21
2.2	L'AGRICOLTURA ATTUALE ED I PROBLEMI ECONOMICI DEI NOSTRI GIORNI	22
2.2.1	<i>Quali sono i problemi nei quali è tuttora coinvolto l'agricoltore?..</i>	22
2.2.2	<i>Come viene suddivisa economicamente la popolazione mondiale?</i>	22
2.2.3	<i>Come si prevede che evolverà in futuro il numero di individui in proporzione alla superficie sfruttabile per l'agricoltura?</i>	23
2.2.4	<i>Come sono distribuite le zone sfruttabili in agricoltura rispetto a quelle che non lo sono?</i>	23
2.2.5	<i>Quali scopi devono avere le diverse tecniche agricole per essere utili allo sviluppo economico?</i>	23
2.3	LE TECNICHE AGRICOLE MODERNE	23
2.3.1	<i>Quali sono alcune delle pratiche agrarie oggi utilizzate?</i>	23
2.3.2	<i>In merito alle tecniche agricole: a cosa serve lo sfalcio e l'incendio di un determinato territorio?</i>	24
2.4	COME INCIDE L'AGRICOLTURA SULL'AMBIENTE	25
2.4.1	<i>Quali sono gli inconvenienti dell'agricoltura? Che impatto hanno sulla produzione agricola?</i>	25
2.4.2	<i>Come vengono sfruttate le diverse zone aree nelle diverse zone climatiche del pianeta?</i>	26
2.5	LEGAME TRA AGRICOLTURA ED ECONOMIA	27
2.5.1	<i>Quali sono i problemi dell'agricoltura dei nostri giorni che si rifletto-</i>	

<i>no sull'andamento economico?</i>	27
2.5.2 <i>Cosa dovrebbero garantire le scelte politico-economiche all'agricoltura odierna?</i>	27
2.5.3 <i>Quali sono questi steps?</i>	27
2.6 NUOVI SISTEMI DI PRODUZIONE AGRICOLA	29
2.6.1 <i>Qual' è la realtà agricola dei nostri tempi?</i>	29
2.6.2 <i>Che cos'è in pratica la rivoluzione verde?</i>	29
2.6.3 <i>Quali altri problemi si possono verificare con l'applicazione del sistema industrializzato?</i>	29
2.6.4 <i>Che cos'è e quali svantaggi possono derivare da una pratica monocolturale?</i>	30
2.6.5 <i>Che conseguenze presenta il calo della biodiversità per l'economia agraria?</i>	30
2.6.6 <i>Come si riflette la pratica agricola monocolturale sui paesi del terzo mondo?</i>	31
2.6.7 <i>Quali sono i vantaggi per una coltura ad elevata resa?</i>	32
2.7 L'AVVENTO DELL' AGRICOLTURA SOSTENIBILE	32
2.7.1 <i>Che cos'è l'agricoltura sostenibile?</i>	33
2.7.2 <i>Quali sono le politiche ed i piani per uno sviluppo agricolo sostenibile?</i>	33
2.8 EUROPA E RIFORMA PAC	34
2.8.1 <i>Qual'è l'inquadramento europeo?</i>	34
2.8.2 <i>Qual'è l'ultima riforma agricola europea?</i>	34
2.8.3 <i>Le foreste sono interessate da questa politica?</i>	35
2.8.4 <i>Come è possibile controllare che la riforma PAC abbia successo?</i>	36
2.8.5 <i>Quali sono i sopraccitati indicatori ambientali?</i>	36
2.8.6 <i>Come funziona un indicatore ambientale?</i>	36
2.9 FENOMENI MOLTO DISCUSSI: LA GLOBALIZZAZIONE E LA MONDIALIZZAZIONE	37
2.9.1 <i>Che cosa si intende per globalizzazione e mondializzazione?</i>	37
2.9.2 <i>Come si inquadra questo fenomeno con l'agricoltura?</i>	37
2.9.3 <i>La globalizzazione può essere solo considerata una minaccia?</i>	38
2.10 L' AGRICOLTURA BIOLOGICA	39
2.10.1 <i>Che cos'è l'agricoltura biologica?</i>	39
2.10.2 <i>Qual'è la situazione dell'agricoltura biologica in Europa?</i>	40
2.11 CONCLUSIONI	42
CAPITOLO III. LA VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)	43
3.1 COSA SI INTENDE PER AMBIENTE?	43
3.2 COSA SI INTENDE PER ECOSISTEMA?	43
3.3 COS'È UN IMPATTO AMBIENTALE?	43

3.3.1	<i>Quali sono le sorgenti d'impatto ambientale?</i>	44
3.3.2	<i>Quali sono le tipologie d'impatto ambientale?</i>	44
3.3.3	<i>Quali sono i bersagli d'impatto ambientale?</i>	45
3.4	COSA SI INTENDE PER COMPATIBILITA' AMBIENTALE?	46
3..5	QUALI SONO GLI STRUMENTI DI CUI L'UOMO DISPONE PER PRESERVARE LO STATO DI SALUTE LO STATO DI SALUTE DELL'AMBIENTE E PER PREVEDERE I POSSIBILI DANNI/IMPATTI?.....	46
3.6	COS'È LA VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE?.....	46
3.6.1	<i>Quando, dove e perché è stata ideata la VIA?</i>	48
3.6.2	<i>Cos'è il principio di prevenzione?</i>	49
3.6.3	<i>Chi sono gli addetti alla VIA?</i>	49
3.6.4	<i>Cosa si intende per sistema di monitoraggio ambientale?</i>	50
3.6.5	<i>Il pubblico viene informato degli studi e dei progetti in atto e può esprimere un proprio parere?</i>	50
3.6.6	<i>Esiste una sintesi di un SIA, in linguaggio non tecnico, accessibile al pubblico?</i>	50
3.7	GLI OGM E LA VIA.....	50
3.8	GLI OGM E LA LEGISLAZIONE	51
3.8.1	<i>Quadro normativo comunitario</i>	51
3.8.2	<i>Quadro normativo nazionale</i>	51
3.9	GLI OGM E LA VRA: QUALI SONO I POSSIBILI RISCHI AMBIENTALI GENERATI DAGLI OGM?.....	52
3.9.1	<i>Le PGM</i>	53
3.9.2	<i>Casi studio</i>	57
3.10	CONCLUSIONI	58
CAPITOLO IV. OGM NOTIZIE GENERALI ED ETICA.....		59
4.1	PERCHÉ SI PARLA DI NUOVE BIOTECNOLOGIE?.....	59
4.2	CHE COS'È UN OGM?.....	59
4.2.1	<i>Che cosa si intende per "universalità del codice genetico"?</i>	59
4.3	CHE DIFFERENZA C'È TRA SELEZIONE GENETICA NATURALE E MANIPOLAZIONE GENETICA IN LABORATORIO?.....	60
4.4	COME SI SONO EVOLTE LE BIOTECNOLOGIE NELLA STORIA?.....	60
4.4.1	<i>Perché si vogliono creare gli OGM?</i>	62
4.4.2	<i>Come si può isolare un gene dall'organismo donatore?</i>	62
4.5	QUALI SONO I VANTAGGI ECONOMICI ALLA BASE DELLA PRODUZIONE DEGLI OGM?.....	62
4.5.1	<i>Qual è la situazione economica degli OGM negli Stati Uniti?</i>	63
4.5.2	<i>Qual è la situazione economica degli OGM in Europa?</i>	63
4.6	CENNI SULLE APPLICAZIONI DEGLI OGM IN CAMPO MEDICO.....	63
4.6.1	<i>A che cosa si vuole arrivare mediante l'applicazione medica delle biotecnologie?</i>	64
4.7	QUALI SONO LE STRATEGIE CHE LE MULTINAZIONALI VOGLIONO UTILIZZARE	

PER RISOLVERE IL PROBLEMA DELLA FAME NEL MONDO?.....	66
4.8 COME SI OTTIENE UN OGM?.....	66
4.8.1 Quali sono le altre tecniche di trasferimento genetico?.....	68
4.9 QUALI SONO I VANTAGGI NEL CAMPO ALIMENTARE NELL'USO DEGLI OGM?.....	69
4.10 RISCHI NELL'USO DI VARIETÀ TRANSGENICHE.....	70
4.11 QUALI SONO LE APPLICAZIONI DEGLI OGM IN CAMPO AGRICOLO?.....	70
4.12 LA CREAZIONE DEGLI INSETTICIDI.....	70
4.13 I VANTAGGI DEI BIOINSETTICIDI.....	71
4.13.1 L'uso di <i>Bacillus thuringiensis</i>	72
4.13.2 Lotta contro i nematodi fitopatogeni.....	72
4.13.3 Lotta agli insetti mediante funghi entomopatogeni GM.....	74
4.13.4 L'uso di <i>Baculovirus</i>	74
4.14 ASPETTI ETICI.....	75
4.14.1 OGM e coscienza.....	75
4.14.2 Passaggio di DNA da organismi diversi.....	76
4.14.3 Mancato dialogo tra le varie dottrine.....	77
BIBLIOGRAFIA	78
INDICE	83

