

PROGETTO

INNOVAZIONE SCIENTIFICA E RESPONSABILITA'
CONOSCERE PER DECIDERE

OGM - NUCLEARE SI? NO?

LAVORO DI RICERCA E INFORMAZIONE REALIZZATO DA STUDENTI
del

LICEO SCIENTIFICO "G. PEANO"

ITIS "MARIO DEL POZZO"

in collaborazione con

ASSOCIAZIONE
RIVEDER LE STELLE

Comune di Cuneo



**INNOVAZIONE SCIENTIFICA
E RESPONSABILITA'**
conoscere per decidere

7 febbraio 2011, ore 21

I rischi del nucleare, Gian Piero Godio
Cuneo - Sala riunioni ITIS, C.so A. De Gasperi 30

28 febbraio 2011, ore 21

I geni altruisti, Gabriele Milanese
Cuneo - Centro Incontri Provincia, Sala Falco, Corso Dante 41

14 marzo 2011, ore 21

**L'energia nucleare nel futuro
dell'Europa e del mondo**, Silvio Edoardo Corno
Cuneo - Centro Incontri Provincia, Sala Falco, Corso Dante 41

21 marzo 2011, ore 21

Geni troppo altruisti, Giorgio Cingolani
Cuneo - Centro Incontri Provincia, Sala Falco, Corso Dante 41

INDICE

Biotecnologie vegetali	4
Riferimenti normativi	30
Cronistoria della genetica	36
OGM	40
L'energia nucleare: cos'è e come funziona	44
Le centrali nucleari	45
Energia nucleare: aspetti sociali, politici ed economici	47
Fabbisogni e fonti di energia	53

BIOTECNOLOGIE VEGETALI

a cura della classe IV I, Liceo Scientifico "G.Peano"

PROPAGAZIONE delle PIANTE

La propagazione delle piante può avvenire in due modi diversi:

- **per via sessuale** o *gamica* detta anche *riproduzione* avviene tramite i *semi*
- **per via asessuale** o *agamica* detta anche *moltiplicazione* avviene tramite *porzioni vegetative*

La **riproduzione sessuale** avviene attraverso la fusione di una cellula sessuale femminile con una cellula sessuale maschile. Il risultato di questa gamia (dal greco gamos = nozze) tra cellule è il **seme**: *una piccola pianta in condizioni di letargo, in grado di riprendere lo sviluppo in opportune condizioni di temperatura ed umidità.*

La riproduzione sessuale porta all'unione delle informazioni genetiche materne e paterne con una notevole possibilità di combinazioni in modo da determinare nella progenie una grande biodiversità. Negli ambienti naturali se una avversità (malattie, parassiti, cambiamenti climatici) colpisce una popolazione costituita da individui identici tutti vengono colpiti e in caso di malattia mortale la popolazione si estingue. Al contrario una popolazione di una specie, costituita da individui tra loro diversi (alta biodiversità), ha maggiori possibilità di sopravvivere in quanto, al sopraggiungere dell'avversità non tutti gli individui saranno danneggiati o uccisi.*

**Nota:*

Per avere un'idea del fenomeno si pensi quando a scuola arriva una epidemia d'influenza, ci saranno tanti assenti ma c'è sempre qualcuno che non si ammala.

In agricoltura da millenni si procede cercando di ridurre la biodiversità. Chi coltiva o alleva tende costantemente ad avere piante ed animali tutti uguali: i più produttivi, i più adatti a vivere in un certo ambiente, in determinate condizioni climatiche.

Per millenni l'uomo coltivatore ha scelto di riprodurre le piante più produttive, che danno maggiori garanzie di riavere come progenie piante produttive quanto quelle da cui ha raccolto i semi. Per raggiungere questo risultato gli agricoltori, nel corso dei secoli, (anche senza conoscere la genetica) hanno scelto tra le specie coltivate, di riprodurre le piante che si **autofecondano** (*piante autogame*). L'autogamia è un processo poco frequente in natura, esso conduce ad una alta omozigosi attenuando notevolmente l'incremento della biodiversità generata dalla riproduzione sessuale con fecondazione tra individui diversi (*piante allogame*).

Tabella 1 Si chiamano *autogame* quelle piante in cui la fecondazione avviene tra polline ed ovuli dello stesso fiore (autofecondazione). Questo metodo di fecondazione, ripetendosi per generazioni e generazioni, fa sì che le popolazioni di piante autogame siano costituite da individui altamente omozigoti. Una pianta che si riproduce per autogamia sarà dunque molto simile ai suoi genitori e produrrà una prole simile a se stessa. Sono dette *allogame* le piante che si riproducono sessualmente per fecondazione incrociata. Nelle popolazioni allogame gli incroci avvengono casualmente e viene mantenuto un costante livello di eterozigosi, se le popolazioni sono sufficientemente grandi la diversità tra individuo ed individuo è elevata.

piante autogame coltivate		piante allogame coltivate		
	% di autogamia		% di allogamia	agente impollinatore
Frumento	96-99	Mais	95	Vento
Riso	90	Segale	50	Vento
Orzo	99	Girasole	80	Insetti-vento
Sorgo	90-95	Trifoglio	75	Insetti
Avena	98-99	Erba medica	80	Insetti
Soia	100	Barbabietola	100	Vento-insetti
Cece	100	Melo	100	Insetti
Pisello	68-76	Pero	100	Insetti
Fava	60-70	Olivo	75	Vento-insetti
Fagiolo comune	70	Susino	100	Insetti
Pomodoro	95-97	Nocciolo	100	Vento
Melanzana	96-99	Noce	100	Vento
Peperone	75-95	Castagno	100	Vento
Cotone	85-99	Ciliegio	100	Insetti
Albicocco	90	Canapa*	100	Vento
Pesco	90	Spinacio*	100	Vento
Agrumi	90	Asparago*	100	Insetti
Vite	80	Zucca	100	Insetti
		* specie dioiche con piante maschili e piante femminili		

La **moltiplicazione asessuale** si realizza tramite porzioni vegetative di piante che hanno la capacità di formare in modo completo una nuova pianta. Con questo metodo si ottengono piante figlie che riproducono con assoluta fedeltà (a meno di rari casi di mutazioni gemmarie) le caratteristiche genetiche e morfologiche della pianta-madre.

La moltiplicazione asessuale è il metodo propagativo dominante in arboricoltura, trova largo impiego nelle colture ortive (aglio, cipolla, fragola, cardo, ecc.), floreali (crisantemo, garofano, rosa, ecc.). Nell'ambito delle colture erbacee di pieno campo è invece poco usata (es. carciofo, patata).

Le porzioni vegetative utilizzate per la moltiplicazione sono molteplici, alcuni derivano da formazioni naturali della pianta-madre:

- tuberi (patata)
- bulbi (cipolla)
- bulbilli (aglio)
- stoloni (fragola)
- rizomi (asparago)

altri risultano da opportune manipolazioni attuate dall'uomo:

- innesto
- talea
- propaggine
- margotta
- coltura di tessuti

L'insieme degli individui, generati per moltiplicazione asessuale da un solo genitore costituiscono un **clone** (dal greco klon = germoglio). Essi hanno tutti il medesimo patrimonio genetico ed i medesimi caratteri della pianta-madre. Si chiama **clonazione** la procedura tecnica seguita per ottenere un clone.

Elementi di MIGLIORAMENTO GENETICO delle Piante

Con l'inizio dell'attività agricola l'uomo cominciò l'opera di miglioramento genetico dei vegetali, anche gli agricoltori primitivi sceglievano per la riproduzione i semi delle piante più belle e produttive. Solo in questi ultimi cento anni si sono avuti i maggiori risultati grazie alle più approfondite conoscenze ed anche per risolvere i più pressanti bisogni.

Si è trattato di una vera e propria "Rivoluzione Verde" che ha portato l'umanità ad essere in grado di produrre cibo per tutti (rimane il grande problema di distribuire il cibo a tutti).

La scoperta dei siti in cui si localizza la memoria genetica (D.N.A., R.N.A.), di come da tratti di D.N.A. chiamati *geni* si producono le proteine e la messa a punto di tecniche di trasferimento da una cellula ad un'altra di porzioni di D.N.A. ha reso possibile la costruzione di nuove piante (e nuovi animali) che uniscono in se caratteri di esseri viventi che con metodi naturali non potrebbero incrociarsi tra loro. Queste tecniche, dette di *ingegneria genetica*, hanno permesso di ottenere straordinari risultati ed aprono al medesimo tempo strade ricche di prospettive e di problemi.

Quando ci si pone a selezionare una popolazione in base ai caratteri che più ci interessano bisogna tener presente che il manifestarsi di un carattere è subordinato all'azione concorrente delle informazioni genetiche e delle condizioni ambientali. Con opportune sperimentazioni è possibile stabilire quanto di un carattere manifesto su un essere vivente sia influenzabile dall'ambiente e quindi quanto sia "ereditabile".

Con il termine ereditabilità si intende il valore numerico che indica l'influenza genetica ed ambientale sul manifestarsi di un certo carattere. Ad esempio un carattere con una ereditabilità dell'80% è poco influenzato dall'ambiente, mentre un carattere con una ereditabilità del 20% è molto influenzato dall'ambiente

Finalità del miglioramento genetico

Incremento delle produzioni: è stato fino ad oggi l'obiettivo primario delle attività di miglioramento genetico. Viene perseguito tramite l'incremento del numero e del peso dei frutti e/o dei semi ed anche riducendo le perdite es. frumento di bassa taglia per evitare l'allettamento, soia che non libera i semi a maturità (bacelli indeiscenti).

Miglioramento della qualità: concerne caratteristiche di gusto, profumo, colore, serbevolezza dei frutti, incremento della percentuale di elementi nutritivi(es. riso più ricco di proteine, mais con più aminoacidi essenziali, cotone colorato blue-jeans), eliminazione sostanze nocive (es. acido erucico dalla colza, alcol metilico dai vini prodotti con uve di ibridi euro-americani)

Resistenza alle malattie e ai parassiti: è oggi un obiettivo di primaria importanza perché il suo raggiungimento permetterebbe di eliminare o quantomeno ridurre l'uso dei pesticidi con grandi vantaggi economici per i coltivatori (non per le fabbriche produttrici di insetticidi e anticrittogamici) e per la salute dei consumatori.

Viene perseguito incrociando varietà coltivate sensibili con piante resistenti. L'ingegneria genetica ha permesso enormi progressi in questo settore.

Facilitare le operazioni di coltivazione, di raccolta e lavorazione dei prodotti: con l'aumentare dei costi della manodopera e dell'avvento della meccanizzazione è diventato un obiettivo di notevole interesse. Ad esempio piante da frutto di taglia bassa per consentire la raccolta da terra, pomodori con bacca robusta che possono essere raccolti meccanicamente.

Esercizio: verifica dell'incremento dell'omozigosi per autofecondazione.

Determinare il genotipo della progenie di 3 generazioni sviluppatesi per autofecondazione da un individuo eterozigote per due caratteri mendeliani

A: dominante
a: recessivo
B: dominante
b: recessivo

In **rosso** gli individui omozigoti

Prima generazione AaBb per autofecondazione da il **25% di individui omozigoti**

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AAbB	AAbb	AabB	Aabb
aB	aABB	aABb	aaBB	aaBb
ab	aABb	aAbb	aabB	Aabb

Gli omozigoti sono il 25%

Seconda generazione autofecondazione

AABB per autofecondazione da il 100% di individui omozigoti
AAbb per autofecondazione da il 100% di individui omozigoti
aaBB per autofecondazione da il 100% di individui omozigoti
Aabb per autofecondazione da il 100% di individui omozigoti

AABb per autofecondazione da il **50% di individui omozigoti**

	AB	Ab
AB	AABB	AABb
Ab	AAbB	AAbb

AaBB per autofecondazione da il **50% di individui omozigoti**

	AB	aB
AB	AABB	AaBB
aB	aABB	aaBB

AaBb per autofecondazione da il 25% di individui omozigoti
AAbB per autofecondazione da il 50% di individui omozigoti
Aabb per autofecondazione da il 25% di individui omozigoti
aABb per autofecondazione da il 50% di individui omozigoti
aAbb per autofecondazione da il 25% di individui omozigoti
aaBb per autofecondazione da il 50% di individui omozigoti
aABb per autofecondazione da il 25% di individui omozigoti
aAbb per autofecondazione da il 50% di individui omozigoti
aabB per autofecondazione da il 50% di individui omozigoti

Gli omozigoti sono il 56,25%

Terza generazione *autofecondazione*

Gli omozigoti sono il 69,79%

Come si evidenzia l'omozigosi aumenta di generazione in generazione.

Metodi di selezione per popolazioni di piante autogame

I metodi più utilizzati sono:

- 1- Selezione per linea pura
- 2- Selezione massale
- 3- Ibridazione

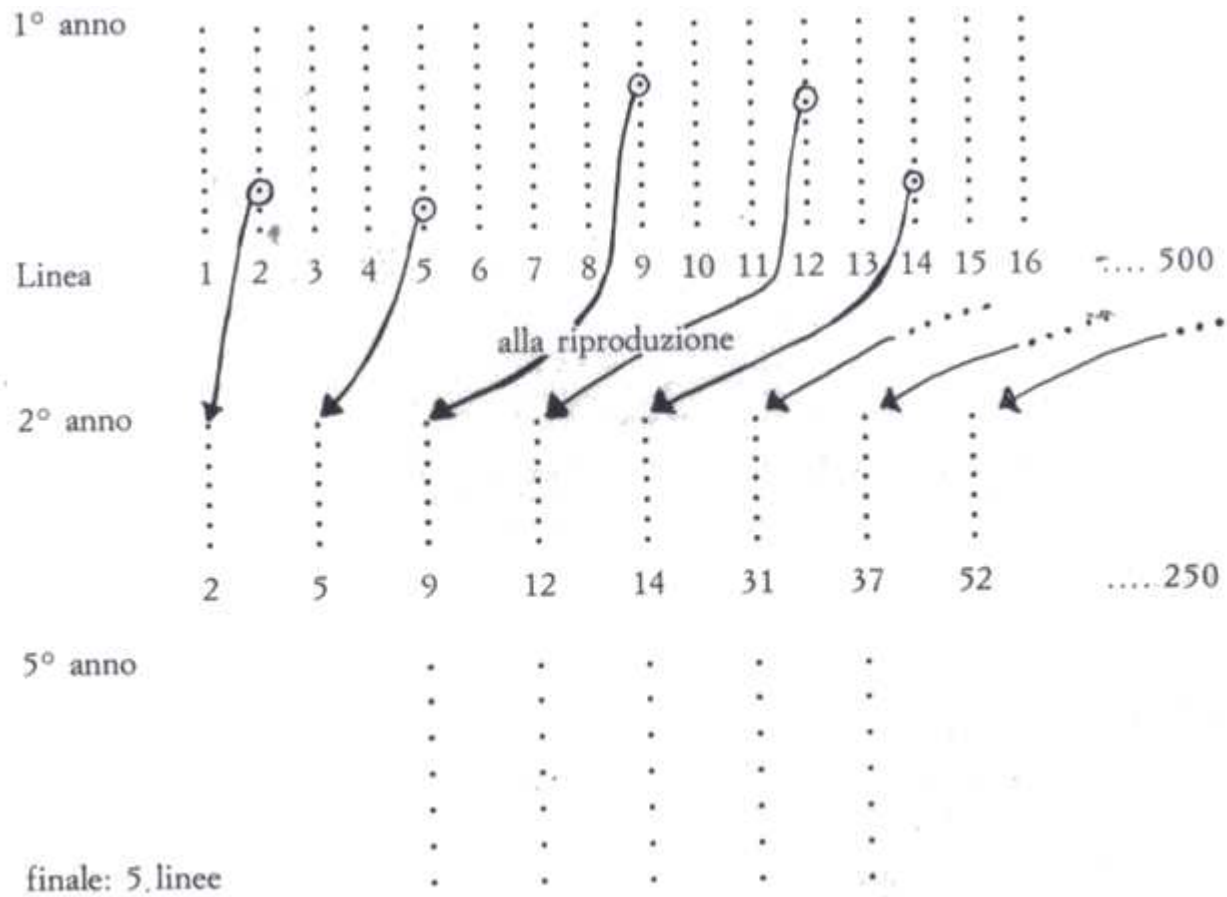
Selezione per linea pura - E' un metodo valido per ottenere nuove varietà dalle vecchie varietà locali tramandate da generazioni ed anche per migliorare le popolazioni naturali. Ebbe molto successo nel mondo occidentale tra la fine del 1800 e prima metà del 1900 quando il seme non veniva acquistato ma prodotto all'interno dell'azienda agricola. Le vecchie varietà erano costituite da un insieme di genotipi simili ma con diverse caratteristiche agronomiche.

Oggi la selezione per linea pura è un metodo efficace per paesi che sono ora al livello raggiunto dall'agricoltura in Europa e Nord America 50-100 anni fa.

Il processo di selezione avviene in tre fasi successive:

Fase 1: selezionare piante singole nella popolazione originaria in cui sussiste una buona variabilità genetica. Ad esempio, nei campi coltivati di una regione raccogliere 500 spighe di altrettante piante di frumento dotate di caratteri validi.

Fase 2: coltivare le discendenze delle singole piante (i semi di ogni spiga) in progenie - fila, per osservarne il comportamento. Per diversi anni si eliminano le linee che presentano, a vista, dei difetti. Di anno in anno il numero delle linee viene perciò ridotto. La diffusione artificiale di malattie o parassiti può essere un buon sistema per evidenziare debolezze e resistenze.



Fase 3: i semi delle 5 linee vengono coltivati in parcelle dove avviene un confronto tra le capacità produttive ed anche con le varietà presenti in commercio. La durata di questa fase è di circa tre anni ed alla fine sarà scelta la linea pura destinata alla commercializzazione.

Selezione massale – Questo sistema si differenzia dalla selezione per linea pura in quanto nella nuova varietà ottenuta si conservano quasi tutte le linee scelte dalla popolazione di partenza.

I vantaggi consistono in una maggior rapidità e nell'eliminazione della fase 3. Con la selezione massale è dunque possibile migliorare molto rapidamente varietà tradizionali eliminando, ad esempio, linee troppo precoci o troppo tardive.

Si devono scartare non più del 25% delle linee per non ridurre troppo la variabilità genetica che rende la popolazione di piante coltivate adattabile alle variazioni dell'ambiente.

La selezione massale è utilizzabile per iniziare un miglioramento su popolazioni naturali in paesi in cui l'agricoltura, estremamente primitiva, impiega piante non selezionate con ampia variabilità genetica poco produttive ma molto adattabili.

Nei paesi ad agricoltura evoluta questo sistema di selezione è utilizzato per mantenere e purificare le varietà esistenti nel corso della produzione di seme commerciale; si parla in tal caso di *selezione conservatrice*.

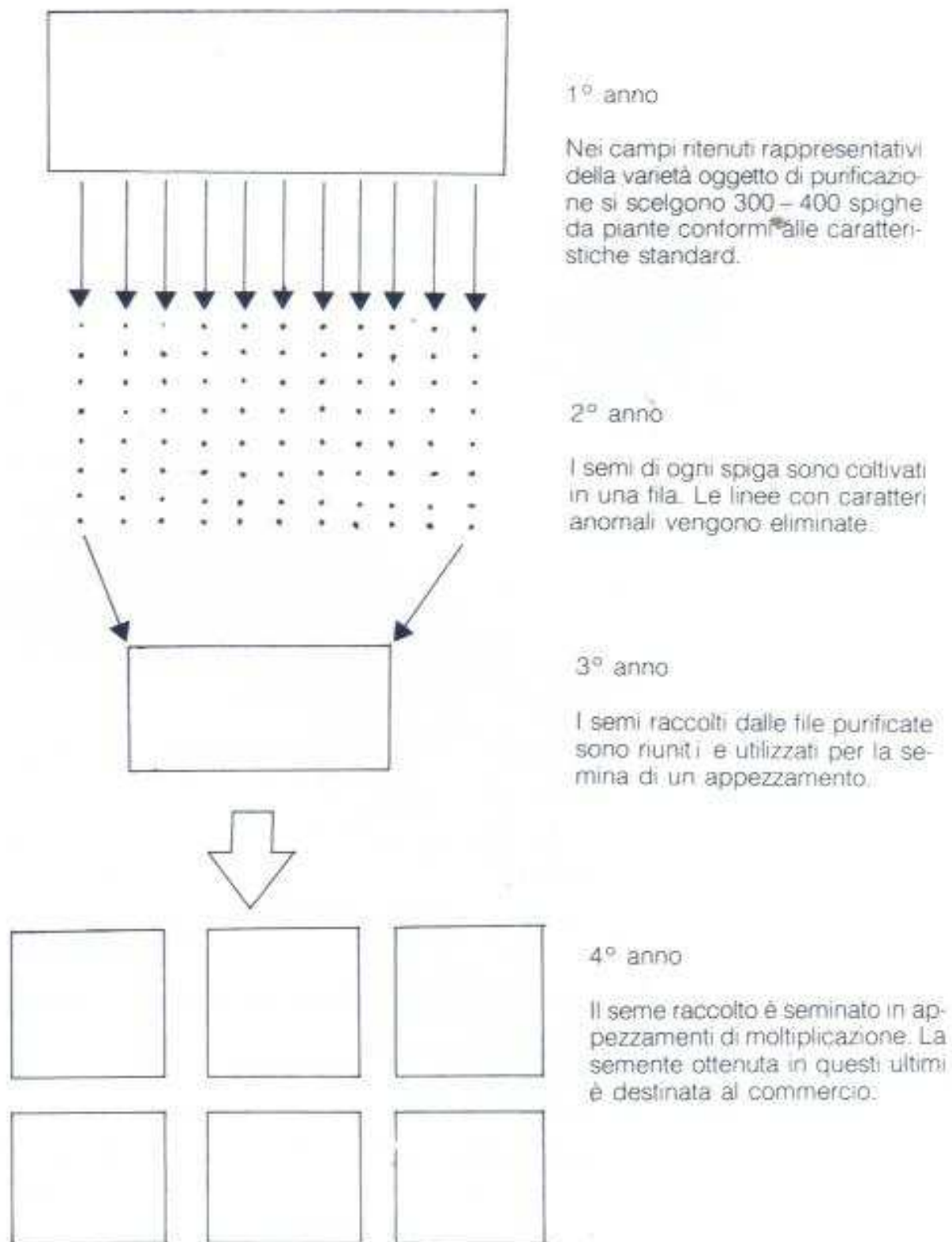


Figura 1 Esempio di Selezione conservatrice su frumento

Ibridazione – Nel miglioramento genetico delle specie autogame l'ibridazione si esegue per combinare in un singolo genotipo i geni favorevoli di due o più individui diversi. Ad esempio volendo ottenere una varietà di frumento da pane adatta alle zone pedemontane con suoli pesanti, si può fare un incrocio tra:

Frumento resistente al freddo all'umidità e alle malattie del piede	X	Frumento ad alta produttività con buone qualità panificatorie
--	---	--

L'incrocio andrà realizzato fecondando artificialmente, con il polline di una pianta donatrice, i fiori, preventivamente castrati, di una pianta porta-seme. L'operazione si esegue con l'ausilio di lente, pinzette e pennellino.

Dal prodotto dell'incrocio si ottiene un ibrido dal quale si otterranno generazioni successive che andranno seguite e selezionate per individuare nuove varietà utili. Possono essere seguiti tre metodi:

- *Pedigree*
- *Popolazione riunita*
- *Reincrocio*

Pedigree (genealogia o albero genealogico). Nelle generazioni seguenti l'incrocio si selezionano i tipi superiori e viene tenuta nota dei caratteri morfo-funzionali e di tutte le relazioni genitore progenie delle diverse linee.

La selezione ha inizio nella generazione F₂, entro la quale vengono scelte le piante ibride che si presume possano dare le migliori prestazioni. I semi di queste ultime vengono seminati in file singole. In F₃ ed F₄ molti loci genici raggiungono l'omozigosi e si evidenziano così famiglie di linee. In F₅ ed F₆ si opera una selezione non più all'interno delle famiglie ma tra le famiglie. Seguono poi le prove di produttività e l'individuazione delle linee commerciabili. (vedi fig.2)

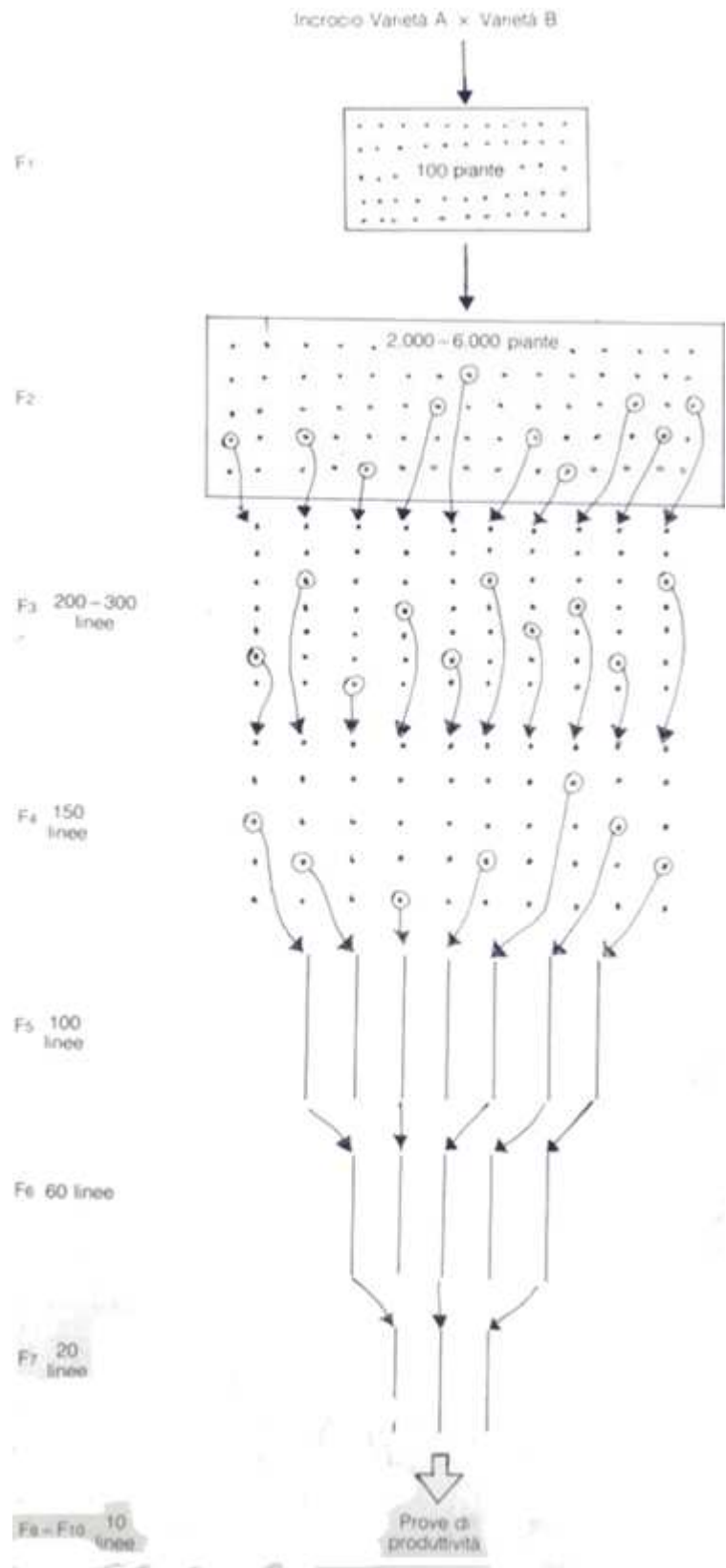


Figura 2 Esempio di selezione con il metodo pedigree su frumento

Popolazione riunita - Secondo questo metodo, nelle prime sei o sette generazioni, la popolazione ottenuta dall'ibridazione viene sottoposta, per più anni, unicamente alla selezione esercitata dall'ambiente. Successivamente vengono selezionate piante singole e si giunge all'individuazione di una o più linee utilizzabili per la coltivazione. (vedi fig.3)

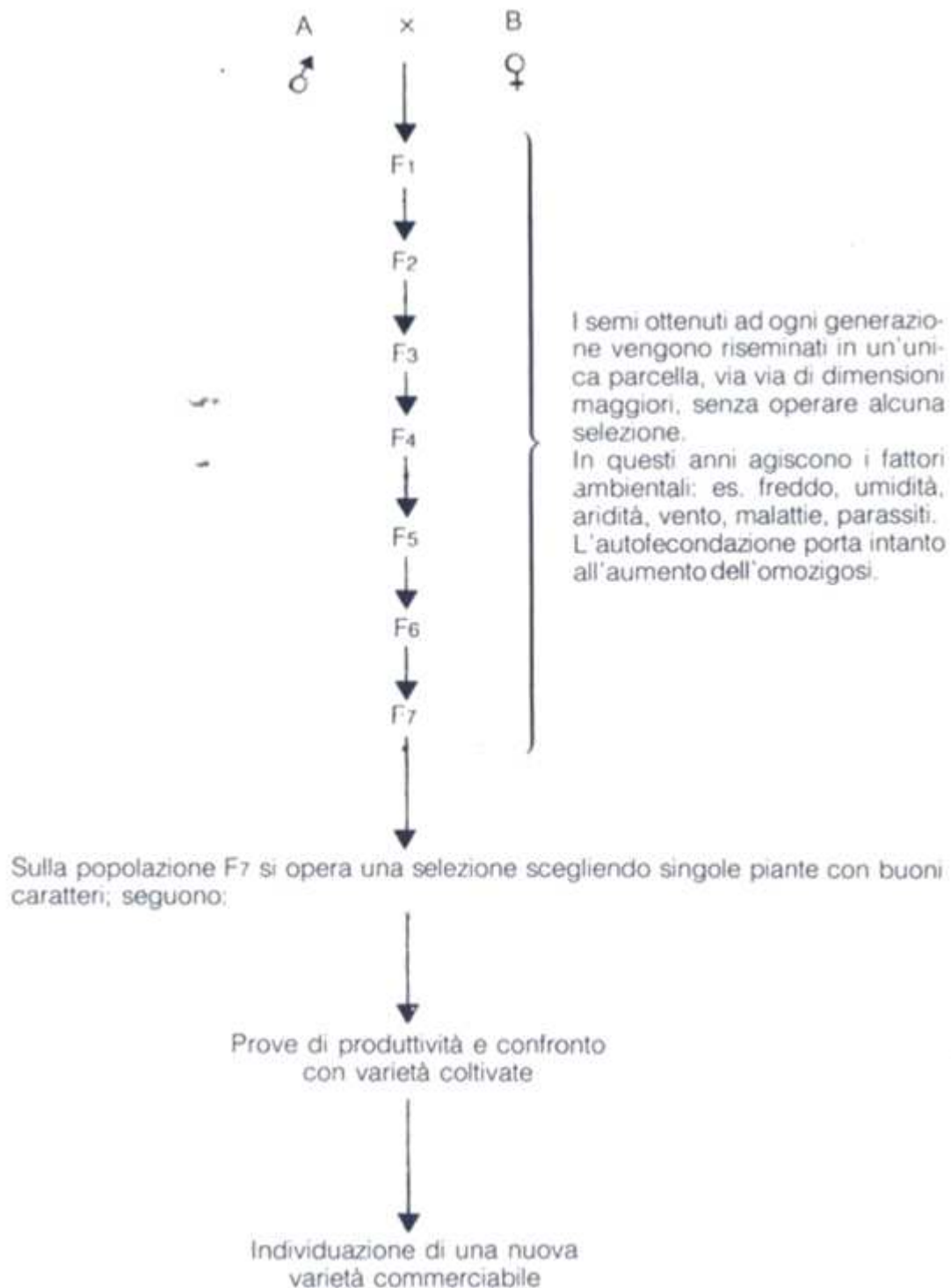


Figura 3 esempio di procedura di selezione per Popolazione Riunita

Reincrocio – E' una modalit  seguita per il miglioramento di variet  ottime per molti caratteri e scadenti solo per qualcuno. I due partner dell'ibridazione sono dunque costituiti da un individuo produttivo (A) da migliorare, detto *genitore ricorrente*, e da un individuo (B) detto *genitore donatore*, dotato del carattere che ci interessa avere nella nuova variet  che stiamo costituendo. Dopo l'incrocio A x B, torneremo a incrociare pi  volte (da 3 a 10 reincroci) il genitore ricorrente A con la progenie, sino ad ottenere individui molto simili ad A ma con in pi  il carattere interessante donato da B.

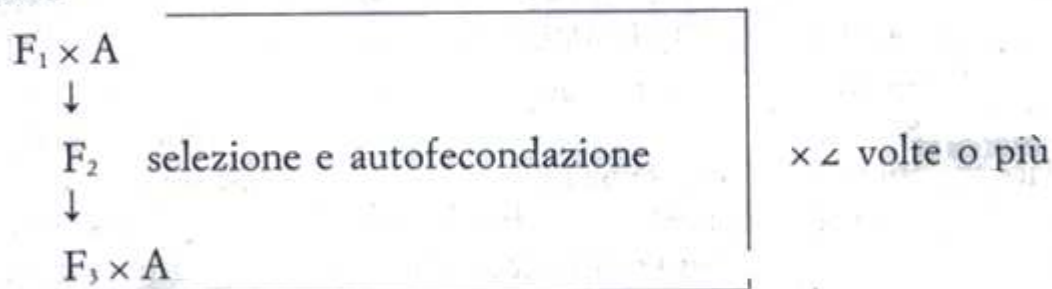
Questa tecnica   impiegabile anche per le specie allogame.

ESEMPIO:

A = genitore ricorrente: ad esempio pomodoro produttivo, particolarmente adatto alla raccolta meccanica e all'industria conserviera ma suscettibile al marciume apicale.

B = genitore donatore: ad esempio pomodoro resistente al marciume apicale.

A x B
 ♀ ↓ ♂



In F_2^n ed F_3^n si attua una selezione rigorosa

Si ottengono linee omozigoti per il carattere di B molto simili al genitore ricorrente A

Esse vengono riunite, moltiplicate e commercializzate.

Metodi di selezione per popolazioni di piante allogame

La selezione nelle specie allogame si attua con sistemi simili a quelli visti per le specie autogame, ma in questo caso c'è l'impossibilità di fare selezioni individuali dato l'alto livello di eterozigosi.

I metodi più utilizzati sono:

- 1- Selezione massale
- 2- Ibridazione
- 3- Varietà sintetiche

Selezione massale – In popolazioni da selezionare il seme delle piante con i caratteri desiderati viene raccolto, mescolato e seminato per ottenere le generazioni successive, omettendo qualsiasi prova di progenie. Non essendoci controllo dell'impollinazione si fa riferimento al solo genitore femminile.

Scopo della selezione è quello di far aumentare nella popolazione la percentuale dei tipi superiori. L'ereditabilità del carattere per cui si fa la selezione è perciò particolarmente importante ai fini del successo dell'operazione.

Questo sistema funziona bene nel miglioramento di caratteri ad alta ereditabilità come la percentuale di olio o il colore nella granella di mais, la percentuale di zucchero nelle radici di barbabietola.

I limiti del metodo sono:

- l'impossibilità di identificare i genotipi superiori esaminando solo il fenotipo di piante singole;
- l'impollinazione incontrollata;
- l'impossibilità di compiere una selezione molto stretta (scelta di poche piante) per il pericolo di ricadere in un deperimento da *inbreeding*.

Per superare questi inconvenienti si può attuare:

- una selezione basata sugli esiti produttivi della progenie (*progeny - test*);
- miglioramento per linee;
- selezione ricorrente.

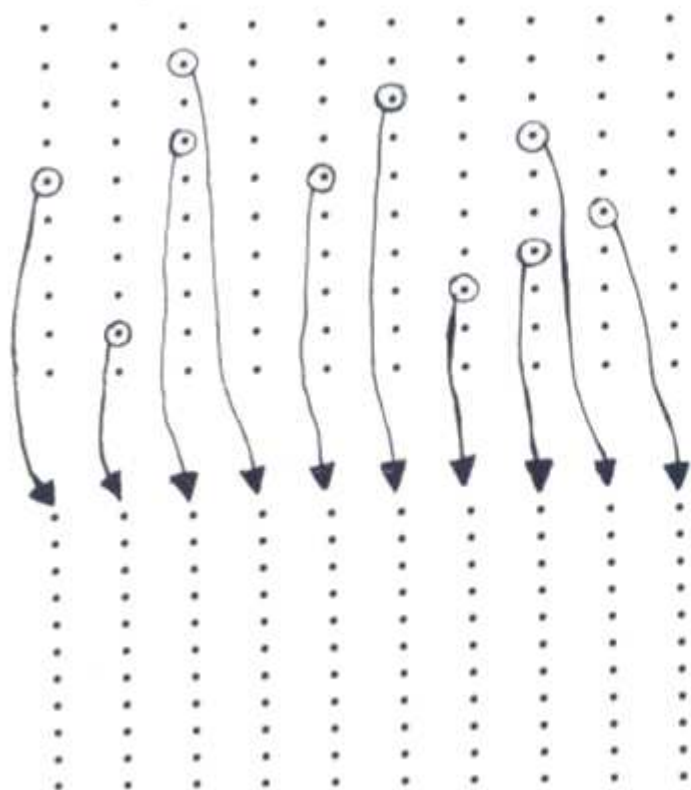
Progeny – test

Permette di valutare il materiale genetico parentale osservando le prestazioni della generazione filiale. I semi scelti da individui fenotipicamente interessanti, vengono immagazzinati ed in piccola parte (10-50) semi sono provati in campi sperimentali.

E' in tal modo possibile operare una selezione sulle piante madri valutando il loro genotipo e non solo il fenotipo.

Schema operativo

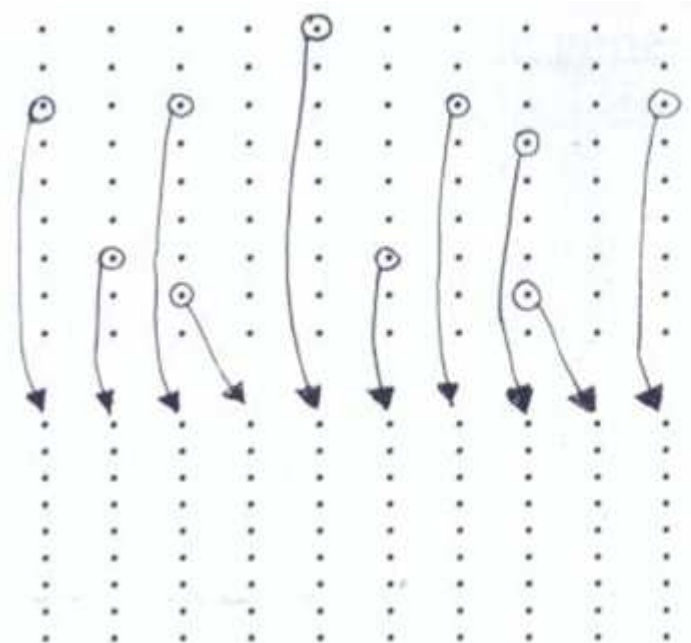
- 1- *prelievo del seme*
- 2- *distinzione: parte del seme viene seminata e parte è conservata in magazzino*
- 3- *eliminazione delle piante peggiori e del loro seme di riserva immagazzinato*
- 4- *Uso del seme che ha dato i migliori risultati ai fini riproduttivi.*



1° anno
Nella popolazione da selezionare le piante fenotipicamente superiori sono autofecondate. Parte del seme ottenuto è conservata e parte seminata in file per valutarne i caratteri.

2° anno
Individuazione delle piante migliori. I semi, ottenuti per autofecondazione, da cui sono nate verranno utilizzati in programmi di selezione successivi.

Figura 4 Esempio di prova di progenie con autofecondazione



1° anno
In una popolazione di piante poliennali viene raccolto il seme dagli individui fenotipicamente migliori.

2° anno
Il seme è seminato; l'osservazione delle progenie consente la valutazione delle piante madri individuando quelle geneticamente superiori.

Figura 5 Esempio di prova di progenie su pianta poliennale con libera impollinazione

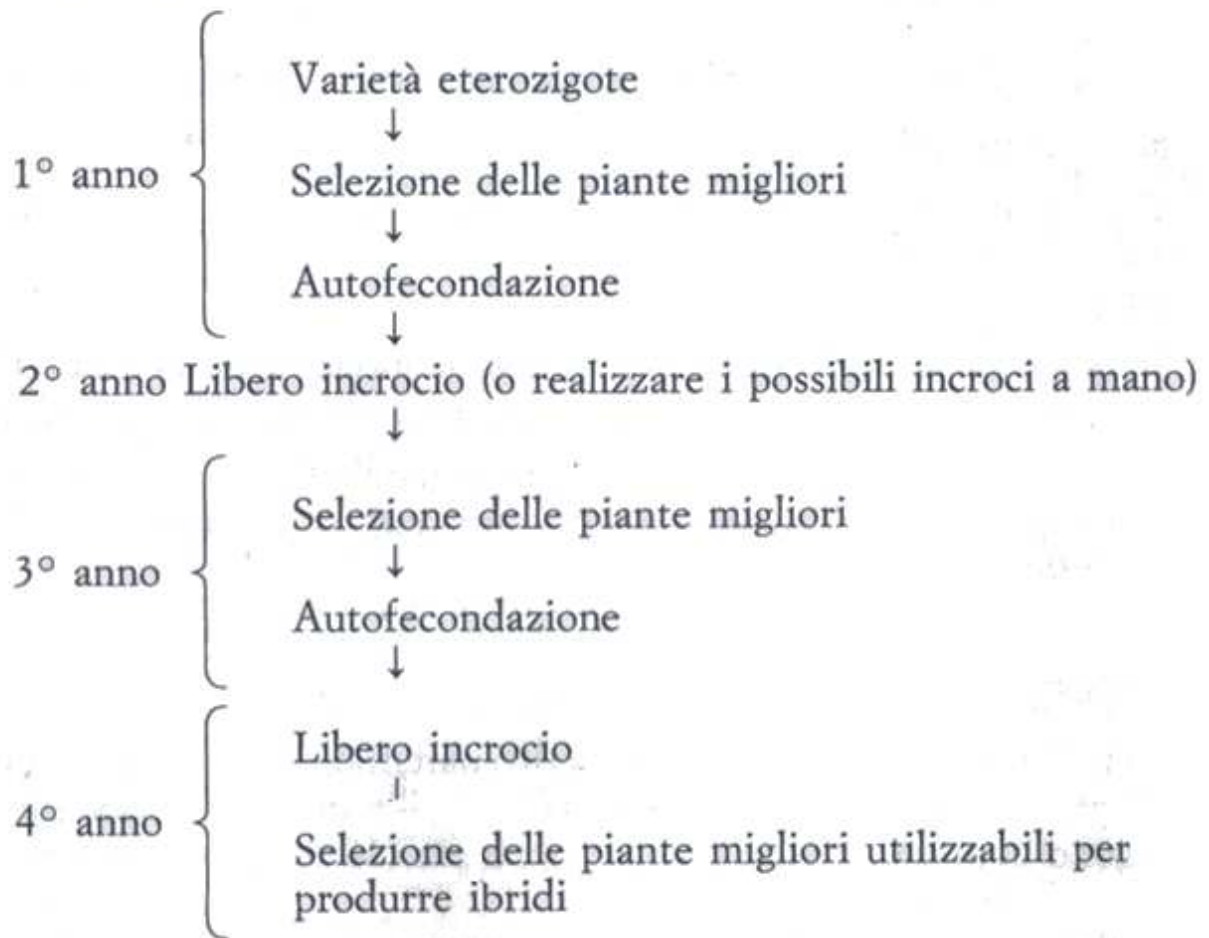
Miglioramento per linee

E' denominato il sistema di produzione di nuove varietà costituite dalla riunione di un gruppo di linee, ottenute tramite prove di progenie. Per non avere depressioni da inbreeding nella varietà che si ottiene dovranno entrare linee geneticamente lontane.

Selezione ricorrente

Consente di avere nella popolazione ottenuta una certa variabilità genetica e di aumentare la frequenza di geni utili (aumenta l'omozigosi). Con questo sistema si ottengono popolazioni usate per la preparazione delle varietà ibride.

ESEMPIO DI SCHEMA OPERATIVO:



Ibridazione - In popolazioni naturalmente allogame se si incrociano tra di loro individui strettamente imparentati (*inbreeding*) o, ancor più, se si attua una autofecondazione, si manifestano solitamente effetti biologici sfavorevoli noti col nome di *deperimento da inbreeding*. La ragione di tale fenomeno risiede nel fatto che normalmente, anche in individui sani, sono presenti geni recessivi portatori di caratteri negativi che non si esprimono perché si trovano in condizione di eterozigosi. Nei figli frutto di *inbreeding*, sono alte le probabilità che qualcuno di quei geni raggiunga l'omozigosi e si manifesti il carattere negativo.

Fenomeno opposto al deterioramento che accompagna l'*inbreeding* è il vigore degli ibridi o *eterosi*. Questo fenomeno di esaltazione delle caratteristiche morfo-funzionali, si manifesta allorchè si incrociano tra loro due individui non imparentati ed è particolarmente evidente se si incrociano tra loro individui appartenenti a due diverse linee pure.

La causa di tale positiva situazione è data dal fatto che la selezione naturale elimina gli individui portatori di geni dannosi dominanti e possono sopravvivere solitamente solo individui portatori di geni dannosi recessivi, che in condizione di eterozigosi non si manifestano. I vigorosi ibridi (F1) della prima generazione sono altamente eterozigoti perciò i geni dannosi vengono in grandissima parte coperti dall'azione degli alleli dominanti.

Il mais è la specie vegetale che maggiormente ha tratto vantaggio dalla realizzazione di varietà ibride. L'*eterosi* in questa specie è particolarmente evidente e la morfologia degli apparati riproduttivi è molto favorevole ai processi manipolativi necessari per la realizzazione degli ibridi. Le infiorescenze maschili e femminili sono poste in zone ben diverse della pianta (all'apice della chioma le maschili all'ascella delle foglie le femminili) e per separare i due sessi bastano semplici protezioni fatte con sacchetti di carta o garza molto fine, la demascolazione o castrazione si ottiene facilmente con il taglio della parte terminale della chioma. Per facilitare ulteriormente l'ibridazione si ricorre oggi sovente all'impiego di piante porta-seme geneticamente maschiosterili per geni recessivi. Gli ibridi commerciali di mais vengono perciò prodotti in coltivazioni di pieno campo.

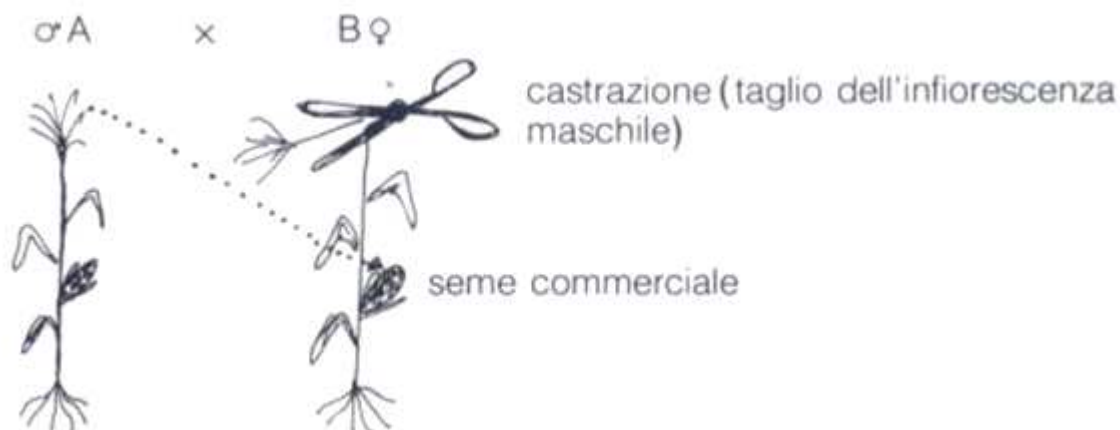
Le operazioni di ibridazione su fiori ermafroditi di altre piante (es. peperone o pomodoro) sono molto più delicate, necessitano di personale altamente specializzato, pertanto il costo dei semi ibridi F1 è sovente relativamente molto alto.

Produzione di ibridi

Per ibrido si intende il prodotto dell'unione di due genitori geneticamente diversi.

Dopo aver individuato linee valide, tramite la selezione ricorrente, esse vengono portate ad un certo grado di omozigosi, e poi si attua l'incrocio. Si sfrutta così l'eterosi.

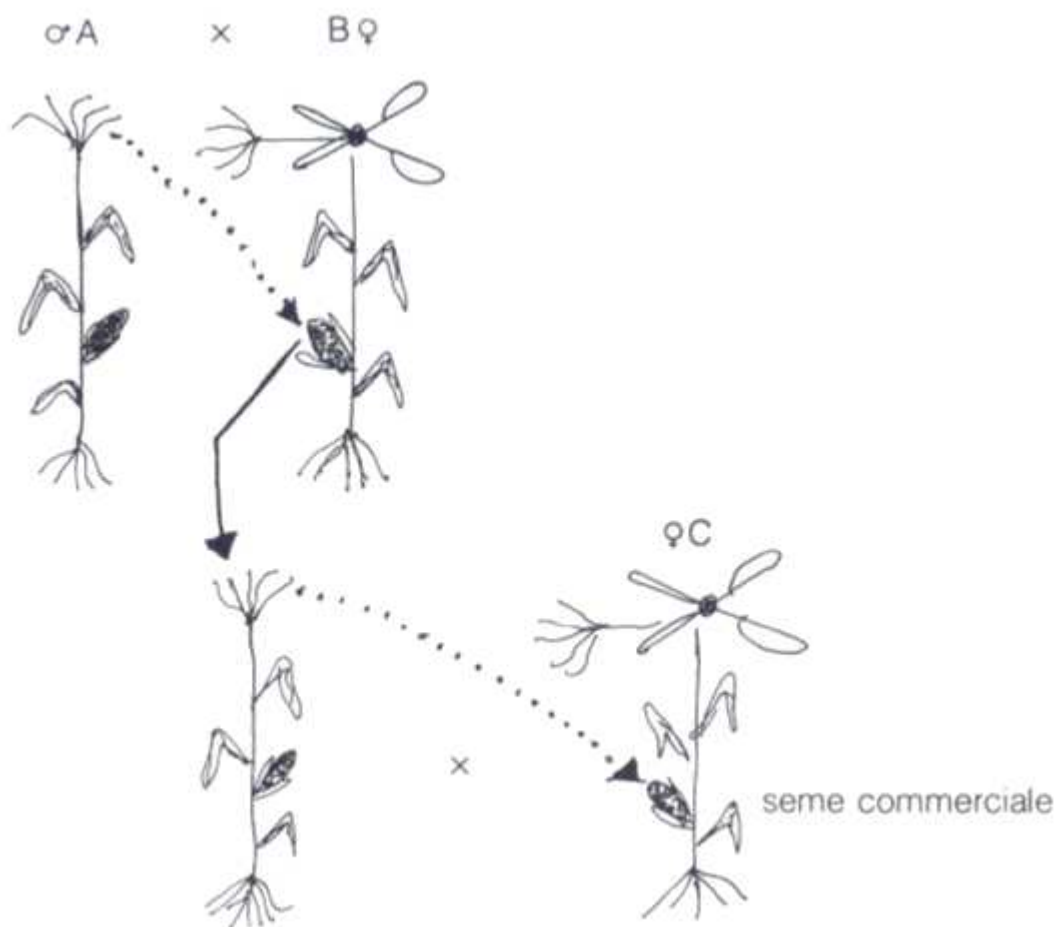
Ibrido a due vie – incrocio semplice



Essendo ottenuti da due sole linee altamente omozigote è grande l'effetto di eterosi ed è quindi molto alta la produttività e notevole l'omogeneità fenotipica.

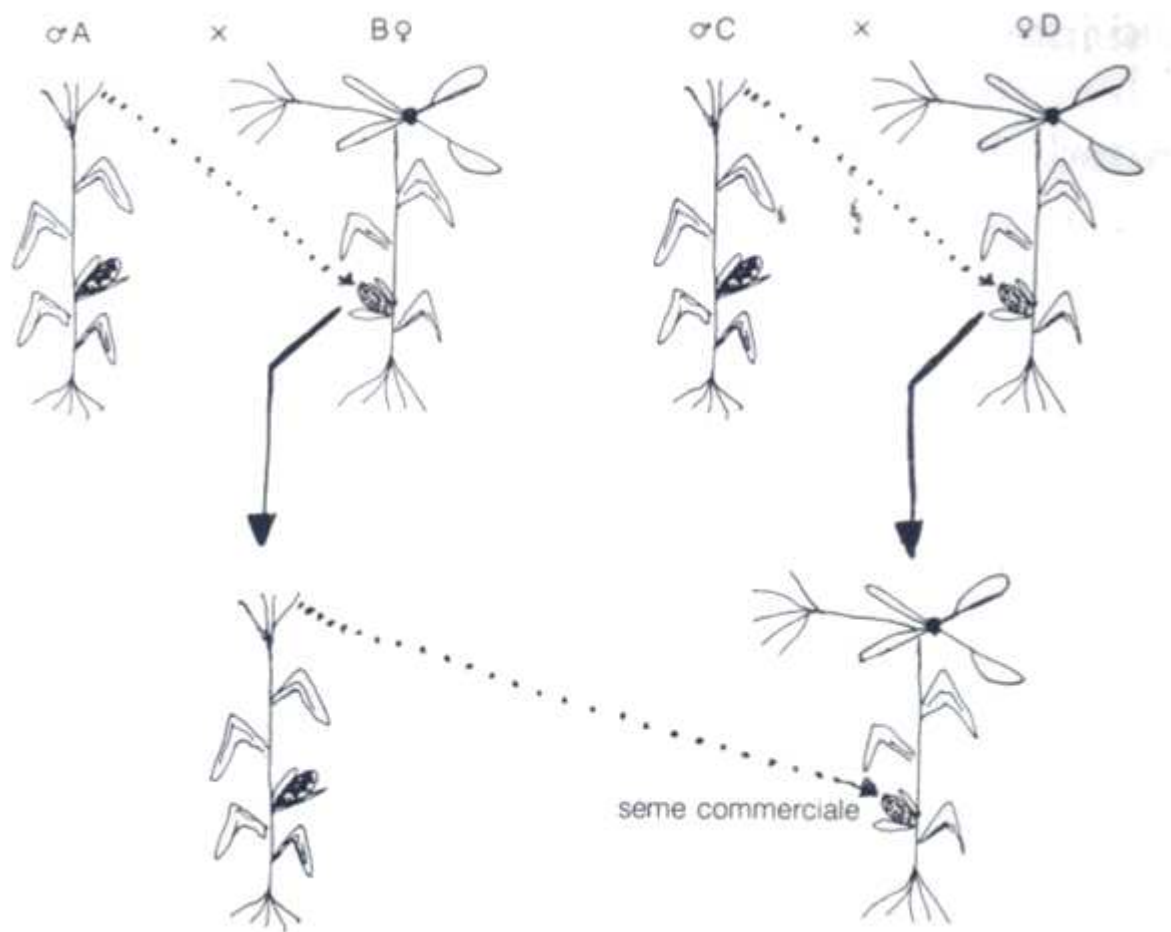
Questi ibridi sono adatti a specifici ambienti pedoclimatici; hanno il difetto di essere molto costosi perché dall'incrocio AxB si produce poco seme.

Ibrido a tre vie $(A \times B) \times C$



Rispetto ai precedenti costano di meno, si ottiene molto seme e sono più adattabili a diversi ambienti pedoclimatici (rustici).

Ibrido a quattro vie $(A \times B) \times (C \times D)$



Con questo sistema si ottiene molto seme per cui i costi si abbassano. Si ottengono ibridi molto adattabili ai diversi ambienti.

Varietà sintetiche - Si producono varietà sintetiche per riunire in unica popolazione i genotipi utili di una serie di varietà selezionate.

SCHEMA OPERATIVO.

1 - Sintesi: si attuano tutte le combinazioni di incrocio possibile tra le varietà prescelte. Ad esempio con cinque distinte varietà si ottengono dieci diverse combinazioni

	B	C	D	E
A	AB	AC	AD	AE
B	.	BC	BD	BE
C	.	.	CD	CE
D	.	.	.	DE

2 - Mantenimento della nuova varietà ottenuta tramite la libera impollinazione nell'ambito degli individui che la compongono.

Selezione per piante a propagazione vegetativa

Le specie che si moltiplicano agamicamente presentano il grande vantaggio di consentire la clonazione in grandissima quantità di singoli individui interessanti. Le popolazioni di piante a moltiplicazione vegetativa presentano generalmente una limitata diversità ma occasionalmente possono avvenire mutazioni a carico delle gemme che determinano la comparsa di nuovi caratteri. Con la selezione, detta *clonale*, si individuano e poi si moltiplicano tramite talea o innesto gli esemplari più interessanti per la coltivazione.

Con questo metodo sono state selezionate le piante arboree da frutto e la vite ma sono suscettibili di clonazione anche le piante erbacee grazie all'utilizzo della micropropagazione che consente la moltiplicazione agamica anche a partire da poche cellule.

Verso l'ingegneria genetica

I tradizionali metodi di miglioramento genetico presentano una serie di limitazioni :

- richiedono tempi lunghi, si ottengono (e non sempre) nuove interessanti varietà dopo anni di lavoro che comportano investimenti economici consistenti.
- Il miglioramento genetico può dare buoni risultati se si hanno a disposizione popolazioni che presentano una biodiversità elevata. Dopo decenni di selezione si esaurisce la possibilità di trovare caratteri interessanti e le popolazioni di piante coltivate diventano sempre più omogenee.
- Non è possibile unire tra loro, in un unico individuo, caratteri posseduti da specie diverse

Per superare questi limiti :

- Sono state allestite delle stazioni dedicate alla conservazione del patrimonio genetico e della biodiversità (*conservazione del germoplasma*). Istituzioni pubbliche e private mantengono raccolte di antiche e nuove varietà delle diverse piante coltivate e delle popolazioni naturali da cui derivano. Collezioni di germoplasma possono essere conservate in poco spazio ricorrendo alle *colture in vitro* ad es. con la crioconservazione, mantenendo embrioni o meristemi in azoto liquido.
- Per avere caratteri nuovi vengono indotte artificialmente mutazioni casuali sulle porzioni vegetative (gemme, bulbi, rizomi, ecc.) trattandoli con agenti mutageni fisici (raggi x, raggi gamma, radioisotopi) o chimici per poi operare una selezione clonale sui caratteri interessanti. Di notevole interesse pratico è la *poliploidia* che consiste nella moltiplicazione del corredo cromosomico di una pianta (tri, tetra, esaploidia) cui consegue sovente gigantismo degli organi vegetali e incremento della vigoria della pianta. Esempio ben conosciuto di pianta poliploide è il **Triticale** generato per incrocio tra Frumento tenero (*Triticum aestivum*) e Segale (*Secale cereale*) e successiva induzione del raddoppiamento del numero cromosomico in modo da avere ibridi fertili.
- Operando in vitro, con la micropropagazione, è possibile ottenere nuove piante per fusione di protoplasti provenienti da specie diverse. In certe piante, ad es. l'asparago, si sono avuti buoni risultati con la coltura di cellule provenienti dalle antere, da cui si ottengono plantule aploidi che possono essere indotte alla condizione diploide omozigote, con trattamenti con colchicina, sulfanilamide, ecc. o impiegate per ottenere ibridi per fusione tra due protoplasti diversi.
- L'ingegneria genetica nata dalla messa a punto delle tecniche di individuazione dei geni responsabili dei caratteri e di trasferimento di geni da organismo ad organismo, ha reso possibile il superamento delle barriere riproduttive tra specie e specie, accorciando drasticamente i tempi necessari per avere risultati produttivi.

MICROPROPAGAZIONE

Questa metodologia di moltiplicazione è costituita da un insieme di tecniche atte a consentire la clonazione a partire da poche cellule (che si comportano come delle *microtalee*) prelevate da una pianta madre.

A seconda della specie si preferisce scegliere tra:

- apici di germogli
- foglie
- gemme laterali
- tessuti del fusto o delle radici

Se le cellule espianate dalla pianta madre sono trattate con enzimi (*cellulasi*) che sciolgono le pareti si ottengono cellule nude (dette *protoplasti*) che, tolte dal mezzo contenete la cellulasi, si ricostituiscono la parete e opportunamente nutrite si moltiplicano.

Attraverso il passaggio a *protoplasto*, le cellule della pianta madre si trasformano in cellule totipotenti, capaci di esprimere qualsiasi parte delle loro informazioni genetiche e di moltiplicarsi potenzialmente all'infinito. Questi insiemi di cellule indifferenziate vengono denominati *callo*. Si possono ottenere calli sia da cellule somatiche che da cellule sessuali.

Ogni cellula di un callo, opportunamente stimolata e nutrita, può rigenerare l'intera pianta da cui è stata isolata.

La micropropagazione è molto utilizzata per la moltiplicazione di piante ornamentali, fruttiferi, fragola, patata ecc.

Per la sua realizzazione è necessario allestire un idoneo laboratorio, per colture in vitro, dotato di apposite apparecchiature utilizzabili da personale specializzato. A fronte di un impegno economico e logistico di rilievo, si hanno notevoli vantaggi:

- Produzione di moltissime piantine (anche milioni!!), tutte uguali, da una sola pianta madre
- Tempi molto brevi rispetto alle tecniche tradizionali (talea, innesto, ecc...)
- Possibilità di operare moltiplicazioni in qualunque stagione dell'anno
- Possibilità di abbinare la moltiplicazione al risanamento da virus, assoggettando le piante madri a termoterapia o avvalendosi del fatto che i tessuti meristemati, utilizzati nella micropropagazione, si moltiplicano, sovente, più velocemente dei virus, che in tal modo non sono in grado di infettarli.

Un centro di micropropagazione deve essere dotato di una serie di locali adatti alle diverse fasi di lavoro:

- zona magazzino e lavaggio piante da propagare
- zona destinata allo stoccaggio e alla preparazione e sterilizzazione dei mezzi e terreni di coltura
- cappe sterili
- camere di crescita
- camere per i trapianti
- zona di ambientazione per le piantine prima del trasferimento in serra
- serre per l'allevamento delle piante

Procedura operativa

- **1** individuazione delle piante madri: individui con caratteristiche morfologiche, produttive e sanitarie di alto livello.
- **2** in serra : allevamento delle piante madri
- **3** in laboratorio: preparazione dei mezzi di coltura
- **4** sotto cappa: prelievo sterile, di una porzione di apice vegetativo da germogli di pianta madre
- **5** in sala di crescita: moltiplicazione, su terreno di coltura, dei tessuti prelevati
- **6** in sala di crescita: radicazione ed allungamento delle microtalee
- **7** in sala trapianto: trasferimento delle piantine in vasetto con idoneo terriccio
- **8** acclimatazione delle piantine e successivo trasferimento in serra

Colture in vitro

La coltura in vitro di calli consente anche di coltivare singole cellule che possono fondersi fra di loro (*fusione di protoplasti*), mettendo insieme il loro corredo genetico ed ottenere degli ibridi somatici, mentre in natura ciò può avvenire solo fra cellule gametiche maschili e femminili, che danno luogo ad un embrione zigotico. Il metodo viene impiegato per ottenere ibridi tra specie geneticamente distanti (es. pomodoro e melanzana) o per superare barriere di incompatibilità insuperabili con i metodi tradizionali.

Un'altra grande applicazione della coltura in vitro è quella che consente di ottenere i cosiddetti metaboliti secondari dalle specie vegetali.

Ogni pianta, oltre a produrre zuccheri, grassi, proteine, cioè prodotti metabolici primari, produce anche delle sostanze che per la loro bassissima quantità vengono definiti metaboliti secondari.

La pianta li produce per difendersi dalle condizioni ostili dell'ambiente o per difendersi dai patogeni, ma possono tornare utili all'uomo che li può utilizzare come aromi, coloranti naturali, prodotti in grado di contrastare alcuni patogeni delle piante e dell'uomo e anche come farmaci.

Un esempio molto interessante è quello del TAXOLO, un metabolita estratto dal tasso del Pacifico che funziona come un potente anti- tumorale..

Esso può essere estratto direttamente dagli alberi solo in piccolissime quantità, e l'utilizzo di questa modalità di produzione provocherebbe una eccessiva e dannosa deforestazione.

Ed allora si coltivano le cellule del tasso in vitro con una soluzione nutritiva liquida, all'interno di uno speciale dispositivo chiamato bioreattore che consente la produzione del taxolo, che, a sua volta, viene isolato mediante cromatografia.

I metaboliti secondari prodotti dalle piante, nella maggior parte dei casi non possono ottenersi artificialmente, perché le loro molecole sono troppo complesse e nessun laboratorio chimico può fare meglio del laboratorio biotecnologico che c'è all'interno di ogni singola pianta.

PIANTE GENETICAMENTE MODIFICATE

L'ingegneria genetica offre una nuova formidabile possibilità. Con l'applicazione delle nuove biotecnologie l'approccio al miglioramento genetico è stato ribaltato. Con i metodi tradizionali si modificano le piante in modo casuale e solo in un secondo momento avviene la ricerca e la selezione dei caratteri desiderati, oggi i biotecnologi si propongono di comprendere prima della modificazione i meccanismi di base dei caratteri che si intendono modificare e quindi di modificare o inserire solo quei geni che li controllano.

Per inserire frammenti di DNA nelle piante possono essere utilizzate diverse tecniche:

- metodi biologici, impiegando ad es. l'*Agrobacterium tumefaciens*, *Agrobacterium rizogenes* microrganismi innocui per l'uomo e molto diffusi in natura, che possiedono la capacità di trasferire alcuni loro geni alle piante.
- metodi fisici, utilizzando la biolistica, ovvero "sparando" microproiettili, cui aderisce il DNA che si vuol trasferire, dentro le cellule vegetali oppure con l'*electroporation* che consente, tramite particolari stimolazioni elettriche, di aprire dei varchi temporanei nelle membrane cellulari tramite i quali far penetrare geni.

Queste tecniche presentano sostanziali differenze rispetto al miglioramento genetico tramite incrocio: vengono inseriti solo i geni di interesse, mentre la riproduzione sessuale trasferisce (e "rimescola"), migliaia di altri geni, della maggior parte dei quali non si conosce la sequenza e la funzione.

Per sintetizzare dunque è possibile dire che:

- gli incroci convenzionali chiamano in causa l'organismo intero,
- le tecniche di propagazione clonale si rivolgono alle cellule,
- l'ingegneria genetica si limita a modificare singole parti di DNA del genoma.

La prima pianta transgenica venne prodotta in Belgio nel 1983, si trattava di Tabacco contenente un gene batterico che conferisce resistenza alla kanamicina. La prima pianta transgenica posta in vendita è il FlavrSavr (in USA nel 1994), un pomodoro modificato per resistere alla decomposizione.

L'introduzione nell'ambiente di geni non selezionati naturalmente può comportare effetti nel lungo periodo, gli attuali equilibri presenti negli ecosistemi potrebbero essere modificati con conseguenze difficilmente prevedibili.

Per quanto riguarda la salute dei consumatori, perplessità emergono dalla possibilità che le "nuove" proteine, generate dagli esseri viventi transgenici, possano causare fenomeni di allergia, anche molto grave, in alcune persone dotate di particolare reattività immunitaria.

Si teme poi che possano diffondersi batteri resistenti agli antibiotici: in quanto per ogni gene inserito nella pianta viene utilizzato un gene marcatore che porta l'informazione per la resistenza ad un antibiotico (Kanamicina o Ampicillina). Nell'ambiente naturale questi marcatori possono passare ad altri esseri viventi e facilmente a batteri.

La coltivazione di piante geneticamente modificate (*piante gm*) si sta comunque molto diffondendo: nel 1996 erano coltivati 1,7 milioni di ettari in sei nazioni del mondo, nel 2005 la superficie era già di 90 milioni di ettari in 21 paesi del mondo. Un incremento di 50 volte in dieci anni!! Si prevede che le coltivazioni gm abbiano sempre più diffusione nei paesi non industrializzati dove è più sentito il bisogno di aumentare le produzioni e di avere più alimenti.

Tabella 2 Diffusione delle coltivazioni di piante geneticamente modificate nel mondo

(stime 2005)

<i>Stato</i>	<i>Superficie [milioni di ha]</i>	<i>Coltivazioni gm</i>
USA	50	Soia, mais, cotone, colza
Argentina	17	Soia, mais, cotone
Brasile	9,5	Soia
Canada	5,8	Colza, mais, soia
Cina	3,5	Cotone
Paraguay	1,8	Soia
India	1,4	Cotone
Sud Africa	0,5	Mais, soia, cotone
Uruguay	0,3	Soia, mais
Australia	0,3	Cotone
Messico	0,1	Cotone, soia
Romania	0,1	Soia
Spagna	0,1	Mais
Filippine	0,1	Mais
Colombia	< 0,1	Cotone
Iran	< 0,1	Riso
Francia	< 0,1	Mais
Germania	< 0,1	Mais
Honduras	< 0,1	Mais
Portogallo	< 0,1	Mais
Repubblica Ceca	< 0,1	Mais

Riferimenti normativi

La normativa di riferimento sugli organismi geneticamente modificati deriva da direttive e regolamenti comunitari e più precisamente:

Legge 28 gennaio 2005, n.5 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 novembre 2004, n. 279, recante disposizioni urgenti per assicurare la coesistenza tra le forme di agricoltura transgenica, convenzionale e biologica".

Reg. (CE) n. 641/2004 della Commissione, del 6 aprile 2004, recante norme attuative al regolamento (CE) n. 1829/2003 del Parlamento Europeo e del Consiglio per quanto riguarda la domanda di autorizzazione di nuovi alimenti e mangimi geneticamente modificati, la notifica di prodotti preesistenti e la presenza accidentale o tecnicamente inevitabile di materiale geneticamente modificato che è stato oggetto di una valutazione del rischio favorevole.

D.M. 27 novembre 2003 "Campagna di semina - Modalità di controllo delle sementi di mais e soia per la presenza di organismi geneticamente modificati" (G. U. n. 281 del 3/12/2003).

Regolamento (CE) n. 1830/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 Settembre 2003, concernente la tracciabilità e l'etichettatura di organismi geneticamente modificati e la tracciabilità di alimenti e mangimi ottenuti da organismi geneticamente modificati, nonché recante modifica della direttiva 2001/18/CE.

Regolamento (CE) n. 1829/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 Settembre 2003, relativo agli alimenti e ai mangimi geneticamente modificati.

D.lgs. 8 luglio 2003, n. 224 - Attuazione della direttiva 2001/18/CE concernente l'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati.

Raccomandazione della Commissione UE del 23 luglio 2003 recante orientamenti per lo sviluppo di strategie nazionali e migliori pratiche per garantire la coesistenza tra colture transgeniche, convenzionali e biologiche (in G.U.U.E. n. L189 del 29/7/2003).

LA NORMATIVA COMUNITARIA SUGLI ORGANISMI GENETICAMENTE MODIFICATI

La commercializzazione e sperimentazione di ogm in Europa, sono disciplinate dalla Dir. 2001/18/CE recepita in Italia dal d.lgs. 8 Luglio 2003, n. 224 "Attuazione della direttiva 2001/18/CE concernente l'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati" alla quale si affiancano i regg. CE 1829/2003 relativo agli alimenti e mangimi geneticamente modificati e 1830/2003 concernente la tracciabilità ed etichettatura di ogm e la tracciabilità di alimenti e mangimi geneticamente modificati nonché recante modifica della direttiva 2001/18/CE.

Con la loro entrata in vigore, si va delineando il processo di revisione della legislazione europea in materia, iniziato nel 1998.

1. Il procedimento di autorizzazione degli ogm

Il d.lgs 8 luglio 2003, n. 224, basato sul principio di precauzione, stabilisce le misure volte a proteggere la salute umana, animale ed ambientale, relativamente alle attività di rilascio di organismi geneticamente modificati definiti dall'art. 3, comma 1, lett. b) come organismi, diversi dall'essere umano, il cui materiale genetico è stato modificato in modo diverso da quanto si verifica

in natura mediante accoppiamento o incrocio o con la ricombinazione genetica naturale), con riferimento alla:

1. emissione deliberata per scopi diversi dall'immissione sul mercato;
2. immissione sul mercato di OGM come tali o contenuti in prodotti.

L'organo competente alla verifica e rilascio dei provvedimenti autorizzativi è individuato nel Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, d'intesa, per quanto di rispettiva competenza, con i Ministri della salute, del lavoro e delle politiche sociali, delle politiche agricole e forestali, delle attività politiche e dell'istruzione, dell'università e della ricerca. Dall'ambito di applicazione del decreto sono esclusi il trasporto degli OGM ed agli organismi ottenuti per mutagenesi e fusione cellulare, inclusa la fusione di protoplasti, di cellule vegetali di organismi che possono scambiare materiale genetico anche con metodi di riproduzione tradizionali.

Chiunque intende effettuare un'emissione deliberata nell'ambiente di un OGM è tenuto a presentare preventivamente una notifica all'autorità nazionale competente, accompagnato da:

- a) un fascicolo tecnico con le informazioni dettagliate riportate all' allegato III;
- b) la valutazione del rischio ambientale;
- c) la valutazione del rischio per l'agrobiodiversità, i sistemi agrari e la filiera agroalimentare.

Ricevuta la notifica, l'Autorità nazionale competente effettua un'istruttoria preliminare, al termine della quale ne trasmette copia ai Ministeri della salute e delle Politiche agricole e forestali, all'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici) ed alle Regioni e Province Autonome competenti. E' prevista una consultazione ed informazione pubblica che termina con la redazione di una relazione conclusiva da inoltrare alle Regioni e Province Autonome interessate, e, quindi, ad un'apposita Commissione interministeriale. Si provvede, poi, allo scambio di informazioni con la Commissione europea e le autorità competenti degli altri stati membri mentre viene inviata al notificante ed alla Commissione europea la relazione di valutazione. Si rilascia, quindi, al notificante, l'autorizzazione scritta all'emissione e si stabiliscono i requisiti di etichettatura ed imballaggio. Qualora necessario, sulla base di nuove od ulteriori informazioni che riguardano la valutazione dei rischi ambientali o a seguito di una nuova valutazione delle informazioni esistenti basata su nuove o supplementari conoscenze scientifiche, gli organi di competenza possono, con provvedimento d'urgenza, limitare o vietare temporaneamente l'immissione sul mercato, l'uso o la vendita sul territorio nazionale di un OGM. Contestualmente ne viene data comunicazione alla Commissione europea ed alle autorità competenti degli altri Stati membri e, quindi, idonea informazione al pubblico. L'Autorità nazionale competente invia alla Commissione europea una sintesi di ogni notifica ricevuta e anche delle decisioni definitive adottate nei confronti delle stesse, includendovi le eventuali ragioni per le quali una notifica è stata respinta. Contestualmente, l'autorità nazionale competente riceve dalla Commissione europea comunicazione in merito a decisioni che ammettono una procedura differenziata o semplificata per taluni OGM, al fine di comunicare alla stessa se intende o meno avvalersi di tale procedura. L'Autorità nazionale competente una volta l'anno trasmette alla Commissione europea un elenco degli OGM il cui rilascio è stato autorizzato mediante le procedure differenziate e semplificate, quindi degli OGM i cui rilasci non sono stati autorizzati. Presso l'autorità nazionale competente è istituito un pubblico registro informatico dove sono annotate le localizzazioni degli OGM emessi. Un sistema analogo é istituito presso le Regioni e le Province Autonome, al fine di annotarvi le localizzazioni degli OGM coltivati per il monitoraggio di eventuali loro effetti. Chiunque coltiva OGM deve comunicare alle Regioni e Province Autonome competenti per territorio la localizzazione delle coltivazione e conserva per dieci anni le informazioni relative agli OGM coltivati ed alla loro localizzazione. Contestualmente, deve apporre adeguati cartelli di segnalazione che indicano chiaramente la presenza di OGM. Per quanto concerne specificatamente alimenti e mangimi geneticamente

modificati, ai sensi del reg. CE 1829 cit., l'azienda che intende commercializzare un ogm è tenuta a presentare una domanda (notifica) all'Autorità Competente indicata dallo Stato di appartenenza, contenente tutte le informazioni necessarie come indicato dalla direttiva 2001/18/CE, affinché possa essere effettuata la valutazione del rischio e i piani di monitoraggio dei possibili effetti diretti e indiretti, immediati e differiti sull'ambiente e sulla salute umana. Se l'Autorità nazionale competente valuta positivamente la domanda, la documentazione viene inviata a un Comitato scientifico europeo unico, il GMO Panel dell'AESA (Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare).

Se riceve parere favorevole da parte dell'AESA, la richiesta passa al Comitato delle Autorità Competenti degli Stati Membri UE. Qualora, invece, non sia approvata a maggioranza qualificata, la richiesta passa alla valutazione del Consiglio dei Ministri Europeo.

2. Soglie di tolleranza

I regg. CE 1829 e 1830 cit. prevedono due soglie di tolleranza in caso di contaminazione accidentale:

- per gli OGM autorizzati, lo 0.9 %;
- per gli OGM non autorizzati - ma oggetto di una positiva valutazione da parte delle autorità scientifiche competenti - lo 0.5%, in osservanza di quanto previsto dall'art. 47 del reg. CE 1829/2003 e solo per un periodo transitorio valido fino al 19 aprile 2007.

3. Etichettatura

Ai sensi dell'art. 21 della direttiva 2001/18/CE come modificata dall'art. 7 del reg. CE 1830/03 cit. concernente la tracciabilità e l'etichettatura di alimenti e mangimi geneticamente modificati, in tutte le fasi di immissione sul mercato, lo Stato membro deve presentare etichettature ed imballaggi conformi alle specifiche indicate nelle relative autorizzazioni. Per i prodotti per i quali non possono essere escluse tracce non intenzionali e tecnicamente inevitabili di OGM autorizzati (la dimostrazione è a carico del produttore), il reg. CE fissa nella soglia dello 0.9 % il limite di contaminazione al di sotto del quale tali prodotti non devono essere etichettati, fatta salva la disciplina in materia di sementi. Sono esenti da obbligo di etichettatura i prodotti animali e/o di origine animale (es. carne, uova, prodotti lattiero-caseari) che derivano da animali nutriti con mangimi geneticamente modificati o curati con medicinali GM nonché gli alimenti ottenuti con l'ausilio di coadiuvanti tecnologici geneticamente modificati utilizzati nei processi di trasformazione delle materie prime alimentari (ad es. lieviti, batteri, enzimi geneticamente modificati).

4. La coesistenza tra agricoltura convenzionale, biologica e transgenica

A fronte del quadro legislativo sopra evidenziato e della raccomandazione della Commissione 2003/556/CE nella quale si prospetta la coesistenza di diverse forme di agricoltura quella convenzionale, biologica e transgenica, l'Italia ha emanato più di recente, la l. 28 gennaio 2005, n.5, pubblicata sulla G.U., Serie Generale, del 28 gennaio 2005 n.22 che converte, con modificazioni, il D.L. 279/04, recante: «Disposizioni urgenti per assicurare la coesistenza tra le forme di agricoltura transgenica, convenzionale e biologica». La legge definisce il quadro normativo minimo per la coesistenza tra le colture transgeniche, escluse quelle per fini di ricerca e sperimentazione, e quelle convenzionali e biologiche, al fine di non compromettere la biodiversità dell'ambiente naturale e di garantire la libertà di iniziativa economica ed il diritto di scelta dei consumatori e la qualità e la tipicità della produzione agroalimentare italiana. L'art. 2, comma 3, al fine di consentire l'effettiva scelta dei consumatori e tenuto conto che nel corso del processo di produzione i semi ed il polline possono essere trasportati a grande distanza e che nelle successive fasi di raccolta, trasporto e stoccaggio dei prodotti vegetali non si può escludere la contaminazione, stabilisce, inoltre, che le

colture transgeniche siano praticate all'interno di filiere separate rispetto a quelle convenzionali e biologiche.

Ai sensi dell'art. 4, le possibilità di coesistenza devono essere valutate dalle Regioni e dalle Province Autonome attraverso singoli piani *di coesistenza*, da adottarsi in conformità ad un successivo provvedimento ministeriale, contenenti misure specifiche alle condizioni reali volte ad evitare propagazioni indesiderate da ogm ed a prevenire conseguenze negative sulla struttura dei prezzi e del mercato, sulla base dell'appropriatezza economica del rapporto costi-benefici delle coltivazioni e delle misure di prevenzione richieste, così da poter ammettere anche il relativo divieto in previsione di mutamenti difficilmente reversibili o di impossibilità economica a continuare le produzioni tradizionali. Si evidenzia, sul punto, che nella fase di conversione in legge del DL n. 279/2004, è stato soppresso il termine del 31/12/2005 inizialmente previsto, per le Regioni, al fine dell'elaborazione dei piani di coesistenza. In vista della necessità di assicurare un equo risarcimento per gli eventuali danni causati dall' inosservanza del piano di coesistenza, in fase di conversione, è stato, inoltre, aggiunto all'art. 4 (piani di coesistenza), il comma 3bis, ai sensi del quale le Regioni e le Province Autonome, hanno la facoltà di istituire un apposito Fondo, finalizzato a consentire il ripristino delle condizioni agronomiche preesistenti all'evento dannoso. L'applicazione del principio chi *inquina* paga comporta, quindi, che ai sensi dell'art. 5, comma Ibis, chiunque abbia cagionato danni derivanti dall'inosservanza del piano di coesistenza sia tenuto al risarcimento, con accollo dell'onere di provare il fatto contrario idoneo a liberarlo. Si rinvia, inoltre, ad uno specifico decreto l'individuazione delle diverse tipologie di risarcimento dei danni di cui all'art. 5, comma I-bis e di quelli derivanti da commistione non imputabile a responsabilità soggettive. Il decreto definisce, altresì, le modalità di accesso del conduttore agricolo danneggiato al Fondo di solidarietà nazionale di cui al decreto legislativo 29 marzo 2004, n. 102, nei limiti delle disponibilità del Fondo stesso e le forme di utilizzo, senza ulteriori oneri a carico del bilancio dello Stato, di specifici strumenti assicurativi, da parte degli imprenditori agricoli, diretti a sostenere gli oneri derivanti dalle responsabilità e dai danni disciplinati dalla legge cit. E', comunque, esclusa la responsabilità dell'imprenditore agricolo nel caso di impiego di sementi certificate dall'autorità amministrativa e munite di dichiarazione del fornitore circa la purezza (art. 5, comma 1 bis). Lo stesso imprenditore viene ancora gravato dell'ulteriore onere di predisporre un apposito piano di gestione aziendale per la coesistenza, che costituisce titolo di responsabilità in caso di inosservanza non che di conservare appositi registri aziendali contenenti le informazioni relative alle misure adottate. In ogni caso, fino all'adozione dei singoli piani regionali di coesistenza le coltivazioni transgeniche sono vietate ad eccezione di quelle autorizzate per fini di ricerca e sperimentazione. Per la violazione di tale divieto, in sede di conversione, è stata modificata la sanzione, attualmente prevista nell'arresto da uno a due anni o nell'ammenda da euro 5.000 a euro 50.000.

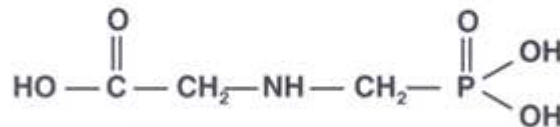
Piante coltivate, diserbanti, ingegneria genetica e marketing

La relativa rapidità con cui tramite queste nuove biotecnologie, si possono ottenere risultati applicativi, ha fortemente stimolato l'interesse economico di imprese dedite alla produzione di sementi e prodotti chimici per l'agricoltura. Ad esempio i tecnici dell'industria **Monsanto** (società multinazionale con sede negli USA) consci delle gravi problematiche ambientali causate dall'uso di diserbanti tossici per l'uomo e gli animali e non biodegradabili quali L'ATRAZINA, il PARAQUAT e DIQUAT, svilupparono negli anni '70 approfondite ricerche per trovare erbicidi non tossici per l'uomo e prontamente degradabili nel suolo. L'impegno scientifico ed economico venne coronato dalla messa a punto di molecole erbicide molto interessanti come ad es. il GLYFOSATE.

Glyphosate

Nome chimico (IUPAC): N-(phosphonomethyl) glycine.

Formula di struttura:



Formula bruta: C₃H₈NO₅P

Glyphosate: nome comune ANSI, BSI, ISO, JMAF, WSSA. Sinonimi, sigle e trademark:
Glifosate; Roundup® (Monsanto).

Si tratta di una molecola derivata dall'unione di un aminoacido (le sostanze costituenti le proteine) la glicina unita con un gruppo metile ad un gruppo fosfato.

Questo principio attivo è praticamente atossico per l'uomo e gli animali, deve essere manipolato con precauzione, ma in caso di ingestione di piccole quantità non si evidenzia nessun effetto significativo per la salute umana. Non è mutageno, non è cancerogeno ne teratogeno, nell'ambiente non è mobile, si lega fortemente al terreno e viene rapidamente deattivato per assorbimento dalle particelle argillose. La degradazione avviene per l'azione di microorganismi che riutilizzano i suoi componenti impiegando da 3 a 30 giorni per biodegradarlo al 50%. Un buon erbicida dunque, che assorbito dalle foglie viene traslocato per via sistemica nelle varie parti della pianta, radici ed organi sotterranei (rizzomi, tuberi, stoloni, ecc.) che vengono devitalizzati. Al glifosate però manca la selettività, agisce senza distinzione su tutte le piante, interferendo con la biosintesi delle loro proteine ed in particolare con la biosintesi dell'acido scichimico, presente solo nei vegetali superiori.

Messo in commercio alla fine degli anni '70 il glifosate, grazie alle sue buone caratteristiche, ebbe subito un buon successo commerciale. La mancanza di selettività ne permetteva però il solo impiego per il diserbo totale o sottochioma nei frutteti e vigneti.

Ma la messa a punto delle tecniche dell'ingegneria genetica consentì alla Monsanto di aprire nuove prospettive d'uso e di successo commerciale. Infatti i ricercatori hanno trovato il modo per dare al prodotto la selettività che gli mancava. Ricercando tra la flora spontanea scoprirono alcune piante dotate di geni in grado di codificare proteine che bloccano l'azione erbicida del glifosate. Si è dunque operato il trasferimento di queste informazioni genetiche nel mais, nella soia, nel cotone, nel colza. Visto che la Monsanto ha in mano una buona fetta del mercato delle sementi ecco che con questo sistema, venne ad acquisire la possibilità di vendere insieme i semi ed anche un buon erbicida per liberare la coltivazione dalle malerbe. Indubbiamente un bel colpo dal punto di vista commerciale, un'operazione che ha messo in allarme le imprese concorrenti europee che hanno fatto di tutto per limitare le perdite, compreso il demonizzare le piante geneticamente modificate.

Piante ingegnerizzate con il Bacillus Thuringensis

Bacillus thuringiensis è un batterio sporigeno, molto diffuso in natura, che causa infezioni intestinali alle larve di insetti. La sua azione si esplica tramite la produzione di proteine tossiche attive in ambiente basico (pH 9,5). Esistono numerosi ceppi di *B.thuringiensis* attivi contro diversi insetti (lepidotteri, coleotteri, ditteri). Le sue tossine sono innocue per le api e per gli animali superiori che hanno intestini con ambiente acido. Questo batterio venne scoperto nel 1901 dal biologo giapponese Shigetane Ishiwatari, che studiava la casusa di morti improvvise di bachi da seta. Nel 1911 il microbiologo tedesco Ernst Berliner lo scoprì in in Thuringia su larve morte di lepidotteri della farina e gli diede il nome di *B. thuringensis*. Nel 1915 Berliner segnalò la presenza di cristalli proteici (cry) all'interno delle spore di *Bt* rivelatisi poi essere la tossina batterica.

A partire dal 1920 *Bt* ha cominciato ad essere utilizzato come insetticida biologico sulle coltivazioni. Nel 1938 in Francia si è iniziato a commercializzare il primo formulato commerciale, denominato *SPORINE*, costituito dalle spore del batterio usato contro larve di lepidotteri che attaccano farine e cibi. Dagli anni 1960 sono stati selezionati ceppi di *Bt* attivi contro coleotteri, larve di zanzare e di mosche e prodotti numerosi formulati commerciali specifici per la lotta biologica contro diversi insetti.

Negli anni 1980 si è scoperto che i geni per le proteine tossiche (*cry*) sono situati sui plasmidi del *Bt* e geni di diversi ceppi sono stati riuniti in un unico batterio in maniera da avere ceppi *Bt* in grado di contrastare l'isorgenza di insetti resistenti all'azione delle tossine.

Dal 1995, con l'ingegneria genetica si sono prodotte piante contenenti geni della tossina di *Bt* che prodotta nei tessuti del vegetale li rende velenosi per gli insetti che si alimentano sui raccolti. Sono oggi disponibili mais *Bt*, soia *Bt*, cotone *Bt*, patate *Bt*, melanzane *Bt* ecc.

Rispetto ai trattamenti con *Bt* fatti per aspersione delle coltivazioni, le piante *Bt* garantiscono che solo gli insetti che attaccano il raccolto risultano esposti alle tossine, in oltre possono essere colpiti anche insetti che attaccano le radici e quelli che penetrano all'interno del vegetale.

Però si prospettano alcuni inconvenienti:

- gli insetti costantemente esposti alle tossine prodotte dalle piante transgeniche, possono più velocemente essere selezionati e dare origine a gruppi di insetti resistenti.
- Le tossine passano al suolo attraverso le radici e l'interramento delle stoppie ed esercitano la loro azione sugli insetti terricoli.
- La diffusione nell'ambiente della tossina innesca processi di selezione che favoriscono gli insetti resistenti.
- L'acquisizione progressiva di resistenza rende fatalmente inefficace l'applicazione di *Bt*, oltre che nelle colture ingegnerizzate, anche da parte degli agricoltori biologici per i quali il *Bacillus thuringiensis* rappresenta una delle poche soluzioni valide nel contenere gli attacchi dei parassiti.

Cronistoria della GENETICA

IV sec.a.C. Aristotele

Sommo studioso greco, compì osservazioni su cinquecento esseri diversi, osservando diversi apparati ed anche numerosi feti. Concluse che negli animali il seme maschile, depositato nella vagina, incontra il sangue mestruale a cui imprime forma solidificandolo e plasmandolo. Nella donna il concepimento avviene nei sette giorni successivi alla solidificazione del sangue mestruale. Attraverso l'osservazione di feti umani stabili che l'embrione assume forma umana per i maschi a quaranta giorni e per le femmine a novanta giorni.

XIII sec.d.C. Tommaso d'Aquino

Seguendo le concezioni aristoteliche, il grande teologo, concluse che Dio infonde l'anima nel nascituro a quaranta giorni nei maschi e a novanta giorni nelle femmine.

Provocare aborto prima di tale data non era considerato atto grave quanto l'omicidio.

1633 William Harvey

Inglese scopritore della circolazione sanguigna, studiò sistematicamente con indagini anatomiche l'accoppiamento nei cervi, non trovando traccia del sangue mestruale condensato ipotizzato da Aristotele.

1667 Niels Stensen

Danese, sostenne che, come si vede negli uccelli, anche nei mammiferi è presente un organo che produce uova: le ovaie.

1678 Antoni van Leeuwenhoek

Inventore del microscopio vide gli spermatozoi. Alcuni suoi contemporanei "videro" nella testa degli spermatozoi un "homunculus", un piccolo essere di forma umana che nel corpo femminile troverebbe accoglienza e sviluppo.

1827 Karl Ernest von Baer

Vide al microscopio l'ovulo femminile.

1859 Charles Darwin

Pubblicò "L'origine delle specie", rendendosi conto che una soddisfacente teoria dell'evoluzione presuppone la comprensione dei meccanismi della trasmissione delle informazioni genetiche.

1866 Gregor Mendel

Pubblicò negli atti dell'Accademia di Brünn i risultati dei suoi esperimenti sulla pianta di pisello odoroso, dimostrando l'esistenza di entità (più tardi chiamate geni) che trasmettono i caratteri ereditari di generazione in generazione.

1869 Friedrich Miescher

Isola dalle cellule il D.N.A. senza ancora comprenderne il significato biologico.

1875

Viene osservato il processo di fecondazione nei mammiferi

1882 Eduard van Beneden

Individuò nel nucleo cellulare corpi filamentosi chiamati cromosomi. Osservando sperimentalmente vermi, scoprì che i cromosomi derivano in egual numero dallo spermatozoo e dall'ovulo.

1888 **Wilhem Roux**

Osserva microscopicamente lo sviluppo di embrioni di rana, ipotizzando la distribuzione a mosaico delle informazioni genetiche

1891 **Hans Driesch**

A Napoli, studia lo sviluppo embrionale dei ricci di mare. Effettua la prima clonazione su animali: separa le prime due cellule embrionali ed ottiene due ricci gemelli. Ipotizza la presenza in ogni cellula di un sistema di memoria genetica “armonico ed equipotenziale”.

1900 **Nazzareno Strampelli**

Applicando i principi mendeliani, inizia a Camerino una fruttuosa attività di miglioramento genetico del frumento. Incrociando, con la fecondazione artificiale, cultivar portatrici di diversi caratteri utili unisce in un nuovo individuo genotipi provenienti da diverse piante.

Inizia la rivoluzione verde che porta l’umanità alla liberazione dalla fame.

(*Rieti originario x Noè*)

(*Rieti or. x Wilhemina Tarwe*) x *Akakomughi* = *Ardito* pianta resistente alle ruggini, a ciclo breve, che non alletta, ottima per farina da pane.

1902 **Walter Sutton**

Biologo americano, evidenziò le analogie tra i cromosomi nella divisione cellulare e il metodo con cui, secondo Mendel, si trasmettono i caratteri ereditari: per primo dunque, suggerì che i caratteri genetici fossero localizzati sui cromosomi.

1909 **Wilhem Johannsen**

Denomina “geni” i fattori ereditari individuati da Mendel

1910 **Thomas Hunt Morgan**

Studiando incroci del moscerino della frutta dimostra sperimentalmente che i geni si trovano nei cromosomi, scoprendo le eccezioni ai principi mendeliani determinate dal crossing-over.

1926 **Herman J. Muller**

Scopre che i raggi X possono causare mutazioni nei geni e quindi nei caratteri ereditari.

1944 **Oswald Avery, MacLeod, MacCarty**

Dimostrano che la memoria genetica risiede in una molecola: il D.N.A. già da tempo conosciuta ma ritenuta troppo semplice e povera per spiegare le funzioni del gene.

1948 **John Rock e Miriam Menkin**

Realizzano la prima fecondazione in vitro di gameti umani.

1953 **James Watson, Francis Crick**

Descrivono la struttura a doppia elica del DNA. In 15 anni di studi ed esperimenti in laboratori inglesi ed americani si giunge alla decifrazione del modo in cui i geni codificano la produzione delle proteine, si individua cioè il **codice genetico**

1960 **Sydney Brenner, Matthew Meselson, Francois Jacob**

Scoprono come l'RNA messaggero trasmette le istruzioni per fabbricare le proteine
D.N.A. → R.N.A. → Proteine

1966

Viene decifrato il codice genetico: la relazione di corrispondenza tra basi azotate del D.N.A. e gli aminoacidi delle proteine.

1970

Si scopre come, utilizzando speciali enzimi (di restrizione e ligasi) si può tagliare e ricucire il D.N.A.: tecniche del **D.N.A. ricombinante**.

1974

Primo intervento di ingegneria genetica, realizzato sul batterio *Escherichia coli*.

1977 **John Gurdon**

Clona 30 rane albine.

1978 **P.Stevenson, R.Edwards**

In Inghilterra fanno nascere Louise Brown primo essere umano generato per fecondazione in vitro.

1981 **Martin Evans et al.**

Isolano dalla blastocisti di topo cellule staminali che impiantate in lesioni cardiache le riparano, generando nuovo tessuto.

1982 **Ralph Brinster, Richard Palmiter**

Ottengono topi transgenici per il gene che codifica l'ormone della crescita.

1983 **Kary B.Mullis**

Scopre la reazione a catena della polimerasi **P.C.R.** . Una tecnica che permette di moltiplicare a piacimento il D.N.A. consentendo di moltiplicare geni e di confrontare tra loro D.N.A. provenienti da individui diversi.

1983

A Gand in Belgio viene prodotta la prima pianta transgenica: Tabacco contenente un gene batterico che conferisce resistenza all'antibiotico kanamicina.

1985

Entra in uso l'**insulina**, uguale a quella dell'uomo prodotta modificando geneticamente l'*Escherichia coli*.

1988

parte il progetto di lettura del genoma umano

1995 **Hamilton, Smith, Venter**

Decifrano il genoma del batterio *Haemofilus influenzae*

1997

Nasce a Edimburgo la pecora **Dolly**, frutto di clonazione realizzata introducendo un nucleo diploide di cellule di ghiandola mammaria in una cellula uovo denucleata. (Dolly invecchia precocemente e viene fatta morire nel 2003)

1998 **James Thomson**

Isola cellule staminali, impiegabili a scopo terapeutico, da embrioni umani prodotti nel corso di procedure di fecondazione in vitro per scopi riproduttivi e non più destinati all'impianto in utero.

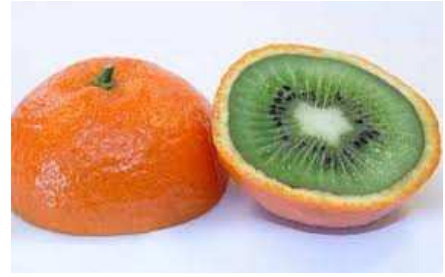
7 dicembre 2000

Carta dei diritti fondamentali dell'Unione Europea, articolo 3: “**Divieto della clonazione riproduttiva degli esseri umani**”

2001 **Venter - Collins**

Negli U.S.A. viene per la prima volta **decodificato il genoma** di un uomo. I geni sono circa 40 mila, la differenza tra due persone è del 2 per mille, tra uomo e scimmie antropomorfe del 2 per cento.

OGM



Sappiamo veramente cosa sono questi OGM?

Sappiamo quali sono le conseguenze delle loro applicazione?

Questo breve scritto ha lo scopo di informare, toccherà al singolo lettore dare un giudizio.

Partiamo dall'analizzare il nome O-G-M, cioè ORGANISMI GENETICAMENTE MODIFICATI, con tale termine si considerano tutti quegli organismi in cui parte del genoma (codice-Dna) è stato modificato inserendo geni artificialmente.

Sono numerose le tecniche per la formazione di questi organismi.

1. tecniche di ricombinazione del materiale genetico che comportano la formazione di nuove combinazioni mediante l'utilizzo di molecole di [DNA](#), [RNA](#) o loro derivati, il loro inserimento in un organismo ospite nel quale determinate caratteristiche non compaiono per natura, ma nel quale possono replicarsi in maniera continua;
2. tecniche che comportano l'introduzione diretta in un organismo di materiale ereditabile preparato al suo esterno. (ad es. metodo del cannone o l'elettroporation);
3. fusione cellulare o tecniche di ibridazione per la costruzione di cellule vive, che presentano nuove combinazioni di materiale genetico ereditabile, mediante la fusione di due o più cellule, con metodi non naturali.

Non sono da considerarsi organismi geneticamente modificati tutti quelli che sono ottenuti per mutagenesi o fusione cellulare di cellule che possono scambiare materiale genetico anche con metodi di riproduzione tradizionali.

La mutagenesi è un fenomeno che è presente in tutti gli essere viventi ed è basato sulle imprecisioni o gli errori di replicazione del genoma durante i processi di divisione cellulare; le mutazioni vengono poi sottoposte alla selezione dell'ambiente e dell'uomo.

Metodo del Cannone Si usa per produrre piante ogm. Si preparano dei piccoli proiettili che contengono frammenti di DNA che si vuole trasferire uniti a polvere d'oro che fa da veicolo, si associa un gene indicatore (che da resistenza ad un antibiotico o che rende riconoscibili le cellule riceventi es. facendole diventare fluorescenti).

Si sparano questi proiettili sulle foglie delle piante che si vogliono modificare. Una volta fatta la "sparata", si interviene sulle cellule individuando quelle in cui è andato a buon fine il "bombardamento" e hanno ricevuto le informazioni utili. Per far questo si trattano le cellule con un

antibiotico: le cellule che sopravvivono sono quelle che hanno ricevuto il gene. Oppure si isolano le cellule diventate fluorescenti.

Elettroporation La tecnica consiste nel produrre, attraverso stimolazioni elettriche, pori nella membrana delle cellule che si vogliono modificare in modo da consentire l'ingresso dei frammenti di DNA portatori delle informazioni che si desiderano.

Metodi biologici impiegando ad esempio *Agrobacterium tumefaciens*, microorganismo, innocuo per l'uomo, che possiede capacità di trasferire geni alle piante.

Dopo questa breve spiegazione di cosa sia un OGM e di come avvenga la sua formazione andiamo ad analizzare i pro e i contro su questi organismi.

Perché gli OGM sono utili

Con le tecniche OGM si producono numerosi farmaci estremamente utili come ad esempio: l'**insulina umana** (indispensabile per i diabetici) nel batterio *Escherichia coli*, è stato il primo esempio di produzione industriale di un farmaco ricombinante. In passato l'insulina veniva purificata con bassa resa da pancreas di maiali o altri animali e, non essendo di origine umana, poteva provocare gravi reazioni da parte del sistema immunitario;

l'**ormone della crescita umano**, un tempo estratto dall'ipofisi di cadaveri, potenziale fonte di pericolosi virus, è adesso prodotto in batteri manipolati;

gli **interferoni**, molecole dotate di attività antivirale e antitumorale, sono prodotti nell'uomo in quantità così basse da renderne impossibile l'estrazione da materiale biologico;

vaccini costituiti da subunità virali o da tossine batteriche modificate in modo da perdere la tossicità (vaccino contro la pertosse), es. vaccino contro la meningite, contro il virus dell'epatite B.

Una delle accuse principali che vengono fatte agli OGM è quella di causare danni alla salute del consumatore. In realtà per adesso, dopo 20 anni dalla prima coltivazione di piante geneticamente modificate e con l'uso continuato e diffuso in tutto il mondo di soia, mais, riso, cotone OGM non si sono ancora registrati danni alla salute degli animali e dell'uomo.

Con le tecniche OGM si riescono a produrre nuove varietà di piante e nuove razze di animali in tempi brevissimi (pochi mesi anziché 5-10 anni). Si riescono a unire tra loro caratteri utili appartenenti a specie diverse che con i sistemi di riproduzione naturale non si potrebbero concentrare in un unico organismo.

Con le piante OGM si possono avere varietà con maggiori proprietà nutritive, ad esempio Golden rice, varietà di riso coltivato in oriente ricco di provitamina A grazie alle modificazioni genetiche. Come si è agito sul riso si potrebbe benissimo agire su altre varietà.

Modificando alcuni geni facilmente influenzabili dall'ambiente si possono coltivare specie in zone dove con i metodi tradizionali sarebbe impossibile.

Con le piante OGM resistenti agli insetti, ai funghi, ai batteri, si riduce l'utilizzo dei pesticidi.

Con le piante OGM sono facilitate le operazioni di produzione e di raccolta, si riducono le spese e si aumentano i ricavi. Coltivando mais OGM la resa economica aumenta tra il 10 ed il 30%.

La diffusione delle piante OGM può incrementare le produzioni e contribuire alla riduzione della fame nel mondo.

In Italia la coltivazione di OGM è vietata ma non l'importazione e tanto meno il consumo. Ormai sono anni che il nostro paese importa dall'America, dove la coltivazione di organismi geneticamente modificati si estende per oltre il 70% della superficie coltivabile, prodotti come la soia, il mais per l'allevamento del bestiame e per la produzione di alimenti per gli esseri umani.

Perché gli OGM sono pericolosi

Le conseguenze sulla salute del consumatore di tali prodotti non si possono ancora conoscere con certezza poiché il tempo di sperimentazione di 20 anni è troppo breve per poter delineare i danni sugli esseri viventi. Si teme che si possano diffondere batteri resistenti agli antibiotici, in quanto per ogni gene inserito nella pianta viene utilizzato un gene marcatore che porta l'informazione per la resistenza ad un antibiotico (es. Kanamicina o Ampicillina), nell'ambiente questi marcatori possono passare facilmente a batteri potenzialmente patogeni.

La diffusione delle piante OGM limita la bio-diversità, fattore su cui si basa la vita.

Il problema dei costi e dei brevetti. Gli OGM sono tutti prodotti da grandi aziende multinazionali, ogni nuovo organismo OGM viene brevettato. Gli utilizzatori degli OGM devono pagare per il loro utilizzo. I costi delle sementi tradizionali sono molto più bassi di quelli delle sementi OGM.

Secondo molti la diffusione degli OGM porterebbe ad un impoverimento dei coltivatori, in quanto l'intero settore agricolo sarebbe sotto le strette dipendenze delle multinazionali che hanno comunque come obiettivo principale quello di arricchirsi il più possibile a scapito ovviamente dei produttori e dei consumatori.

Le multinazionali produttrici di OGM potrebbero avere il monopolio del mercato, potrebbero indurre alla diffusione massiccia della monocoltura, alla scomparsa dell'agricoltura di sussistenza che in molti casi rappresenta l'unico mezzo per il mantenimento di una famiglia soprattutto nei paesi in via di sviluppo o sottosviluppati.

Coloro che sostengono tali tesi propongono la diffusione di un'agricoltura biologica indirizzata ad un mantenimento della piccola-media proprietà e alla produzione di un'"agro-ecologia", una agricoltura cioè incentrata sul mantenimento della bio-diversità e il rispetto dell'ambiente.

GRUPPO DI LAVORO SU BIOTECNOLOGIE VEGETALI E OGM

Classe 4I, Liceo Scientifico “G.Peano”:

Campagno Paolo

Carlin Mario

Civalleri Fabrizio

Crosetto Davide

D’anna Francesco

De Pasquale Corrado

Dho Matteo

Fassoni Luca

Fissolo Sara

Giachello Erik

Giordanengo Marco

Giorgis Gianluca

Girauda Alessandro

La Piana Andrea

Lupinu Chiara

Macagno Beatrice

Maffeis Elia

Pagano Valentina

Ragusa Andrea

Reina Lorenzo

Rinaudo Lorenzo

Smiglio Fabrizio

Vitiello Claudio Filippo

Docente coordinatore: Prof. Giacomo Olivero, Liceo Scientifico “G.Peano”

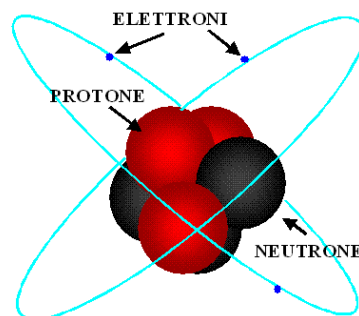
L'ENERGIA NUCLEARE: cos'è e come funziona

A cura di:

Niccolò Arcostanzo, Loris Bagnasco, Emanuele Caldano, Davide Mercuri
classe IV G, Liceo Scientifico "G. Peano"

Simone Andreassi, Raffaele Piola, Classe 5D, Dip. Meccanica, ITIS "Mario Del Pozzo"

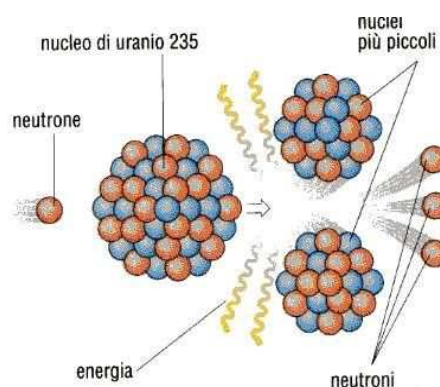
Cos'è l'energia nucleare? Prima di tutto bisogna sapere che tutta la materia è composta da unità elementari chiamate atomi che a loro volta sono composti da un nucleo formato da protoni e neutroni attorno a cui ruotano delle cariche elettriche chiamate elettroni. L'energia nucleare è basata sull'interazione che c'è tra le particelle che compongono il nucleo atomico, i cosiddetti nucleoni. Questi nucleoni sono tenuti insieme da forze notevoli, dette forze nucleari forti, che possono essere sfruttate per generare grandi quantità di energia.



Le due reazioni nucleari mediante le quali questa energia può essere ricavata sono la fissione e la fusione.

La fissione consiste nella rottura del nucleo di un atomo per far scaturire una certa quantità di energia verso l'esterno. In natura esistono pochissimi elementi fissili, tra i quali il più efficiente è l'uranio 235, presente in quantità modestissime.

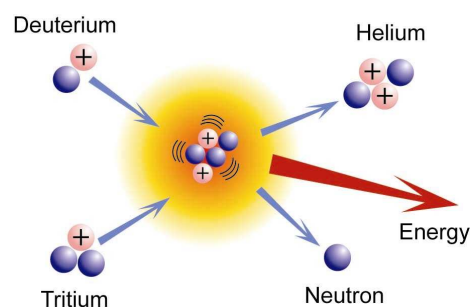
La reazione di fissione comincia con il bombardamento, ovvero un neutrone "proiettile" viene fatto collidere con il nucleo di un atomo bersaglio; quest'ultimo si scinde in due frammenti lasciando liberi nello spazio circostante altri neutroni che a loro volta colpiranno altri atomi determinando una reazione a catena se gli atomi nelle vicinanze sono posti in quantità sufficiente (massa critica). La reazione a catena auto-sostiene la fissione nucleare tramite i successivi scontri dei neutroni secondari. Il processo deve essere continuamente monitorato per evitare che la reazione a catena diventi incontrollabile.



Il processo di fissione produce scorie radioattive molto pericolose e impossibili da smaltire, che quindi devono essere stipate in strutture di stoccaggio adeguate.

Diversa la **fusione nucleare** che consiste nel fondere due nuclei leggeri per formarne uno pesante. Il processo è analogo a quello che avviene nel Sole e nelle stelle e può essere riprodotto artificialmente anche sulla Terra. La fusione nucleare comporta la formazione di una grandissima quantità di energia. Tuttavia, per far sì che la fusione avvenga, sono necessarie temperature (diversi milioni di gradi!) e pressioni elevatissime, che ancora oggi è difficile raggiungere.

I due elementi utilizzati per la fusione sono il deuterio e il trizio, due isotopi dell'idrogeno presenti in abbondanza sulla Terra (si trovano infatti nell'acqua del mare).



Questi non sono pericolosi, né lo sono i loro prodotti di fusione.

La **fusione nucleare** rappresenta l'ultima frontiera dell'energia, con una quantità pressoché illimitata di combustibile e impatto ambientale praticamente nullo.

Attualmente i due principali progetti di centrali a fusione (adatti alla ricerca scientifica e non ancora adatti all'utilizzo pratico) sono il reattore ITER (Cadarache, Francia) e il NIF (Livermore, California), i quali però richiederanno ancora diversi anni prima di poter dare risultati soddisfacenti.

LE CENTRALI NUCLEARI

La struttura di una centrale nucleare è quella tipica di una centrale termoelettrica: vi è un “fornello” (nocciolo) dentro il quale si genera il calore dovuto alla reazione nucleare di fissione dell’atomo con elevata generazione di calore il quale viene scambiato normalmente con acqua (per la sua elevata capacità termica).

L’acqua acquista energia termica e diventa vapore ad elevata temperatura e pressione, il vapore viene fatto espandere all’interno di turbine collegate ad alternatori che originano corrente elettrica alternata, questa corrente, dopo opportuna trasformazione, viene inviata negli elettrodotti per gli usi finali in fabbriche e città.

Fuoriuscito dalle turbine, il vapore viene convogliato verso un sistema (condensatore) che serve a raffreddarlo al fine di rinviarlo sotto forma di acqua nello scambiatore per iniziare nuovamente il ciclo di assorbimento del calore proveniente dal nocciolo di fissione. La quantità

di calore da sottrarre è enorme e, spesso, non basta lo scambio semplice con una sorgente fredda naturale, come acqua di fiumi, laghi o mare (grandi masse d’acqua vengono aspirate da queste sorgenti fredde, vanno a sottrarre calore all’acqua proveniente dallo scambiatore, vengono quindi riversate di nuovo nella sorgente fredda ma a temperature superiori di vari gradi).

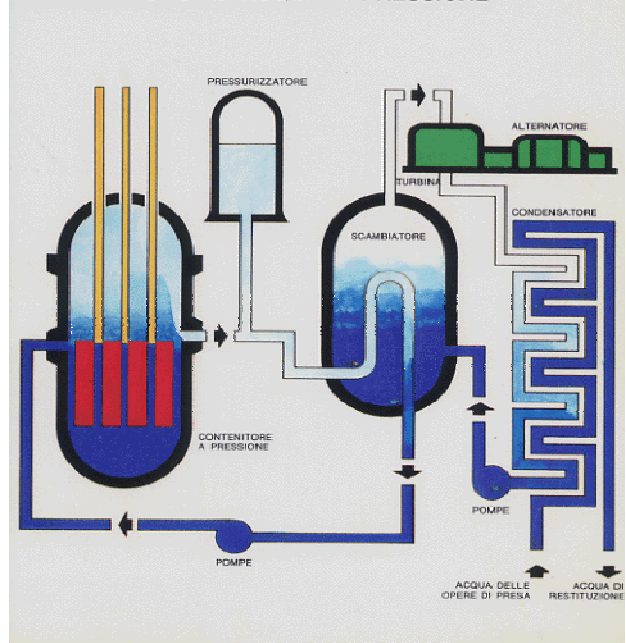
Per evitare di compromettere troppo l’ecosistema occorre raffreddare queste masse d’acqua prima di riversarle di nuovo nelle sorgenti fredde (fiumi, laghi, mare...) facendole circolare dentro delle gigantesche torri di raffreddamento che sono quegli enormi camini in cemento che si vedono in prossimità delle centrali nucleari.

I primi prototipi di reattori, sviluppati da molte nazioni e denominati di **Prima Generazione**, solo raramente sono entrati in funzione. Si basavano infatti su progetti poco affidabili e, soprattutto, erano quasi completamente privi di sistemi di sicurezza. Una delle centrali basata su reattori di prima generazione è stata proprio Chernobyl.

I primi reattori commerciali entrati a regime sono stati quelli di **Seconda Generazione**, significativamente migliorati rispetto ai precedenti, anche se il disastro che si è verificato alla centrale di Fukushima pone serissimi dubbi sulla reale sicurezza di questa tipologia di centrali. La maggior parte degli impianti in esercizio sono di seconda generazione.

Le centrali di **Terza Generazione** sono invece comparse poco più di dieci anni fa (tipologia corrispondente a quella che si era intenzionati ad installare in Italia). Queste centrali possiedono solo parziali miglioramenti evolutivi che non modificano il principio di funzionamento del reattore; questi miglioramenti comprendono un più efficace sistema di sicurezza (edifici di contenimento e circuito refrigerante) e un processo di combustione più efficiente, nel senso che la massa di scorie per ogni kWh prodotto è inferiore, ma i residui risultano maggiormente radiotossici rispetto ai reattori di generazioni precedenti.

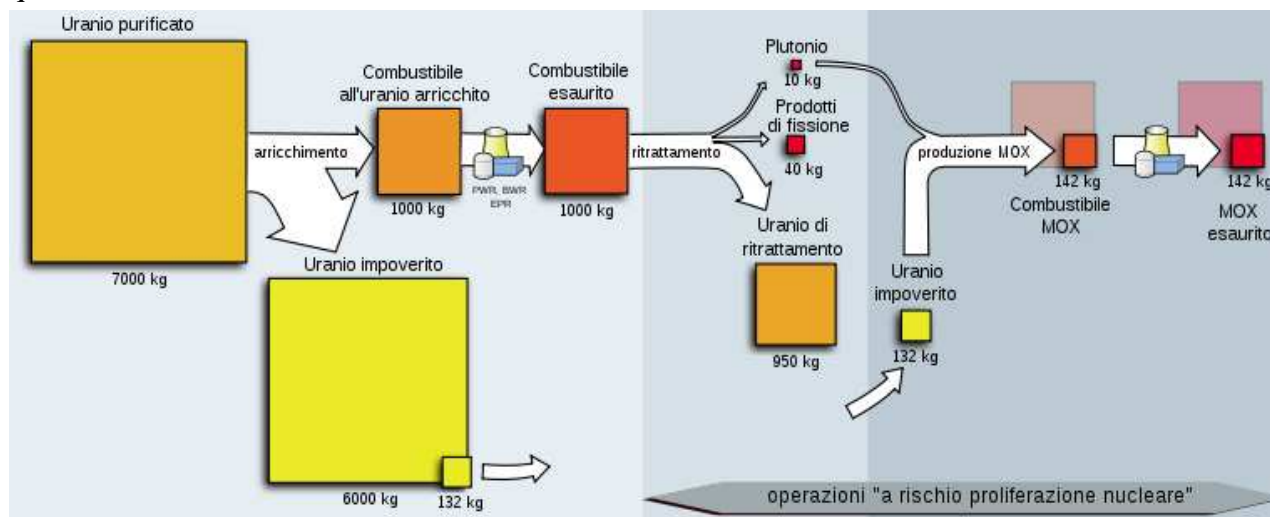
SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DI UNA CENTRALE CON REATTORE AD ACQUA IN PRESSIONE



LE SCORIE RADIOATTIVE

Un reattore nucleare di medie dimensioni produce circa 30 tonnellate di combustibile esaurito ogni anno. Una parte di queste scorie è radioattiva e alcuni degli elementi mantengono tale radioattività per migliaia di anni. Questo materiale viene quindi immagazzinato e isolato, in modo che non entri a contatto con l'ambiente.

In realtà il combustibile esaurito contiene ancora una gran quantità di materiale fertile e fissile che può essere riciclato permettendone in buona parte il recupero e diminuendo notevolmente la quantità di scorie.



Va però sottolineato che gli impianti di ritrattamento (così come quelli di arricchimento) sono ovviamente a rischio di incidente nucleare, lo stesso trasporto dei materiali da questi impianti è soggetto a rischi. Alcuni degli incidenti più gravi oggi noti sono infatti avvenuti in queste installazioni. Nel 2008 in Francia sono avvenuti alcuni incidenti riguardanti proprio impianti di ritrattamento (come quello di Tricastin). Per tali motivi non è detto che il ritrattamento venga attuato (alcuni paesi come gli USA hanno deciso di non ritrattare il combustibile esausto).

Attualmente vengono proposti due metodi per depositare le scorie (preventivamente solidificate se liquide o gassose):

- per le scorie a basso livello di radioattività si ricorre al deposito superficiale, ovvero il confinamento in aree terrene;
- per le scorie a più alto livello di radioattività si propone invece il deposito geologico, ovvero allo stoccaggio in bunker sotterranei profondi e schermati in modo da evitare la fuoriuscita di radioattività nell'ambiente esterno.



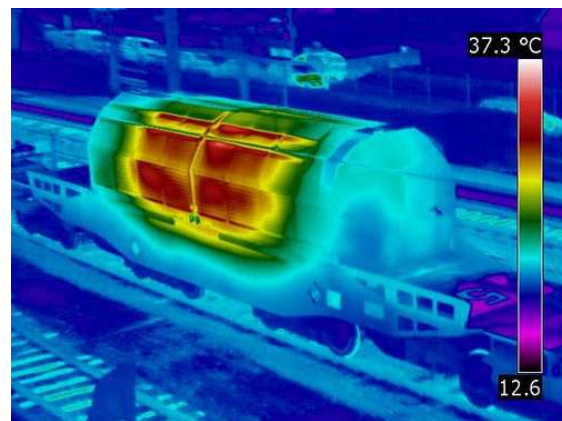
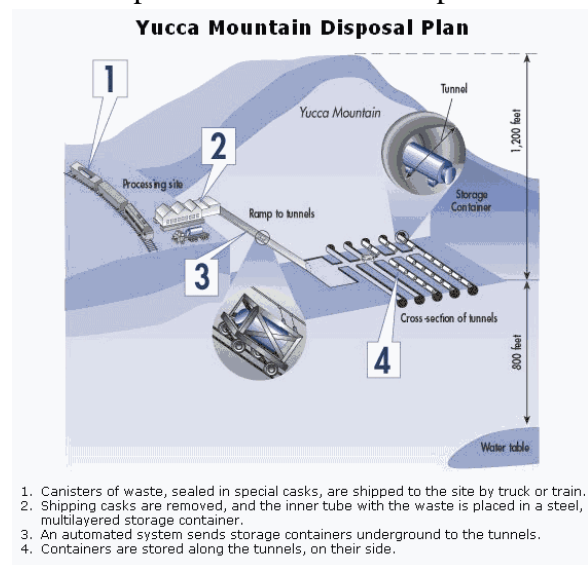
Tuttavia, ancora oggi, non risulta che esista al mondo alcun deposito geologico definitivo in esercizio, nonostante le prime centrali nucleari risalgano al 1960. Sono al momento in fase di accertamento alcuni siti presenti in Belgio, Canada, Finlandia, Francia, Germania, USA, Svezia e Svizzera.



Deposito scorie radioattive in Germania
(Fonte: nationalgeographic.it)

La quantità di scorie prodotte annualmente dall'industria nucleare mondiale ammonta, in termini di volume teorico, a 200.000m³ di Medium and Intermediate Level Waste (MILW) (l'equivalente a un contenitore avente base di 1.000m² e altezza di 200 metri) e 10.000 m³ di [High Level Waste](#) (HLW) (l'equivalente a un contenitore avente base di 1.000m² e altezza di 10 metri), che è il materiale più radioattivo. Dati i non elevatissimi volumi in gioco, la maggior parte dei 34 Paesi con impianti nucleari di potenza ha per ora adottato la soluzione del deposito delle scorie presso gli impianti stessi in attesa di soluzioni più durature. Tali volumi teorici di materiale non possono essere "impacchettati"

realmente in spazi del medesimo volume, ma devono essere "diluiti" in spazi più ampi soprattutto a causa del calore di decadimento delle scorie, della matrice in cui queste vengono incorporate per stabilizzarle, nonché delle barriere tecnologiche necessarie a contenerle (i contenitori, detti cask). Per tali ragioni i volumi reali sono maggiori di quelli teorici del materiale radioattivo in senso stretto. Nel caso del combustibile ritrattato, le 30 tonnellate annue scaricate dal reattore, producono 60 m³ di concentrato liquido ad alta attività, pari a circa 130 milioni di Curie. Con i processi sviluppati per solidificare la soluzione, il volume dei rifiuti ad alta attività si riduce a 4 m³, corrispondenti a circa 8 tonnellate, che equivalgono a 28 m³, una volta posizionati nel caniste.



Trasporto di scorie con immagine all'infrarosso per evidenziare il calore residuo

Come si evince da quanto scritto, il problema attuale delle centrali nucleari non è legato solo al processo tecnologico per ottenere energia termica con rischi di fughe di materiale radioattivo dalle centrali, ma è anche legato allo stoccaggio di materiale radioattivo (scorie) che aumenta di anno in anno senza aver ancora trovato un metodo per neutralizzarle e poterle stoccare senza rischi di contaminazione per l'ambiente e per il nostro ecosistema.

ENERGIA NUCLEARE: ASPETTI SOCIALI, POLITICI ED ECONOMICI

A cura di:

Beatrice Ameglio, Claudia Boetti, Alice De Clementi, Sabrina Fiandino

Classe 4G, Liceo Scientifico "G.Peano"

Denise Silvestro, Classe 5D, Dip. Meccanica, ITIS "Mario Del Pozzo"

Il problema energia presenta aspetti scientifici, economici, sociali, culturali e politici di dimensioni planetarie che non possono essere affrontati in modo superficiale, tra pregiudizi e schematismi ideologici. Il nocciolo della questione sostanzialmente è questo: è possibile soddisfare il fabbisogno energetico mondiale e al tempo stesso garantire uno sviluppo sostenibile? Quali sono le politiche da perseguire per un uso ottimale delle risorse naturali e un'applicazione ragionevole delle scoperte tecnologiche più avanzate?

Tra gli scenari possibili per il prossimo futuro l'energia nucleare occupa un posto di rilievo, ma il dibattito su questa risorsa proietta ombre inquietanti, che hanno subito una decisa accelerazione dopo l'incidente nucleare di Fukushima. È necessario, tuttavia, affrontare il problema in modo razionale, superando le secche del catastrofismo da un lato e della fiducia aprioristica dall'altro, analizzando con attenzione gli elementi fondamentali e vincolanti della questione nucleare, i pro e i contro che a tutt'oggi siamo in grado di valutare.

I PRO

sull'utilizzo delle tecnologie nucleari nella produzione di energia

- **CONTENIMENTO DEI GAS SERRA**

In una centrale nucleare le emissioni di anidride carbonica (CO₂), tipiche dei processi di combustione, sono nulle.

- **MINOR INQUINAMENTO DELL'ARIA**

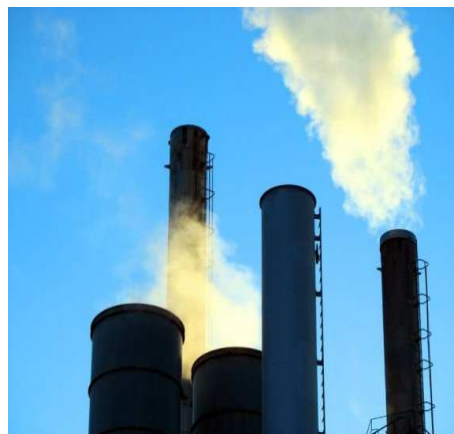
Gli inquinanti tipici delle centrali termoelettriche (polveri, ossidi di zolfo e di azoto, metalli pesanti) non vengono prodotti da quelle nucleari.

- **MAGGIOR SICUREZZA NELL'APPROVVIGIONAMENTO DELLE FONTI ENERGETICHE, GRAZIE ALLA LORO DIVERSIFICAZIONE**

Diversificare le fonti di energia è strategicamente importante per i Paesi che, come l'Italia, debbono importare i combustibili dall'estero e, spesso, da Paesi politicamente instabili (vedi i recenti eventi che hanno coinvolto il nord Africa).

- **MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA NELLE NUOVE CENTRALI**

Le centrali di IV generazione (attese però solo per il 2030), garantiscono la minimizzazione della produzione dei rifiuti radioattivi e un maggior livello di sicurezza.



- **RIDUZIONE DEGLI APPROVVIGIONAMENTI DI ENERGIA ELETTRICA DALL'ESTERO**

Il fabbisogno italiano viene sostenuto da energia elettrica prodotta all'estero per un' aliquota che può oscillare tra meno del 10% in fase diurna fino a punte massime del 25% durante la notte.

Tale importazione avviene da quasi tutti i paesi confinanti, anche se le quote maggiori sono quella proveniente dalla Svizzera e, a seguire, dalla Francia; considerando dunque questi due Paesi insieme, da Francia e Svizzera proviene quasi l'80% di tutta l'importazione italiana di elettricità. Parte di questa energia (in particolare quasi il 40% di quella "svizzera" e l'87% di quella "francese") viene prodotta con centrali nucleari dislocate in siti molto vicini ai nostri confini. Produrre questa energia elettrica in centrali nucleari in Italia non aumenterebbe significativamente i rischi connessi alla situazione attuale e ridurrebbe gli elevati costi di approvvigionamento dall'estero.

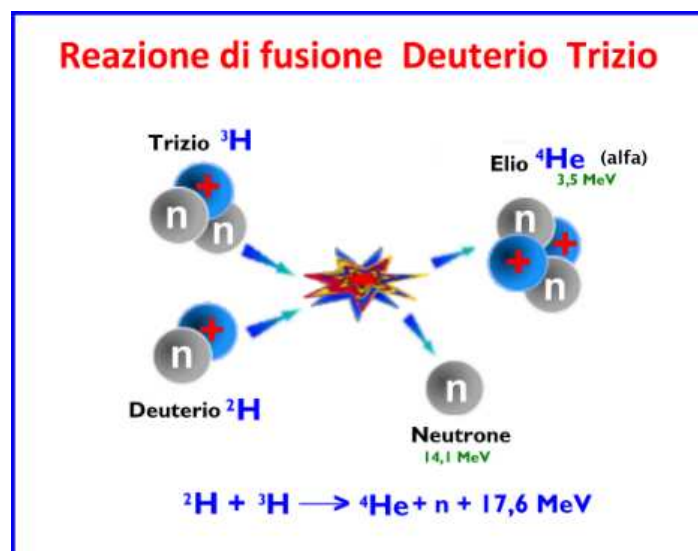


- **ALTA PRODUTTIVITÀ**

Una centrale nucleare di attuale concezione avrebbe una capacità produttiva di energia elettrica pari a 1600 megawatt. Per ottenere la stessa potenza con impianti fotovoltaici si dovrebbe coprire una superficie di circa 15.000 ettari, il che equivale a dire 20.000 campi da calcio o 170.000 tetti di palazzi di media grandezza.

- **IL NUCLEARE DEL FUTURO: LA FUSIONE**

Questa tecnologia nucleare, ancora in fase di sviluppo, è molto promettente in quanto prevede assenza di scorie radioattive e minori tempi di dimezzamento delle scorie secondarie (materiali attivati dal funzionamento del reattore di soli anni 80ca). Anche in caso di perdita totale dell'isolamento rispetto all'ambiente esterno, la contaminazione atmosferica sarebbe inferiore ai limiti di pericolosità. E' auspicabile che gli studi e gli investimenti in questo settore della ricerca sul nucleare continuino indipendentemente dallo sfruttamento dell'energia da fissione perché dalla fusione potrebbe derivare in quantità sufficiente quell'energia 'pulita' che tutti desideriamo.



I CONTRO

sull'utilizzo delle tecnologie nucleari nella produzione di energia

- **PRODUZIONE MATERIALE RADIOATTIVO**

Un reattore nucleare da 1000MW produce all'incirca ogni anno 30 tonnellate di combustibile esaurito. Parte di queste scorie è radioattiva: alcuni elementi decadono in poche decine d'anni, ma altri mantengono la loro radioattività per tempi lunghi (diverse centinaia di anni).

- **MESSA IN SICUREZZA DEL MATERIALE IN SITI RITENUTI IDONEI**

Le scorie necessitano luoghi adatti allo smaltimento, ma questi sono difficili da trovare, causa il dissenso dei governi regionali e della popolazione.



- **TEMPI LUNGI DI COSTRUZIONE DEI REATTORI NUCLEARI**

Uno studio condotto dal Consiglio Mondiale dell'Energia (WEC) ha mostrato che in tutto il mondo i tempi di costruzione per i reattori nucleari sono aumentati da 66mesi a 116mesi tra il 1995 e il 2000.

- **COSTI E TEMPI ELEVATI PER LO SMANTELLAMENTO DI UNA CENTRALE NUCLEARE**

Il costo per smantellare una centrale nucleare è più del doppio di quello di costruzione. Lungo lasso di tempo per lo smantellamento: in media tra i 30 e i 50 anni (in alcuni casi anche oltre i 100 anni).

- **COSTI ELEVATI RISPETTO ALLE PREVISIONI**

Nel mondo i progetti di costruzione di centrali nucleari in corso sono molto al di sopra dei costi previsti, fino ad arrivare a costi del 300% superiori rispetto alle previsioni. Questo vuol dire che in futuro questi progetti non saranno competitivi con i programmi di efficienza energetica o con le fonti rinnovabili.

- **NUOVI REATTORI NON ANCORA PROVATI PRESENTANO GIÀ SERI PROBLEMI DI SICUREZZA**

Le centrali nucleari richiedono miliardi di euro per essere rese sicure e continuano ad avere un piccolo margine di rischio.

- **POCA TRASPARENZA SULL'INFORMAZIONE DEI COSTI DEL NUCLEARE**

Non si hanno informazioni certe sui reali costi della produzione che comprendano anche lo smaltimento delle scorie.

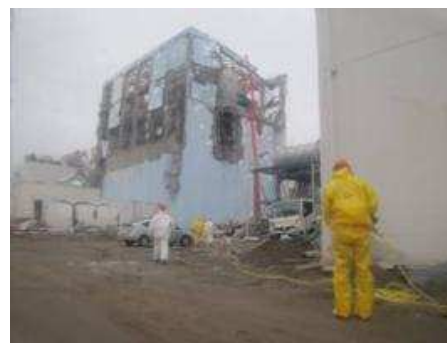
- **POSSIBILITA' DI INCIDENTI**

Sebbene le tipologie di guasto ad una centrale nucleare con i relativi effetti possano essere molteplici, in generale gli aspetti più critici in termini di sicurezza del funzionamento di un reattore nucleare a fissione, per i quali storicamente si sono verificati i due maggiori incidenti nucleari della storia (disastro di Chernobyl e disastro di Fukushima Daiichi), sono quelli legati al controllo della potenza generata dalla reazione a catena, ovvero il mantenimento della reazione nucleare di fissione in uno stato di criticità tale da autoalimentarsi in maniera stabile e, parallelamente, quelli legati ai sistemi di raffreddamento dei reattori stessi necessari per dissipare il calore in eccesso prodotto.



E' infatti necessario evitare che si arrivi

- alla temutissima fusione delle barre di combustibile nucleare nel nucleo del reattore per le elevatissime temperature raggiunte, la cosiddetta *fusione del nocciolo*, totale o parziale)
- a esplosioni del reattore stesso per effetto della liberazione di gas esplosivi, quali ad esempio l'idrogeno, in seguito a reazioni chimiche innescate a loro volta dalle elevatissime temperature
- al rilascio (anche se controllato) di questi gas misti ad elementi radioattivi per evitarne l'esplosione all'interno del reattore, quando si è in condizioni critiche di surriscaldamento.



In tutti e tre i casi si ha liberazione di quantitativi di radioattività anche elevati, in alcuni casi catastrofici per la sicurezza pubblica e tali che possono facilmente portare al danneggiamento irreversibile del reattore almeno per quanto riguarda i primi due casi.

La IAEA ha stabilito una scala (scala INES - International Nuclear Event Scale) di gravità degli eventi possibili in una centrale nucleare o in altra installazione, che si articola in 8 livelli (da 0 a 7).



A tutt'oggi, si sono verificati i seguenti incidenti nucleari noti:

- 1945**, 4° livello INES, (Los Alamos, Nuovo Messico, USA)
- 1946**, 4° livello INES, (Los Alamos, Nuovo Messico, USA)
- 1952**, 5° livello INES (Chalk River, Canada)
- 1957**, 5° livello INES, Windscale (Gran Bretagna)
- 1957**, 6° livello INES, Majak (Urali dell'URSS)
- 1969**, 4° livello INES, Lucens (Svizzera)
- 1973**, 4° livello INES, Windscale (Gran Bretagna)
- 1979**, 5° livello INES, Three Mile Island (Pennsylvania, USA)
- 1980**, 4° livello INES, Saint-Laurent-Nouan (Francia)
- 1986**, 7° livello INES, Chernobyl (Ucraina)

L'incidente di Chernobyl del 7°, il più alto livello della scala INES, è il più grave incidente nucleare mai avvenuto. Si verificò in una centrale nucleare a fissione, e comportò la fusione del combustibile, l'esplosione (non nucleare) e lo scoperciamento del reattore, la fuga in aria di combustibile polverizzato, scorie radioattive e vari materiali radioattivi. In sostanza, esso rappresenta il peggiore disastro possibile in una centrale nucleare. In parte, l'incidente fu provocato da alcune caratteristiche problematiche del reattore (si veda reattore nucleare RBMK), ma in gran parte fu dovuto alla avventatezza di responsabili governativi, che effettuarono un esperimento su una centrale di potenza (e non su un reattore sperimentale), escludendo manualmente tutti i sistemi

di sicurezza, e facendosi aiutare da personale tecnico e non da esperti di fisica nucleare ed ingegneri. Il personale tecnico non aveva, infatti, una conoscenza sufficiente delle caratteristiche del reattore in tutti i suoi regimi di operazione. Anche in conseguenza di questo disastro, per i progetti di reattori a fissione si tende attualmente a privilegiare sistemi di sicurezza basati su di un principio fisico, e che quindi non possono essere ignorati neppure volontariamente.

La conseguenza dello scoperciamento del reattore e della fuga in atmosfera di isotopi radioattivi fu una vasta contaminazione ambientale. Il rapporto ufficiale redatto da agenzie dell'ONU (OMS, UNSCEAR, IAEA e altre) stila un bilancio di 65 morti accertati con sicurezza più altri 4.000 morti presunti (che non sarà possibile associare direttamente al disastro) per tumori e leucemie su un arco di 80 anni. Secondo Greenpeace invece, i decessi direttamente o indirettamente imputabili a Chernobyl sarebbero dell'ordine di 100.000 individui e più.

1987, 5° livello INES, Goiânia (Brasile)

1999, 4° livello INES, Tokaimura (Giappone)

2006, 4° livello INES, Fleurus (Belgio)

2011 (in corso), 7° livello INES, Fukushima (Giappone)

A seguito del grave terremoto dell'11 marzo 2011, l'unità 1 della centrale nucleare di Fukushima Daiichi, dopo circa 24 ore dall'evento, durante una ulteriore scossa di terremoto, ha registrato una esplosione con fuoriuscita di fumo bianco, presumibilmente idrogeno rilasciato dal liquido di raffreddamento in condizioni di alta temperatura e pressione, con conseguente dispersione di materiale irradiato all'esterno, e crollo del tetto di un edificio di servizio, non ospitante il reattore. Il 13 marzo si è verificata una analoga esplosione all'unità 3. Nella mattina del 15 marzo, dopo numerosi allarmi che segnalavano che le barre del reattore dell'unità 2 risultavano non totalmente ricoperte dall'acqua di raffreddamento, si è verificata una esplosione che potrebbe aver danneggiato il rivestimento esterno del nucleo, rimasto intatto nelle unità 1 e 3.



Anche le 4 unità della centrale di Fukushima Daini, situata a 11 km dall'altra, e che erano in funzione al momento del sisma, sono state spente automaticamente dai sistemi di sicurezza, ma il malfunzionamento degli impianti di raffreddamento dei reattori ha provocato una situazione di allarme, di grado inferiore in quanto senza rilascio di radioattività all'esterno degli impianti.

L'incidente di Fukushima Daiichi è stato classificato pari a quello di Chernobyl, ossia di livello 7.

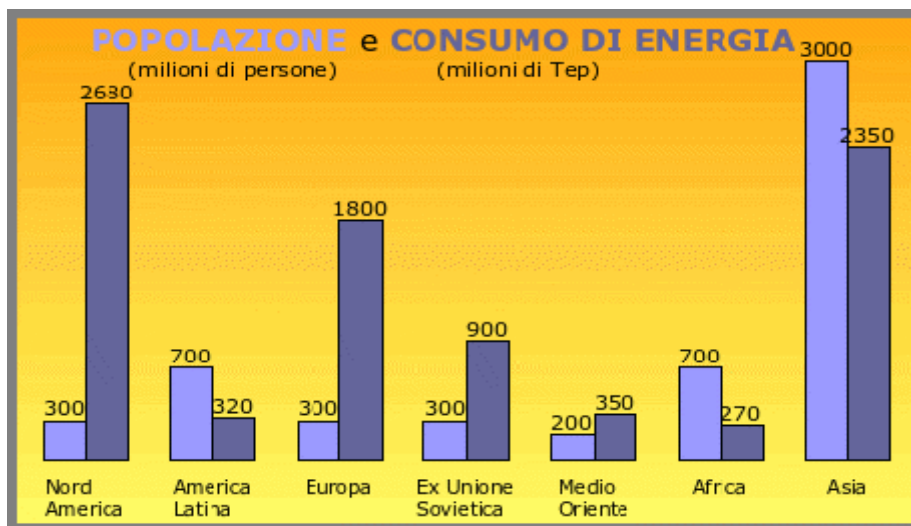
FABBISOGNI E FONTI DI ENERGIA

A cura di:

Greta Rosa, Classe 4G, Liceo Scientifico "G. Peano"

Nicola Parola, Simone Sancineto, Classe 5D, Dip. Meccanica, ITIS "Mario Del Pozzo"

La nostra società è diventata molto "energivora"; il grafico riportato sotto rappresenta la richiesta (non il bisogno) ed il consumo di energia nelle diverse zone del mondo in rapporto alla popolazione.

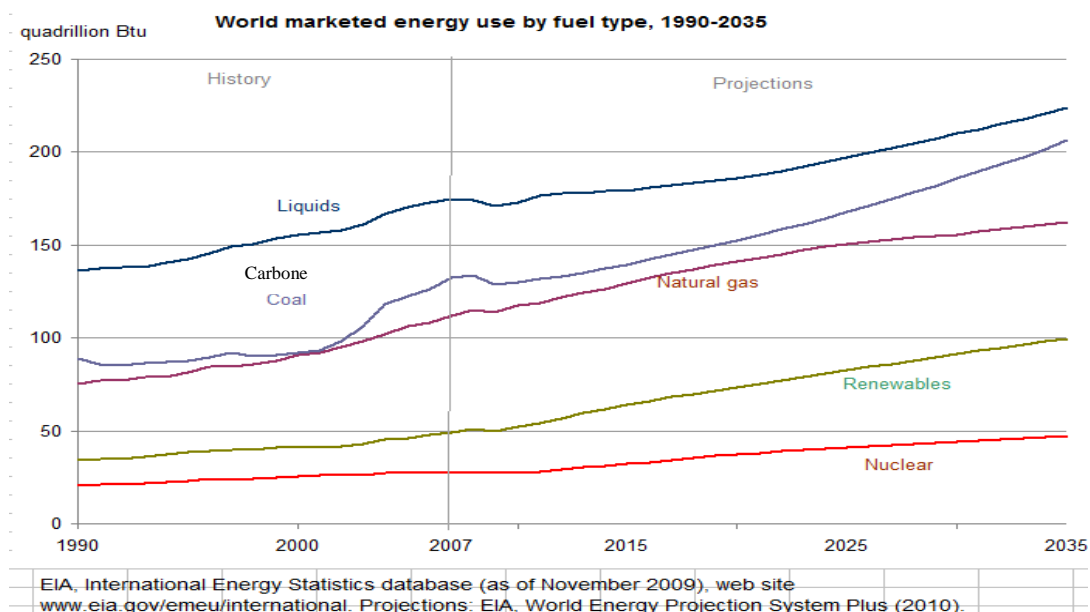


E' evidente ed immediato il problema che si presenta: i paesi dell'emisfero nord (USA, Europa...), nonostante abbiano una popolazione meno numerosa, consumano quantità di energia spropositate rispetto ai paesi del sud del mondo.

Se tutti richiedessero una quantità di energia per persona pari a quella del Nord America, si cadrebbe in una crisi mondiale senza soluzione.

Per ora i paesi che noi chiamiamo sottosviluppati sono quelli che ci permettono di mantenere un alto livello di consumi, ma cosa succederebbe se anche questi paesi si sviluppassero e adottassero i nostri stili di vita? Chi sarebbe disposto a rinunciare a qualcosa e a fare dei passi indietro?

Vediamo ora con quali combustibili viene prodotta l'energia per soddisfare la domanda mondiale di cui si è detto sopra.



Si nota chiaramente che la maggior risorsa sono ancora i combustibili fossili, non rinnovabili, che causano elevata produzione di CO₂: il petrolio, il carbone e il gas naturale.

Se non si trova una valida alternativa, l'inquinamento della terra potrebbe raggiungere livelli difficilmente sostenibili.

Le fonti alternative che permettono di ridurre i livelli di inquinamento dell'atmosfera per emissione di CO₂ e di gas serra sono le fonti rinnovabili e il nucleare.



Per quanto riguarda il nucleare attualmente esistono 443 reattori in funzione in 31 paesi e coprono il 16% del fabbisogno energetico mondiale, mentre coprono il 33% nell'UE e ben il 78% in Francia.

Il nucleare sembra l'unica risposta se ci ostiniamo a mantenere una domanda così elevata, ma questa non può essere la vera soluzione in quanto le centrali nucleari, anche di III e IV generazione, che



lavorano per fissione, presenterebbero comunque ancora il problema della produzione di scorie radioattive e del loro stoccaggio.

La fusione nucleare potrebbe risolvere questi problemi ma purtroppo fino ad ora non si è ancora stati in grado di attuarla in modo produttivo ed efficace.

Passando alla situazione italiana, siamo tra i primi paesi importatori di energia elettrica: importiamo, in funzione del periodo e con differenze tra i prelievi diurni e notturni, tra il 10% e il 25% del nostro fabbisogno dall'estero. Dell'energia

importata dalla Francia il 78% è generata tramite centrali nucleari, di quella importata dalla Svizzera il 40% proviene da centrali nucleari, quindi si può affermare che circa il 7% del nostro fabbisogno viene coperto dall'energia nucleare. Se l'Italia avesse proprie centrali nucleari, dovrebbe comunque importare l'uranio con un rapporto costi/benefici non ancora ben chiaro.

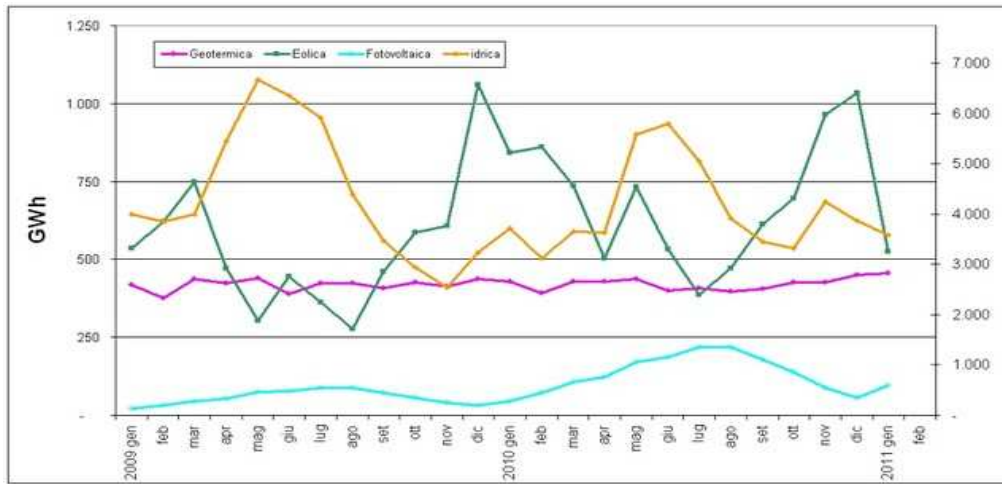
Le fonti rinnovabili potrebbero essere la vera soluzione su cui investire ma sono ancora poco diffuse per gli elevati costi di produzione e per alcuni problemi che ancora oggi presentano.

Esse possono permettere uno sviluppo sostenibile all'uomo, senza che si danneggi la natura e questo per un tempo indeterminato, sono quindi la risposta per il futuro poiché non si esauriscono e permettono il mantenimento dell'equilibrio ambientale.

L'Italia è il quinto produttore di energie rinnovabili dell'UE ma non ha ancora raggiunto l'obiettivo comunitario di una produzione di energia rinnovabile pari al 25% del fabbisogno del paese.

Purtroppo resta il problema se sia possibile soddisfare tutto l'attuale fabbisogno energetico del pianeta solo con il potenziale energetico proveniente da fonti rinnovabili, in particolare nei paesi maggiormente industrializzati; permangono ad esempio problemi dovuti a "intermittenza" e "non programmabilità" di molte di queste (energia solare ed eolica).

Nella figura seguente il grafico riporta l'energia rinnovabile che viene utilizzata a livello mondiale e che corrisponde solo al 13% di tutta l'energia prodotta (si può inoltre vedere la produzione nei vari periodi dell'anno):



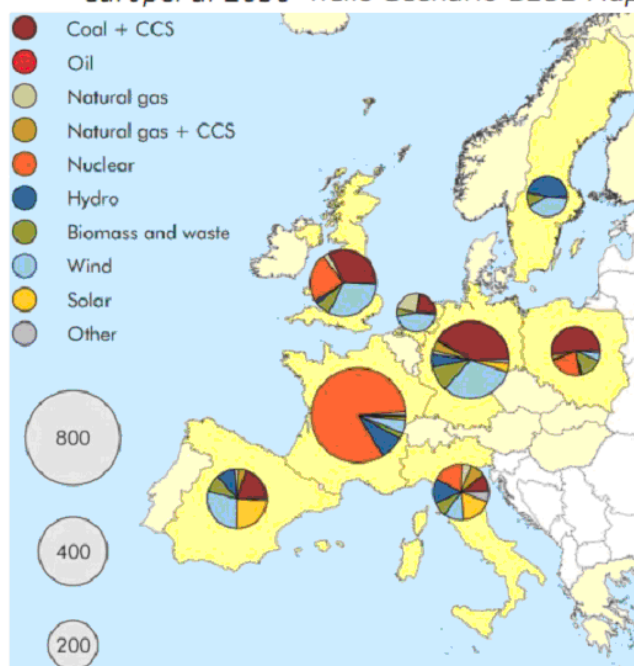
Per l'IEA (International Energy Agency) e per l'EIA (Energy Information Administration) un panorama esaustivo del sistema energetico internazionale non può prescindere dall'esame di tre principali questioni, tra loro correlate:

- l'impatto in termini di emissioni di gas serra da usi energetici;
- la sicurezza energetica per i Paesi importatori ed esportatori;
- la sostenibilità economica del soddisfacimento del fabbisogno energetico.

L'analisi dei dati storici e degli scenari tendenziali mostra come il sistema energetico internazionale si stia muovendo su un sentiero di sviluppo non sostenibile e come sia quindi necessario prevedere degli interventi di "policy" che favoriscano lo sviluppo di una vasta gamma di tecnologie energetiche innovative.

L'IEA da tempo sottolinea come sia necessaria una rivoluzione energetica, basata sulla diffusione su scala mondiale di tecnologie a basso contenuto di carbonio. Questo processo, descritto dallo scenario di accelerazione tecnologica BLUE Map (ETP 2010) dovrebbe inizialmente comportare elevati costi di investimento, ma nel lungo termine questi dovrebbero essere più che compensati dai benefici ottenuti, in termini di riduzione degli effetti sul clima, miglioramento del livello di sicurezza energetica e sostegno allo sviluppo economico.

Produzione elettrica per fonte nei principali Paesi europei al 2050 nello Scenario BLUE Map



Fonte: IEA - ETP 2010

Tecnologia CCS = cattura e stoccaggio del carbonio emesso

Coal = carbone

Oil = petrolio

Natural gas = principalmente metano

Hydro = idroelettrico

Biomass = biomasse

Waste = rifiuti

Wind = eolico

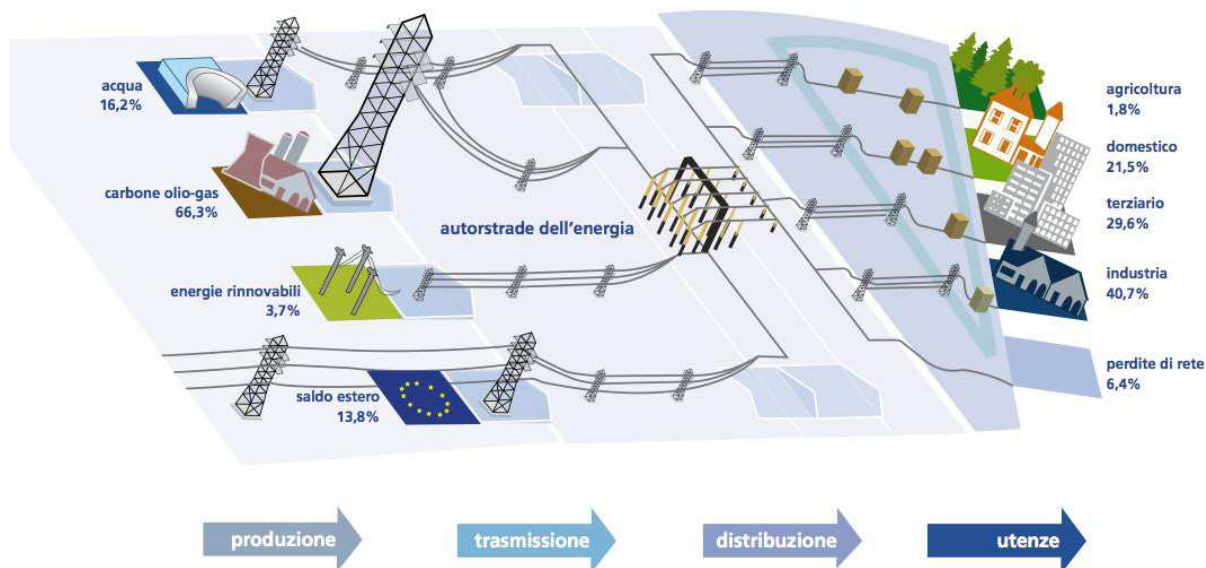
Solar = solare

Other = altro

Da notare come le varie nazioni rispondono al loro fabbisogno energetico e come si differenziano per le scelte la Svezia, la Spagna e la Francia.

FABBISOGNI E PRODUZIONE ITALIANA

Osserviamo nell'immagine seguente una sintesi della produzione di energia elettrica in Italia e quali richieste soddisfa:



Fonte: Enel

Si può notare come il 21,5% dell'energia elettrica è consumata direttamente da attività domestiche mentre il rimanente è utilizzato principalmente dall'industria, dal terziario e dall'agricoltura. Anche se questi ultimi consumi sembrano lontani dalla nostra vita quotidiana, dobbiamo renderci conto che comunque servono per soddisfare bisogni di vita delle persone e pertanto alla fine soddisfano nostre richieste.

Nei dati riportati nell'immagine è curioso notare come l'energia prodotta tramite energie rinnovabili riesca a coprire a malapena la metà dell'energia dispersa nelle perdite di rete dovute alla trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

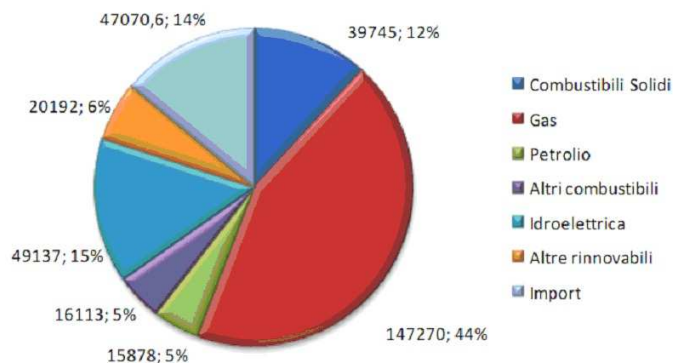
Il seguente grafico evidenzia con quali combustibili è stata soddisfatta la richiesta di energia elettrica italiana nel 2009 e si può notare come il gas naturale abbia un notevole peso e l'energia idroelettrica, sommata alle altre rinnovabili, raggiunga la ragguardevole percentuale del 18%.

Purtroppo l'energia prodotta da combustibili fossili, emettitori di CO₂, ha ancora un peso del 66%.

Per l'energia importata, 14%, circa la metà viene prodotta tramite centrali nucleari.

Il maggior flusso proviene dalla Svizzera verso la Lombardia con 20,2 TWh, seguito poi dal flusso Francia-Svizzera verso la macroarea piemontese di 11,9 TWh e dal flusso Austria-Slovenia verso il Triveneto. Inoltre si verifica un piccolo flusso di 1,80 TWh proveniente dalla Grecia.

Produzione italiana di elettricità per fonte primaria.
Anno 2009 (GWh e percentuali)



Fonte: Terna

Andamento prezzi dell'Energia Elettrica

Nel mercato dell'energia elettrica ci è sembrato interessante riportare la seguente tabella dove è possibile notare come il prezzo dell'energia elettrica in Italia si discosti molto da quello praticato negli altri paesi europei; in particolare si può notare come in Italia si attui una politica di prezzi che favorisce le famiglie che hanno bassi consumi: per esse l'energia costa mediamente la metà rispetto al resto dell'Europa, mentre, contrariamente a quello che succede negli altri paesi, per elevati consumi il prezzo per le famiglie italiane supera del 40% la media europea.

paesi	600 kwh/anno		1200 kwh/anno		3500 kwh/anno		7500 kwh/anno	
	lordo imposte	netto imposte	lordo imposte	netto imposte	lordo imposte	netto imposte	lordo imposte	netto imposte
Austria	19.4	14.0	16.6	11.8	13.9	9.5	13.1	8.8
Belgio	21.2	16.7	18.1	14.1	14.3	11.0	13.7	10.5
Danimarca	34.1	18.4	27.5	13.1	23.2	9.6	21.9	8.6
Finlandia	19.3	15.0	13.6	10.4	10.4	7.8	8.7	6.4
Francia	16.7	12.8	14.8	11.1	11.9	9.1	11.6	8.8
Germania	27.8	21.9	22.5	17.4	18.0	13.5	16.7	12.4
Grecia	8.7	8.0	8.1	7.5	6.9	6.4	7.9	7.2
Irlanda	32.3	24.5	23.1	18.3	14.4	12.0	12.9	11.0
Italia	10.0	8.2	10.3	8.6	20.1	15.1	19.0	14.1
Lussemburgo	27.9	25.3	20.6	18.4	15.0	13.1	13.6	11.8
Norvegia	54.9	42.6	31.6	24.0	16.3	11.8	12.1	8.4
Paesi Bassi	22.9	21.5	20.9	15.2	19.6	11.1	19.3	9.9
Portogallo	14.3	13.5	16.2	15.4	13.8	13.1	12.3	11.7
Regno Unito	13.3	12.7	12.0	11.5	9.3	8.8	9.3	8.9
Spagna	10.0	11.5	14.0	11.5	11.0	9.0	10.1	8.3
Svezia	28.8	20.5	19.5	13.0	13.3	8.1	12.3	7.3
media europea ponderata	20.9	16.7	17.0	13.3	14.1	10.6	13.2	9.0
<i>Italia: scostamento dalla media</i>	<i>-52.4%</i>	<i>-50.7%</i>	<i>-39.3%</i>	<i>-35.6%</i>	<i>42.5%</i>	<i>42.0%</i>	<i>43.7%</i>	<i>42.9%</i>

Elaborazione AEEG su dati Eurostat (Enea 2007)

Conclusioni

In conclusione a quanto analizzato, per far fronte all'aumento di popolazione previsto per il futuro, al bisogno di abbassare i livelli di inquinamento atmosferico e terrestre e considerando le fonti a nostra disposizione, le possibilità di azione sono:

- un **cambio radicale dello stile di vita** attuale a favore di uno stile di vita consapevole e sobrio maggiormente sostenibile da parte di tutti;
- l'investimento sulle **fonti rinnovabili** e sulla **ricerca** in tal senso per un sempre migliore rendimento delle loro applicazioni (incentivare e sostenerne l'utilizzo ovunque sia possibile);
- **sostenere la ricerca sul nucleare** mirata da un lato a limitare i rischi della produzione da fissione e, dall'altro, orientata soprattutto alla realizzazione di centrali a fusione, che garantirebbero energia pulita in quantità praticamente illimitata.

Il gruppo di lavoro sul nucleare è stato seguito dai docenti:

prof. Ettore Lo Nigro, Liceo Scientifico "G.Peano"

prof. Marco Migliore ITIS "Mario Del Pozzo", Dipartimento di Meccanica

Bibliografia e fonti immagini

IAEA (International Atomic Energy Agency)
IEA (International Energy Agency) - USA
EIA (Energy Information Administration) – USA
AEEG (Autorità per l'energia elettrica)
ENEL – energia e distribuzione
ENEL - PlayEnergy
TERNA – rete elettrica nazionale
Wikipedia.org
Nationalgeographic.it
Legambiente.it
Greenpeace.org
Ecologiae.com
Nextme.it – scienza
Ambienteambienti.com
Museo Virtuale di Fisica Liceo Moscardini
Nucleare naviganti.net
Keynes.scuole.bo.it
Tecnologia.gfpoint.com
Agronotizie.imaginenetwork.com
Radiondadurto.org
Ticinolive.ch news
Radioincorso.it
Ecplanet.com

Stamperia comunale