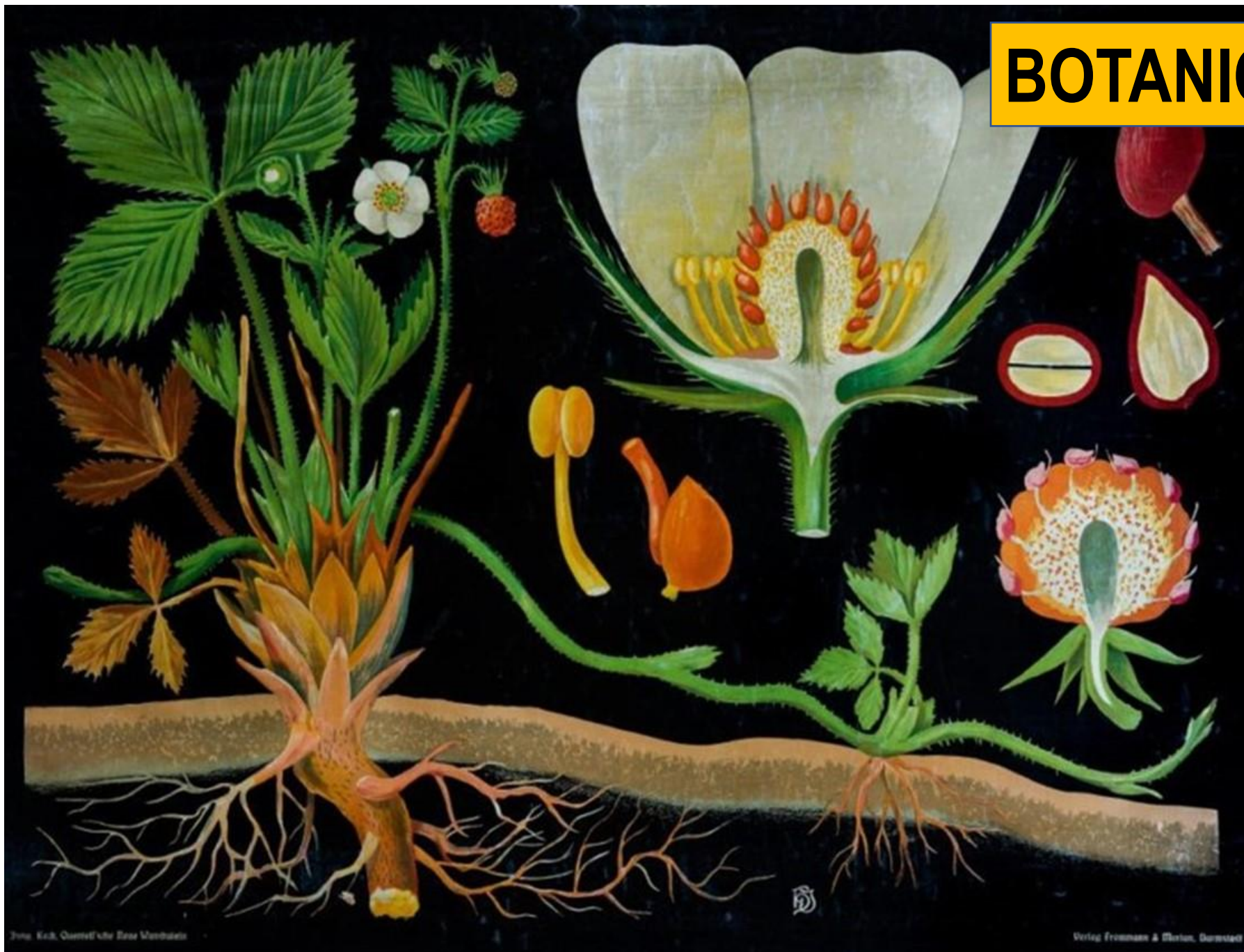


BOTANICA APPLICATA

6 cfu - FRONTALE



PROGRAMMA DEL CORSO

Le conoscenze e potenzialità delle piante spontanee e delle biomasse vegetali per l'ambiente, la salute ed il benessere dell'uomo. L'origine delle piante coltivate, la domesticazione e la 'green revolution'. Le biotecnologie vegetali: dalle strategie di selezione alle piante OGM di prima generazione. Le innovazioni tecnologiche delle biotecnologie. Genome editing e plant factory. I sistemi di controllo e gli aspetti regolativi delle piante geneticamente modificate. Inquinamento genetico e tracciabilità.

I marcatori molecolari per l'identificazione di specie e varietà. Tracciabilità delle piante in contesti ambientali, alimentari e lungo le filiere.

Boindicazione, fitostabilizzazione e fitoestrazione. Basi dell'ingegneria naturalistica. Biomimetica vegetale. Piante, nuovi materiali ed energia. Il valore delle biomasse primarie e di scarto. Piante per la cosmesi e la nutraceutica. Nuove specie vegetali per l'alimentazione.

Tecnologie di conservazione e ripristino della biodiversità in contesti naturali e antropici. Interventi emblematici, aspetti regolativi e gestionali

Piante e benessere dell'uomo. Aspetti biologi, psicologici e sociali.

INFORMAZIONI PRATICHE

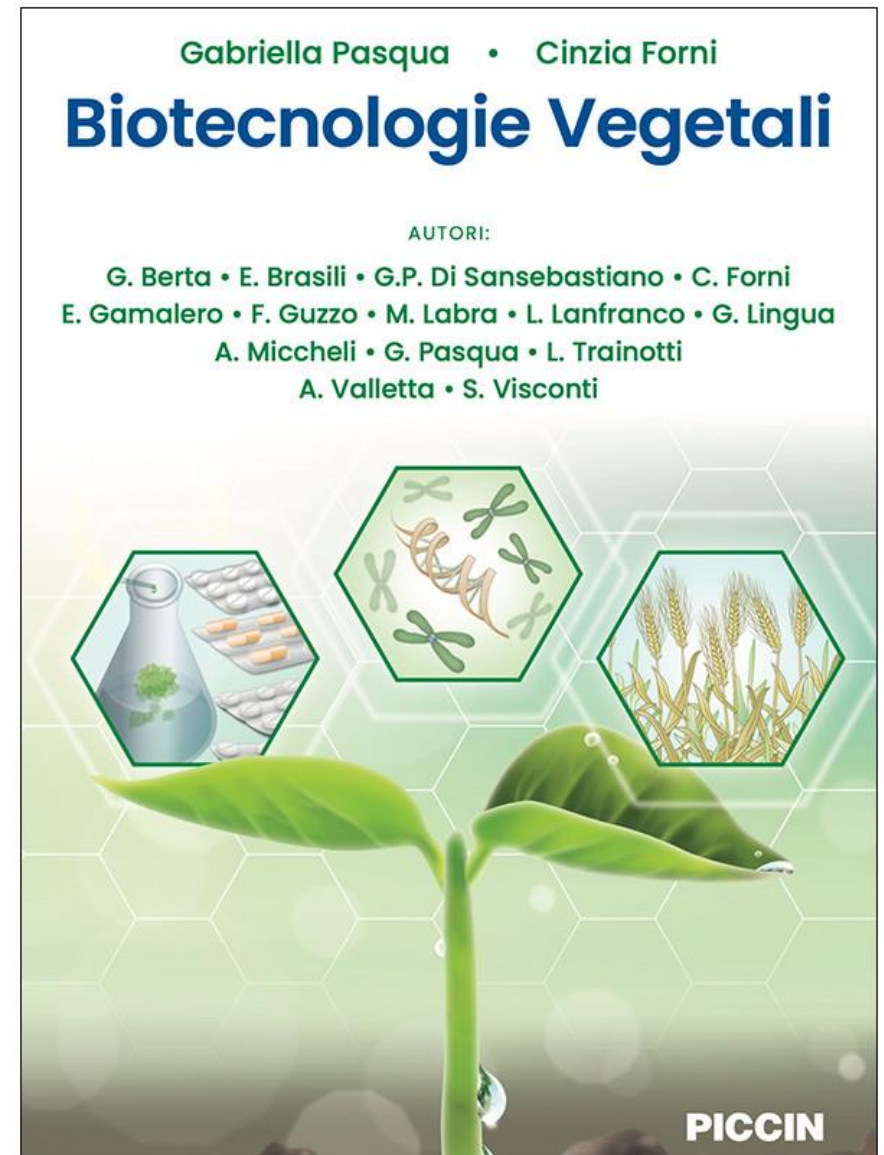
Uscite: visiteremo realtà dove si sfrutta la botanica per ottenere processi e prodotti. L'idea è di fornire una visione reale dei processi biologici e biotecnologici.

Esame: Si svolgerà come colloquio. Saranno apprezzati approfondimenti e collegamenti.

Ricevimento: E' sufficiente prendere appuntamento via mail.

Materiale Didattico: testo consigliato è *Biotechnologie Vegetali*. Piccin. Au. Pasqua-Forni

Materiale Didattico: slide delle lezioni disponibili sul sito UNIMIB. Articoli e materiale didattico integrativo sarà indicato nelle slide.



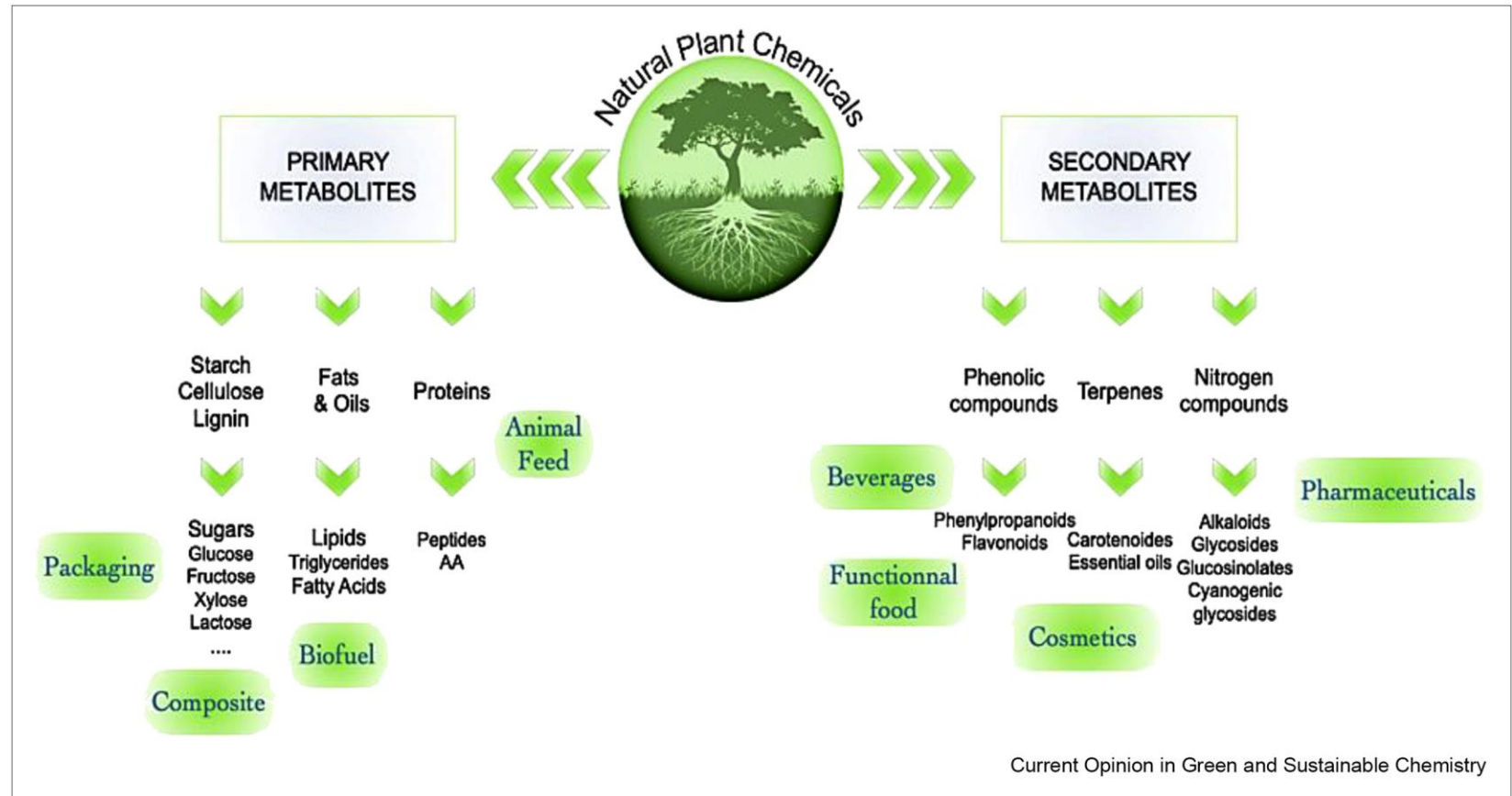
GREEN TRANSITION

La Transizione verde intende ridurre l'impatto ambientale delle risorse non rinnovabili (benzina, gas e carbone) e produrre materiali e servizi secondo principi alternativi più sostenibili.

Il punto di partenza sono le risorse: devono essere rinnovabili come piante e microrganismi.

La complessità: i prodotti che si ottengono dovrebbero essere analoghi a quanto già disponibile o addirittura migliori.

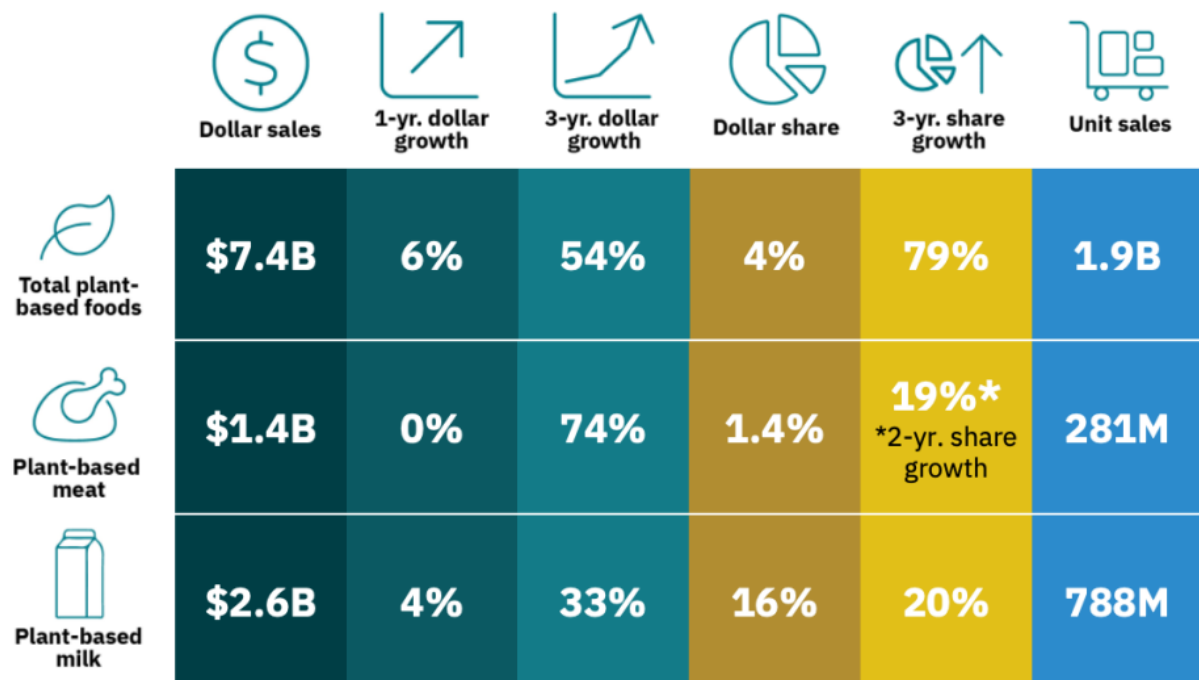
Le piante sono una grande risorsa sia perché hanno un metabolismo primario che sfrutta l'energia del sole, sia perché dispongono di un metabolismo secondario molto variabile da specie a specie. Quest'ultimo offre grandi opportunità in termini di composti, materiali, ecc.



IL MERCATO VEGETALE

I dati di Mintel Global New Product Database evidenziano la dimensione di tale crescita: tra il 2015 e il 2021 il numero di nuovi beni di consumo confezionati lanciati con una dichiarazione di origine vegetale è cresciuto di quasi il 700% già disponibile o addirittura migliori.

U.S. retail plant-based food sales metrics, 2021



Total U.S. retail plant-based food dollar sales grew three times faster than total food sales in 2021 to \$7.4 billion.

- **Almost every category grew**, even on top of a strong 2020 that experienced above-average activity owing to impacts of the pandemic.
- **Plant-based meat** sales remained steady in 2021 at \$1.4 billion.
- **Plant-based milk** sales grew 4 percent to \$2.6 billion.
- **Plant-based eggs**, the smallest but fastest-growing category, saw sales grow 42 percent to \$39 million.

Sources: SPINS Natural Enhanced Channel, SPINS Conventional Multi Outlet Channel (powered by IRI) | 52 Weeks Ending 12-26-2021. Panel data from NCP, All Outlets, 52 weeks ending 12-26-21. © 2022 The Good Food Institute, Inc. Note: The data presented in this table is based on custom GFI and PBFA plant-based categories that were created by refining standard SPINS categories. Due to the custom nature of these categories, the presented data will not align with standard SPINS categories.

I temi ambientali e gli aspetti relativi alla salute ed il benessere sono sicuramente stati elementi di spinta. Tecnologie e conoscenze sono comunque stati un ulteriore elemento di valore.

Le crescite soprattutto in ambito food sono continue e globali.



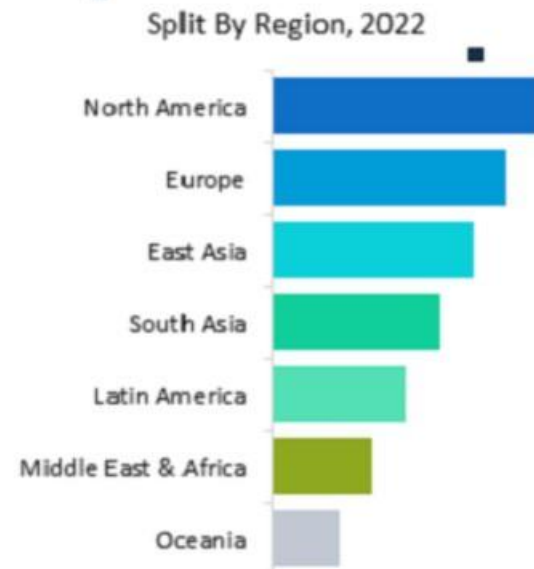
E' importante sapere che la maggior parte delle colture agricole sono state progettate per ottenere carboidrati nelle diverse forme. Il contenuto di aminoacidi o di grassi è mediamente più basso rispetto alle risorse animali.

Vi è quindi una evidente necessità di 'migliorare' le piante coltivate o di ripescare dalla biodiversità nuove risorse da introdurre nei nuovi mercati.

Global Plant-based Food Market Analysis 2022-2032



10.0% CAGR 2017-2021



Source: FutureMarket Insights

Note: Market shares not depicted as per actual scale - only for illustration purposes

INGREDIENTI	Quantità	Proteine	Carboidrati	Grassi	Kcalorie
Petto di pollo	100g	23,3	0	0,8	100
Pomodori	100g	0,9	3,9	0,2	18
Insalata	100g	0,84	1,76	0,13	9
Riso	100g	6,5	79	0,5	358
1 cucchiaino di Olio e.v.	1	0	0	12	108
		31,54	84,66	13,63	593

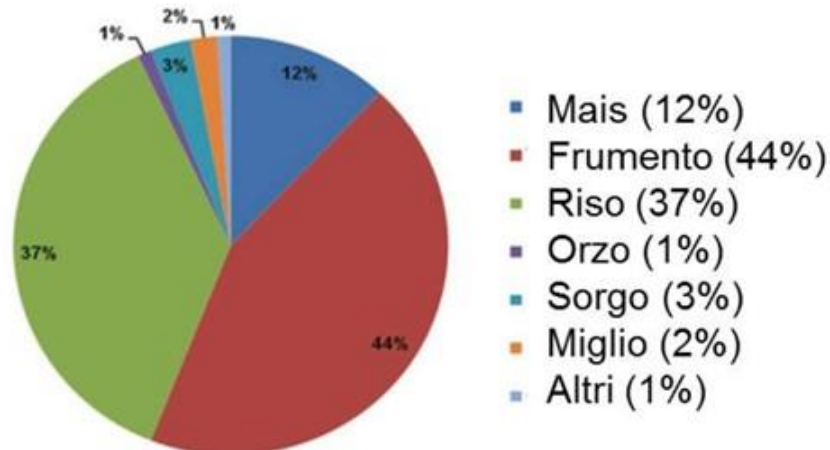
VALORI NUTRIZIONALI

Tra i prodotti vegetali, i cereali sono sicuramente quelli maggiormente consumati in quasi tutte le tipologie di dieta.

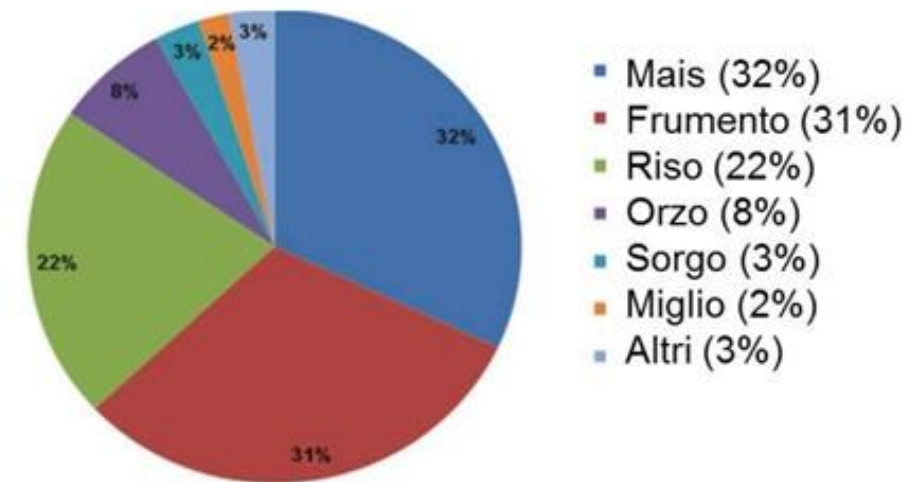
Come molti prodotti di origine vegetale, rappresentano una fonte importante di macro e micronutrienti. Indubbiamente i carboidrati sono quelli maggiormente presenti.

Cereali	Proteine	Carboidrati (amido)	Lipidi	Fibra	Ceneri
Frumento duro	13	70.0	2-3	1-3	1.5
Frumento tenero	12	71.7	1.9	2.5	1.4
Orzo	9	78.8	2.1	2.1	2.3
Mais	10	72.2	4.7	2.4	1.5
Miglio	11	72.9	3.3	8.1	3.4
Avena	16	68.2	7.7	1.6	2.0
Riso	8	77.4	2.4	1.8	1.5
Segale	10	73.4	1.8	2.6	2.1
Sorgo	10	73.0	3.6	2.2	1.6

Consumo per l'alimentazione umana di cereali nel mondo



Produzione di cereali nel mondo



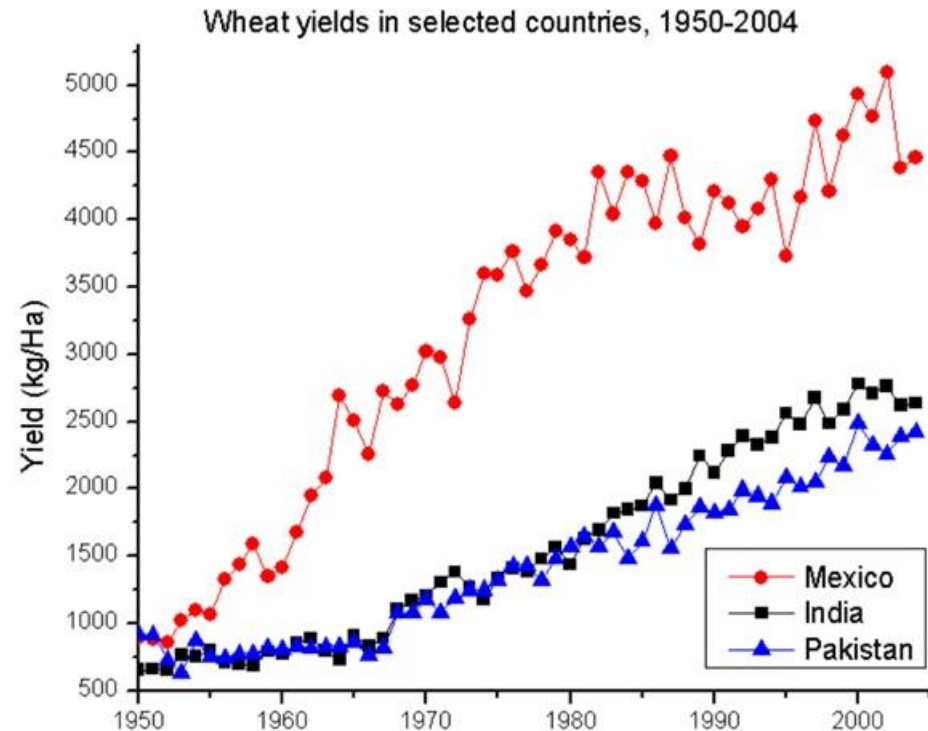
IL MERCATO VEGETALE

Negli anni '50 la crescita demografica ha richiesto grandi investimenti in cibo. Le varietà agricole di inizio secolo non erano più sufficienti a rispondere alle esigenze della popolazione. Serviva la 'GREEN REVOLUTION'.



Premio Nobel per la Pace 1970
[Norman Borlaug](#) 1914-2009

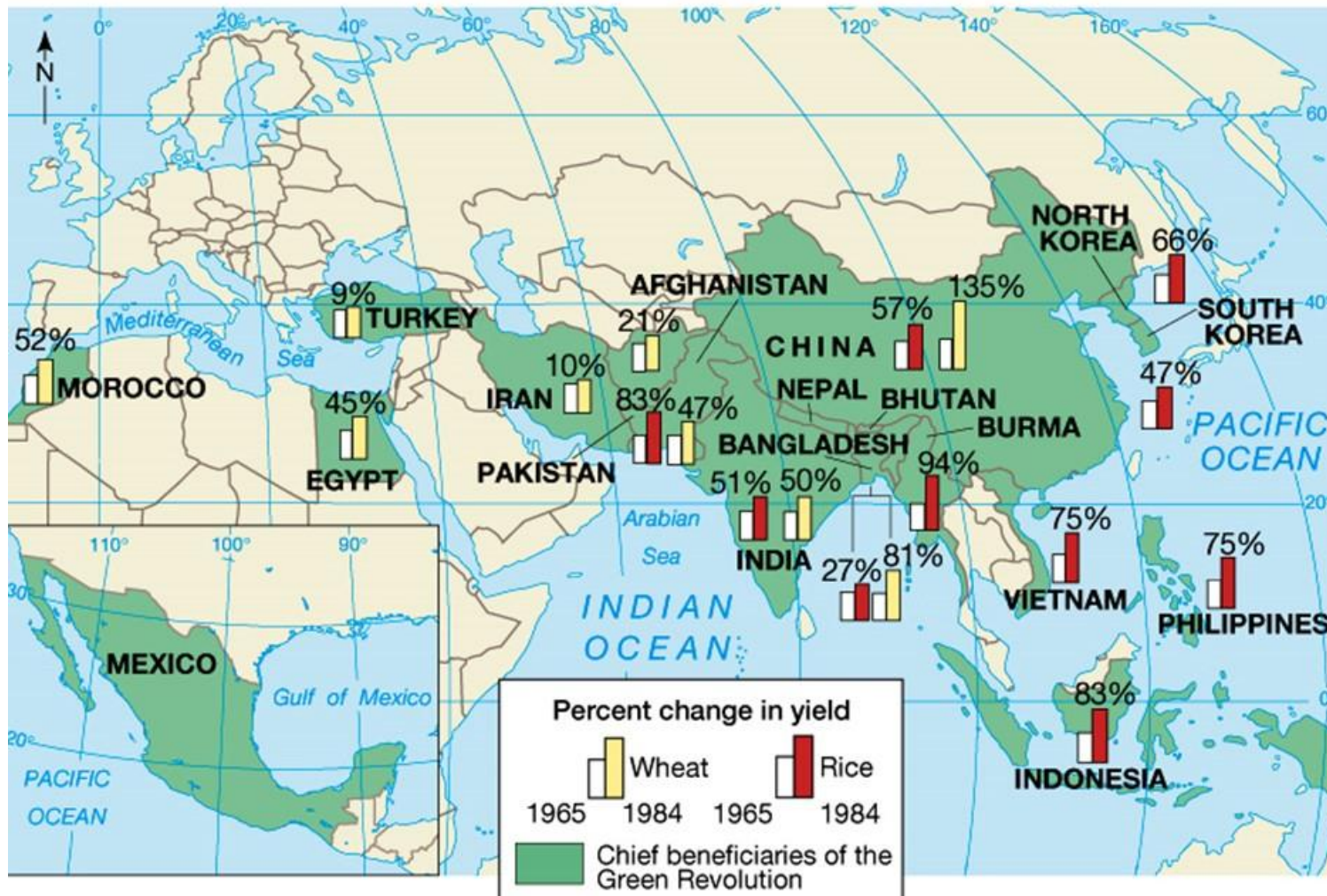
Gli effetti della rivoluzione verde



Source: FAO via [Brian0918](#)

GREEN REVOLUTION

La GREEN REVOLUTION si è concentrata principalmente sull'incremento delle rese produttive delle specie/varietà più rilevanti in termini di macronutrienti. Molti Paesi hanno beneficiato della rivoluzione verde!



La rivoluzione verde ha introdotto il concetto di 'stress ambientale' in agricoltura in quanto ha portato alla produzione di varietà molto esigenti (acqua, azoto, ecc.) e all'uso dell'agrochimica.

IL MERCATO VEGETALE

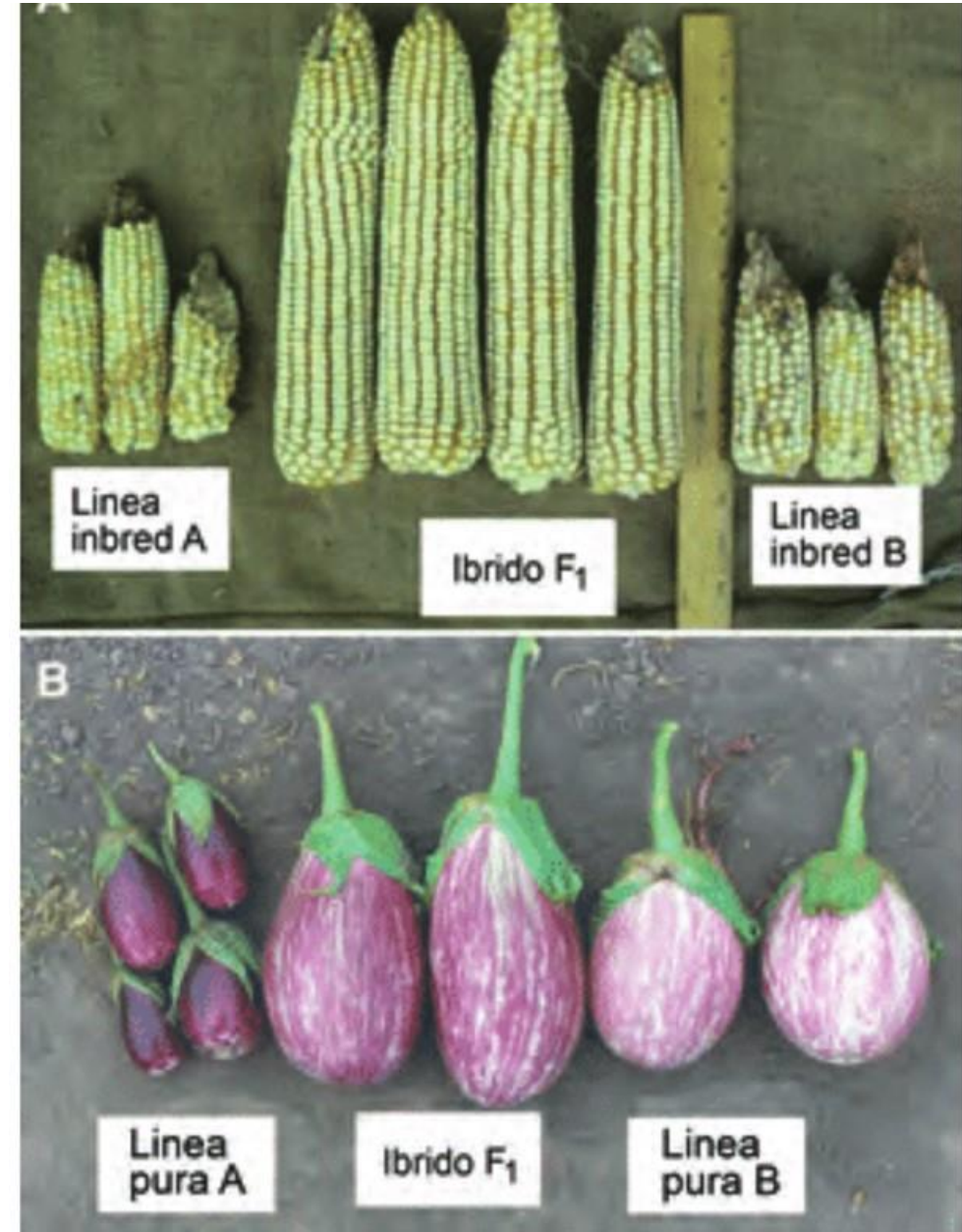
Per migliorare le rese agricole si agì sia sulla pianta che sull'ambiente.

Primo elemento su cui si concentrarono i genetisti della rivoluzione verde fu il genoma ed in particolare l'eterosi o vigore ibrido. Si tratta di un approccio che promuove la variabilità genetica e fenotipica attraverso l'ibridazione ovvero incrocio tra varietà differenti per definiti caratteri di interesse.

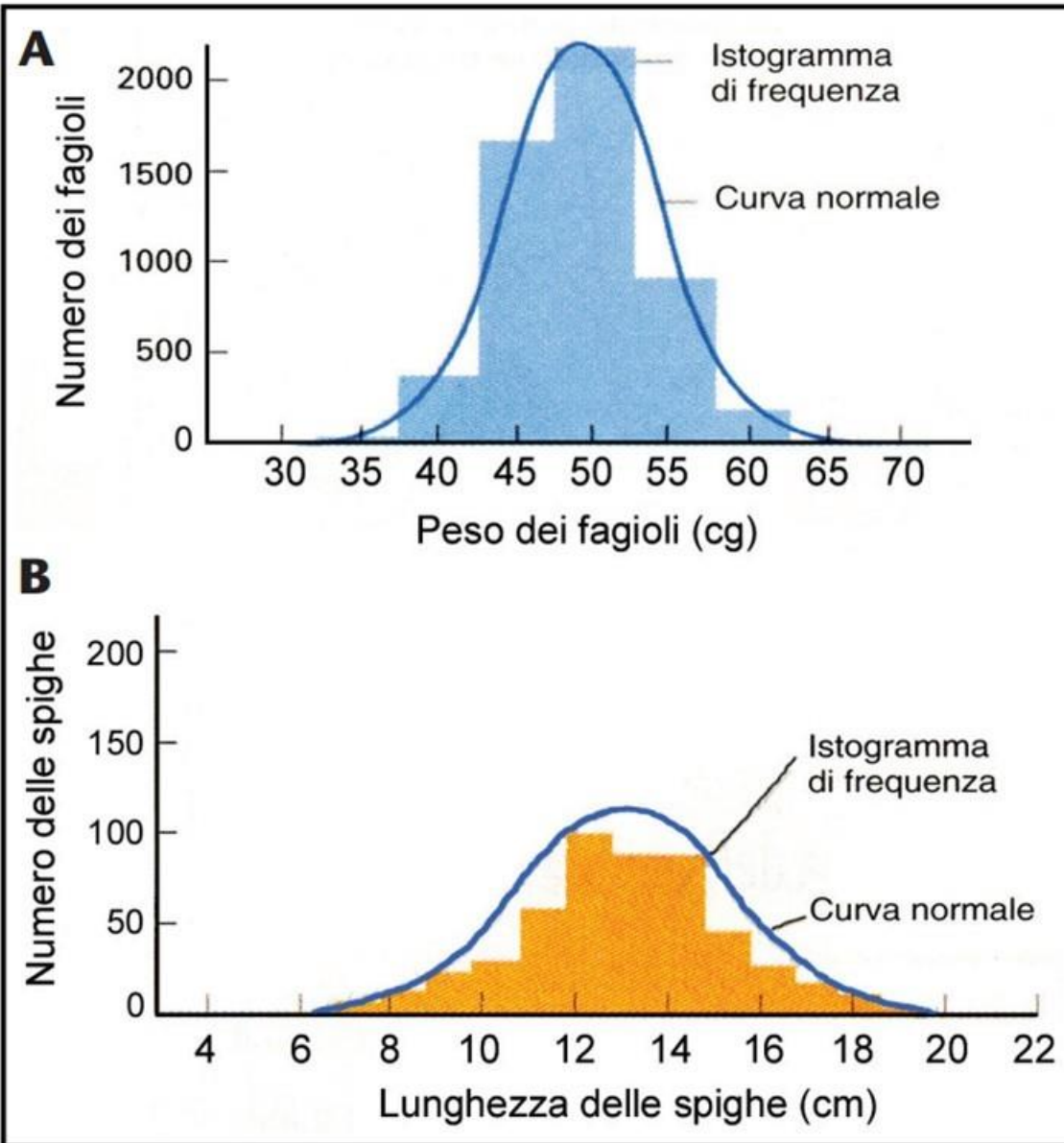
Se c'è una varietà che produce ottimi frutti ma non cresce molto, un incrocio con una varietà alta potrebbe portare a ibridi con ottimi frutti e con aumentata statura.

Inizialmente gli ibridi vennero usati per migliorare caratteristiche fisiologiche e strutturali della pianta come la fertilità e le dimensioni. Questi solitamente sono noti come CARATTERI QUANTITATIVI ovvero misurabili.

I CARATTERI QUANTITATIVI sono solitamente poligenici ovvero serve l'espressione di più geni per dare un fenotipo definitivo (es. alto, grosso, robusto, ecc.) e l'effetto cooperativo di questi geni dà l'intensità al carattere. ATTENZIONE: essendo caratteri poligenici NON seguono necessariamente i principi di ereditarietà mendeliana. I caratteri mendeliani sono infatti discreti non hanno mai fenotipi intermedi (vedi i piselli di Mendel) mentre nei caratteri poligenici i singoli geni possono avere forme diverse.



BASI SCIENTIFICHE DEI CARATTERI QUANTITATIVI



E' IMPORTANTE SAPERE CHE:

- I caratteri quantitativi non hanno categorie discrete ma si rappresentano come **DISTRIBUZIONI DI FREQUENZE**. Per rappresentarli si possono identificare classi di 'fenotipi' ad esempio fagiolo piccolo, medio, medio grande, grande. Identificando queste categorie si può costruire un istogramma di distribuzione del carattere.
- I caratteri quantitativi in quanto poligenici sono regolati in modo complesso non da un singolo promotore. Per questa ragione i caratteri quantitativi possono variare molto sia a livello di espressione genica che fenotipica.

CRITICITA': i caratteri quantitativi non sono semplici da controllare e potenziare. Per questa ragione nasce la biologia applicata dedicata a introdurre modificazioni nel genoma delle piante al fine di ottenere specie migliorate.

Gli **OGM** per caratteri poligenici sono pochissimi. Meglio il breeding.

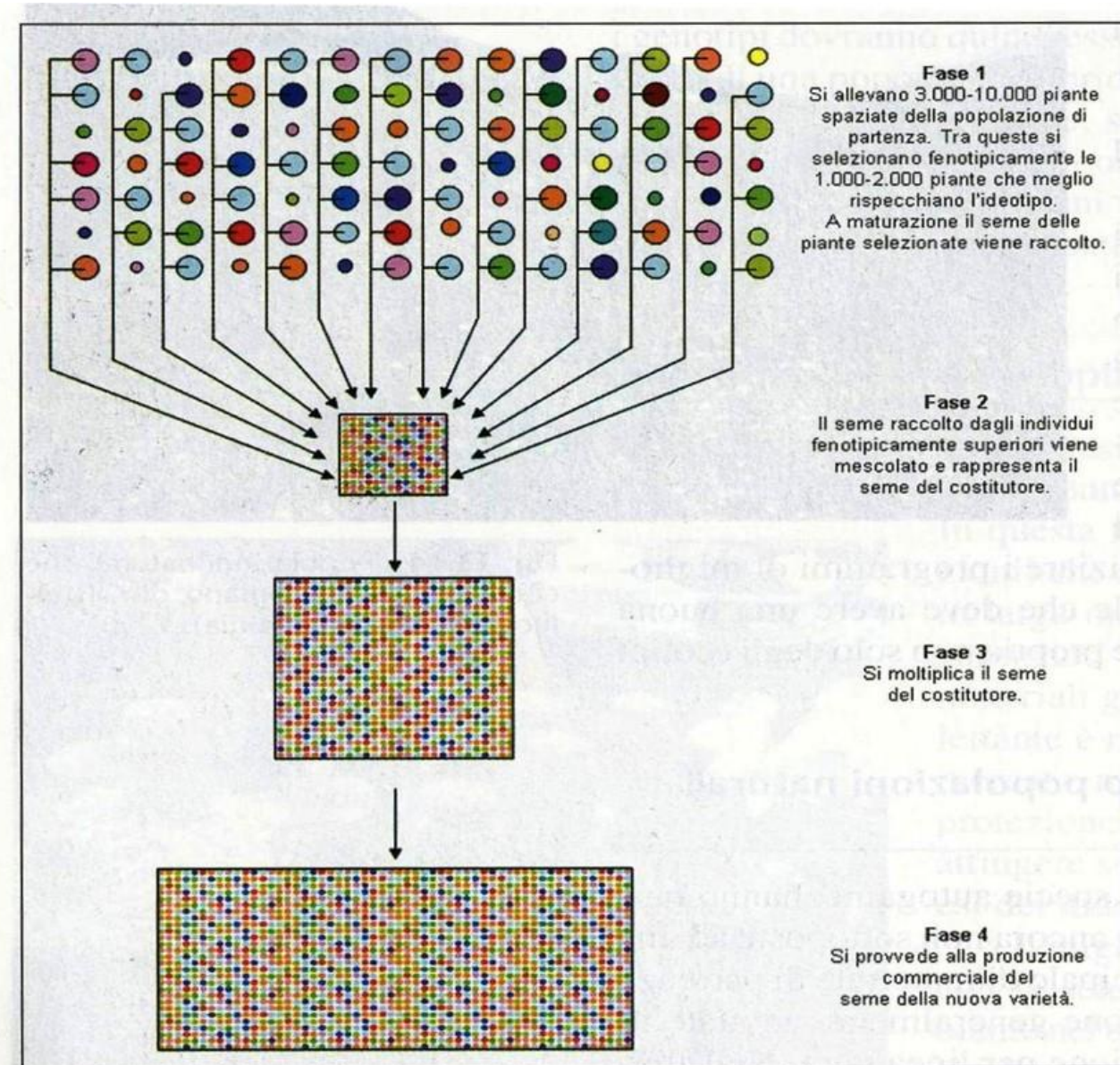
BREEDING: DOVE PARTIRE

La diversità genetica è stata la base di partenza per generare incroci più o meno mirati. Se non si sa bene quali sono i **POLigeni** e le caratteristiche da modificare si procede con la **selezione messale**.



Si tratta di un lavoro impegnativo perché si devono gestire e analizzare i fenotipi di molte piantine che vanno poi incrociate e selezionate.

Selezione massale o "bulk"

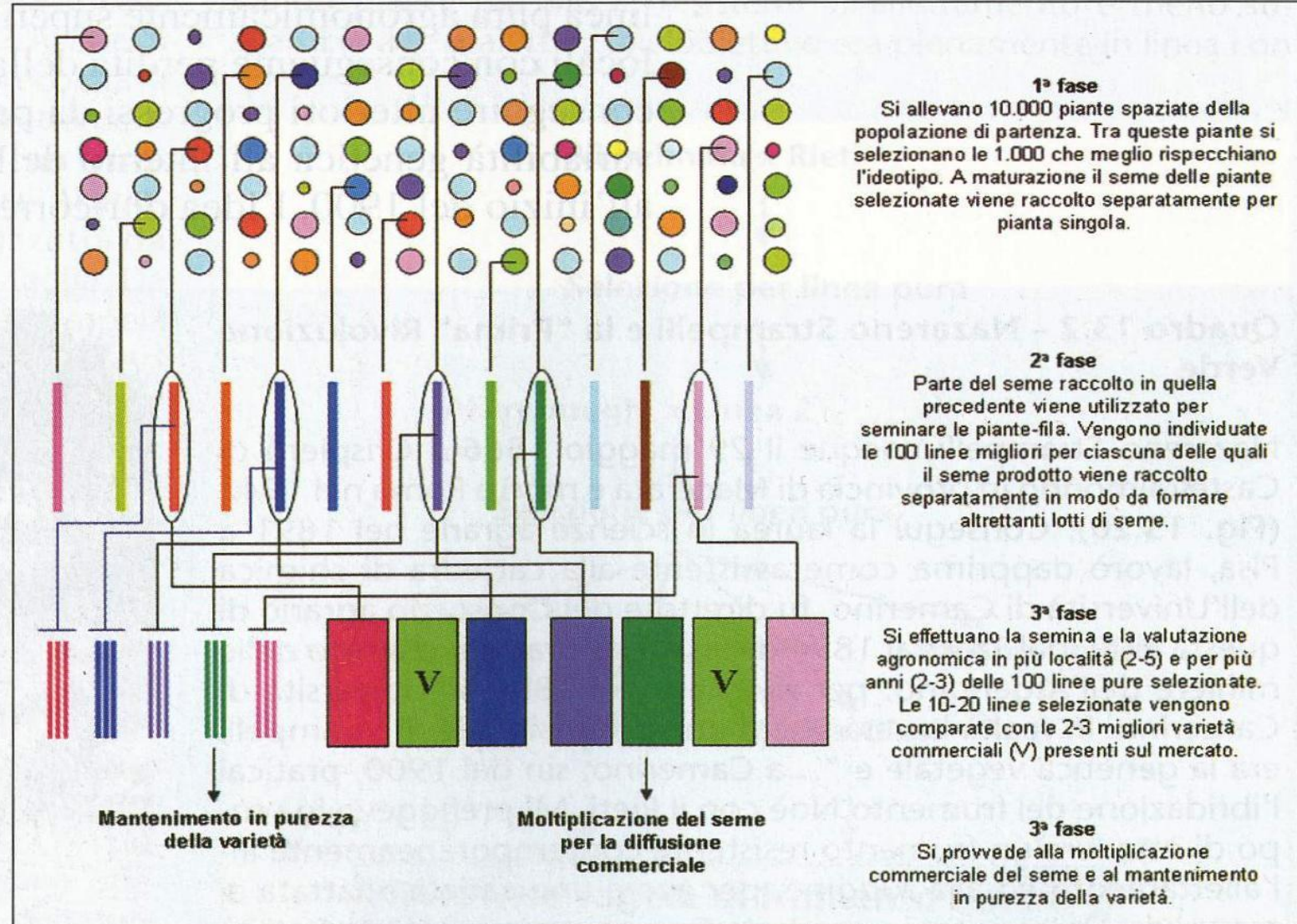


INCROCI MIRATI E SELEZIONE

Metodo della linea pura

Se vi sono varietà di partenza di interesse con una certa variabilità genetica si può procedere incrociando due linee con specifici tratti poligenici (alto, grosso, pesante, lungo, ecc.) e selezionando le piante che manifestano le combinazioni di interesse (alto e lungo).

VALORE: questo metodo permette di mantenere alcuni tratti specifici e di implementarne altri. L'efficacia dipende dalla variabilità genetica presente nelle due linee pure incrociate.

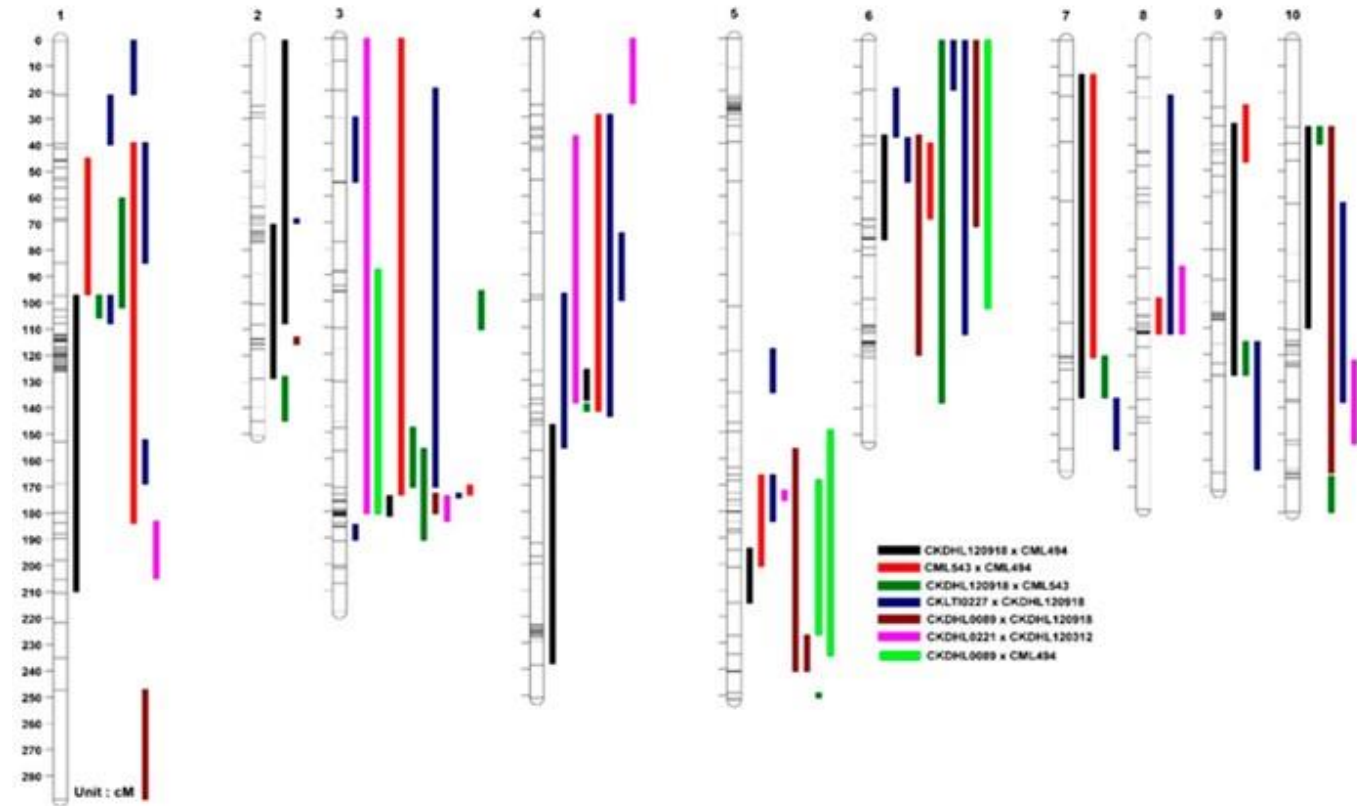


I QTL E I MARCATORI MOLECOLARI

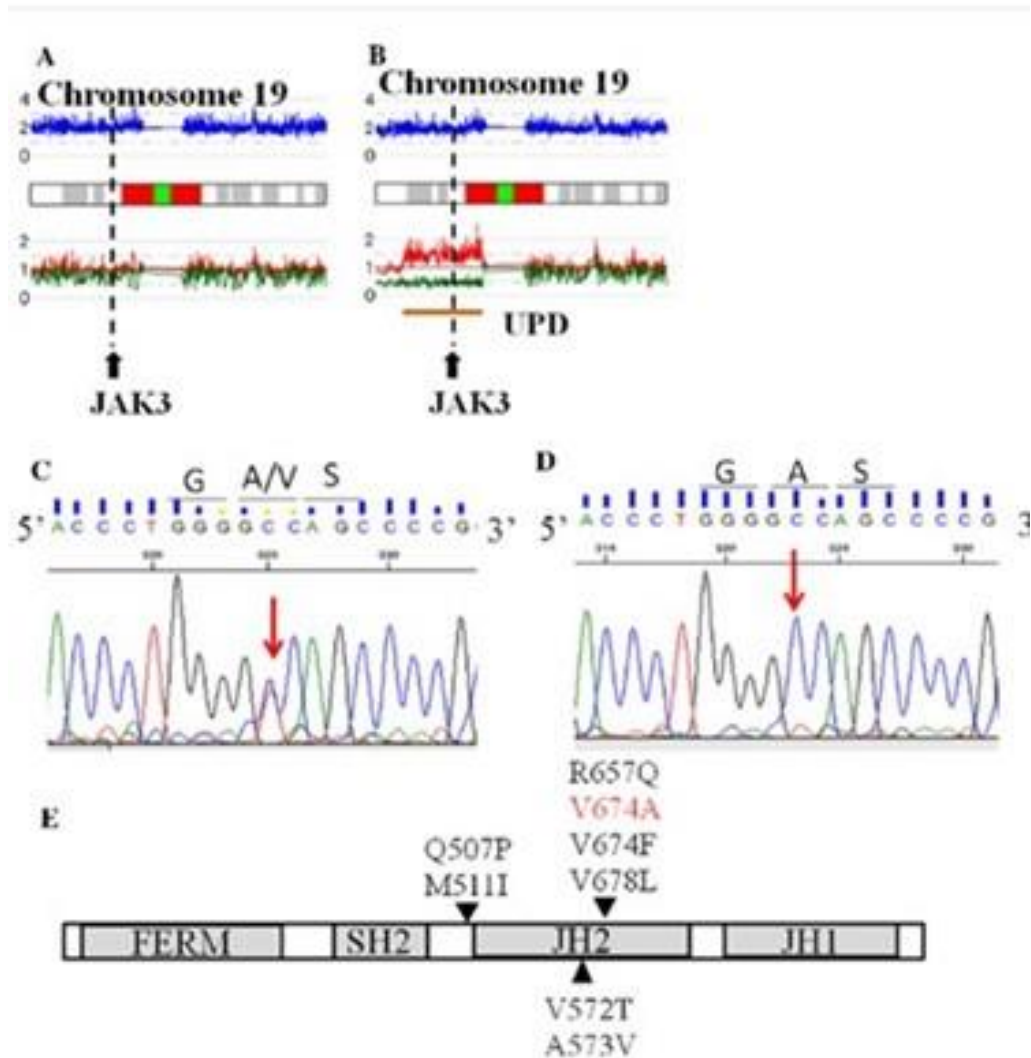
La selezione degli ibridi può essere supportata dalle moderne tecniche di biologia molecolare che permettono di scegliere gli individui da propagare in uno stadio di giovane plantula grazie ai marcatori molecolari.

I geni che contribuiscono alla variabilità di un carattere quantitativo vengono chiamati collettivamente loci di caratteri quantitativi (QTL, quantitative trait loci) mentre il gene che contribuisce a un carattere quantitativo viene chiamato locus di un carattere quantitativo.

I QTL possono essere mappati ovvero è possibile comprendere in quale regione dei cromosomi si trovano i geni che controllano un certo carattere (analisi probabilistica). Analizzando la mappa degli individui ottenuti si selezionano solo quelli di interesse.



I QTL E I MARCATORI MOLECOLARI



Marcatori di QTL

Una regione cromosomica che contiene un QTL può essere identificata dalla frequente co-occorrenza di un marcatore genetico specifico, per esempio una regione ipervariabile del DNA (microsatellite) o un polimorfismo a singolo nucleotide (SNP). Questo marcatore è collegato al QTL, quindi ricercare il marcatore nella progenie di un incrocio significa identificare un certo fenotipo. Questo sarà selezionato, cresciuto e riprodotto ed i suoi semi porteranno molto probabilmente il tratto QTL di interesse.

LA GENETICA GUIDA LA SELEZIONE VARIETALE

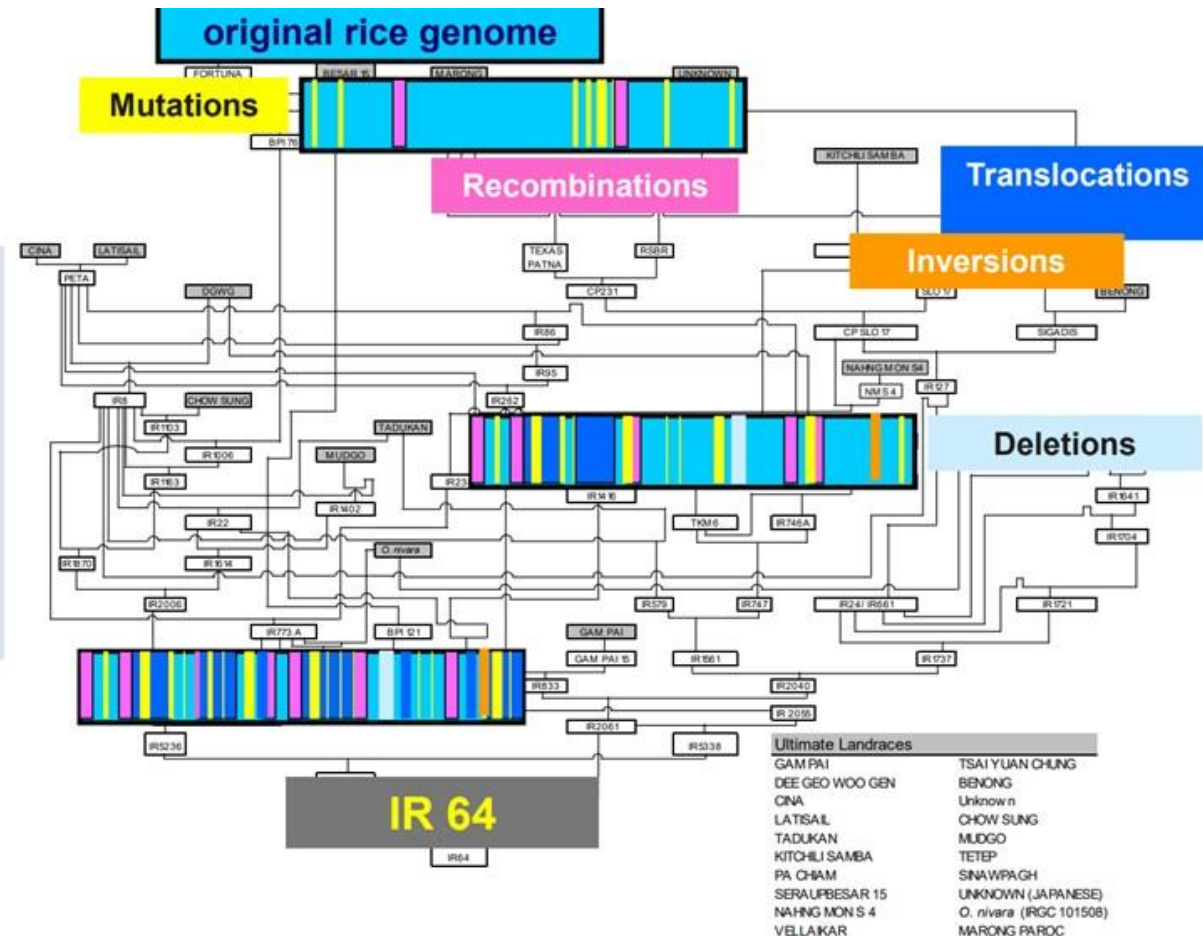
Le colture di maggiore valore come i cereali sono state oggetto di intensi programmi di miglioramento genico che hanno sfruttato incroci e selezioni mirate. Il risultato di questo processo ha portato alle cultivar ovvero a varietà **GENETICHE** di una specie ancestrale che ha caratteristiche ben definite.

Le cultivar si identificano con nomi o sigle (es. il riso parboiled long grain si chiama IR64). Le cultivar sono proprietà di chi le ha generate (azienda, istituto, ecc.) sono quindi brevettabili.

Le specie spontanee originali **NON** sono brevettabili.



Il riso IR64 è il risultato di un complesso programma di miglioramento genetico che ha causato profonde modifiche genomiche, mutazioni, delezioni e riarrangiamenti



LA MUTAGENESI INDOTTA

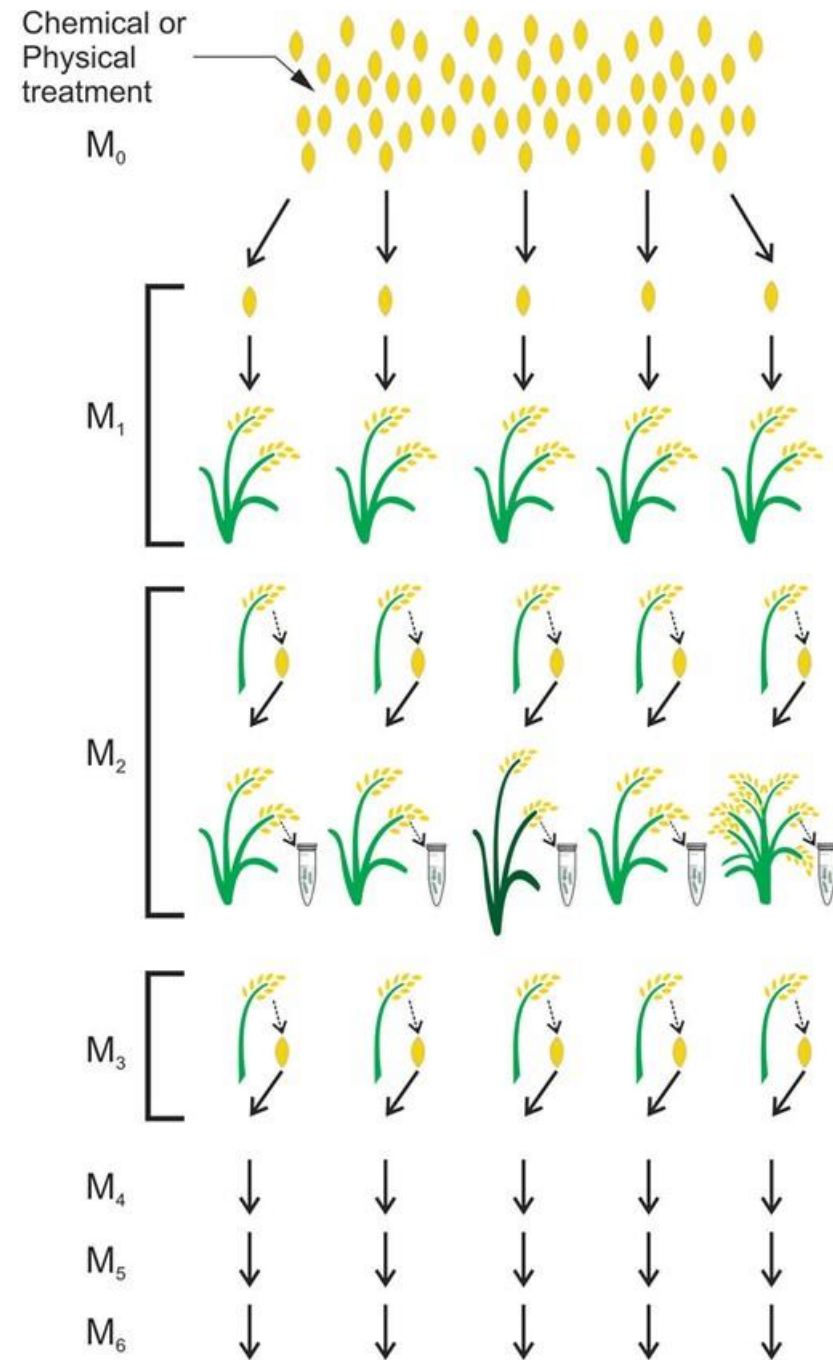
Dal 1950 gli scienziati scoprirono che era possibile anche generare variabilità genetica in modo artificiale usando la mutagenesi chimica o fisica. Questo portava alla produzione di cultivar con nuovi tratti genetici - QTL!

La mutagenesi fisica si ottiene trattando i semi con radiazioni ionizzanti (raggi X, raggi γ , particelle α e β ecc.). I raggi X producono rotture a un singolo o ad ambedue i filamenti di DNA e legami crociati (cross-links), gli ultravioletti producono dimeri di timina, ecc. Il risultato è che alcuni geni venivano silenziati o comunque alterati.

I mutageni chimici possono essere sostanze che si sostituiscono alle basi del DNA (come gli analoghi delle basi 5-bromouracile e 2-amminopurina), composti in grado di reagire con le basi del DNA (come acido nitroso, idrossilammina, etil-etansolfonato e iprite) oppure sostanze che si intercalano fra le basi del DNA alterando la sequenza.

I semi sottoposti a trattamento vengono rincrociati in quanto solo dopo la segregazione si potranno identificare individui M2 con fenotipi peculiari. Si può procedere anche con ulteriori incroci se l'obiettivo è ottenere il carattere in omozigosi.

In alternativa si può anche applicare del breeding mirato a M2.



GENETICAMENTE MODIFICATO: COSA SIGNIFICA?



- 1860 primi incroci (selezione massale ricorrente /progeny test)
- 1920 vigore dell'ibrido (scoperto in mais e poi applicato ad altre specie)
- 1950 mutagenesi (radiazioni, e agenti chimici)
- 1960 coltura in vitro (micropropagazione, organogenesi ed embriogenesi)
- 1980 trasformazione delle piante (produzione di OGM)
- 2000 genomica (sequenziamento dei genomi)
- 2010-15 genome editing

Dalla rivoluzione verde ad oggi piante ed animali di interesse agronomico e allevamento sono stati tutti geneticamente migliorati/modificati usando tecniche diverse.

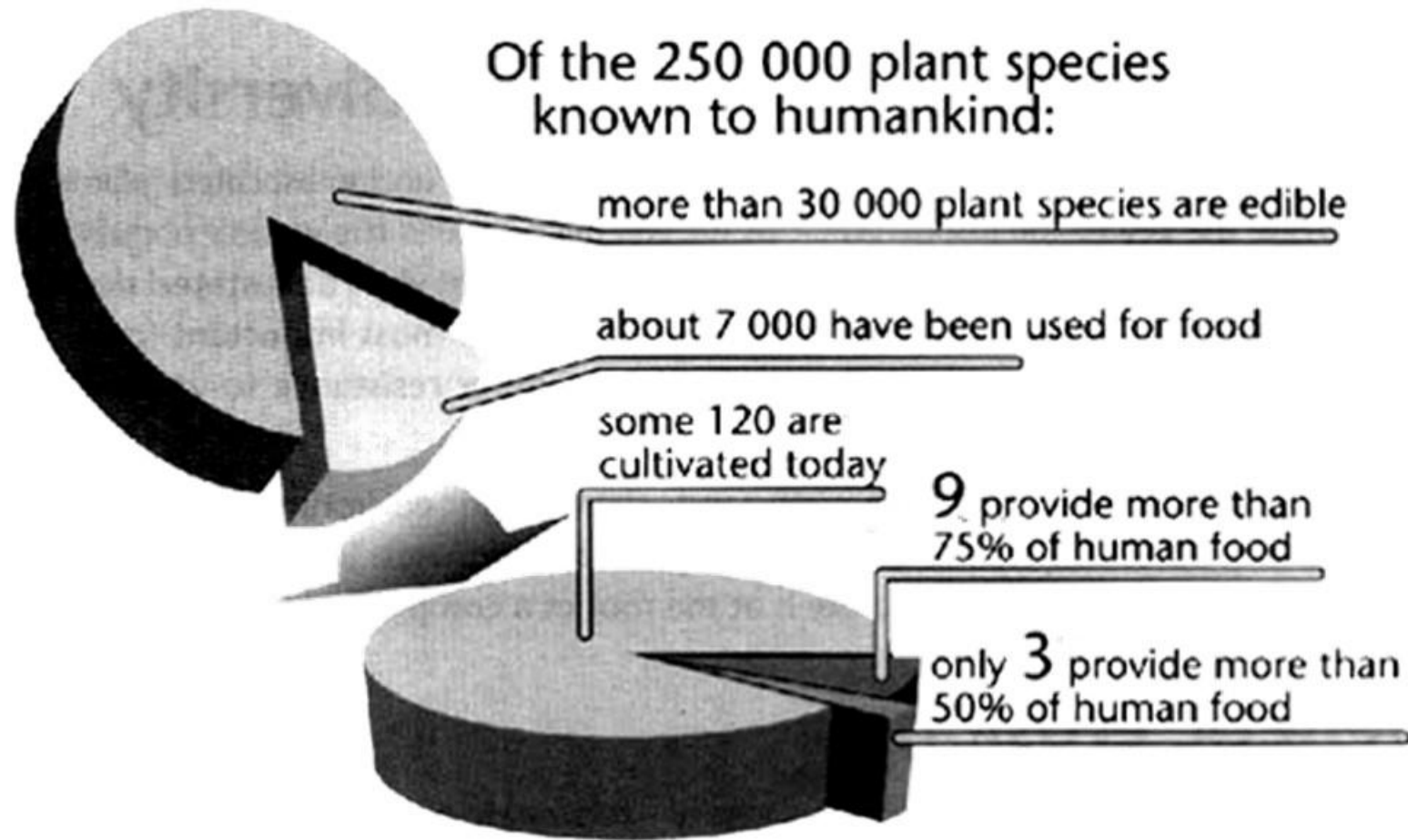
NON SI PUÒ ESCLUDERE CHE I VARI APPROCCI MODIFICHINO ANCHE GENI NON TARGET CON RISCHI PER SALUTE, AMBIENTE ECC.

Questo vale per tutte le tecniche!!!

COME MAI È STATO NECESSARIO MODIFICARE LE PIANTE DOMESTICHE? CI SONO ALTERNATIVE?

LA BIODIVERSITÀ POCO CONOSCIUTA E SFRUTTATA

Agricoltura e allevamento si sono direzionati a pochissime varietà. La nostra alimentazione non si è ampliata o impoverita ed abbiamo esplorato molto poco di quel che offre la natura. Attenzione alla tossicità!



LA TECNOLOGIA: NON SEMPRE LA SOLUZIONE

1950
Agricoltura



1970
Rivoluzione verde



2000
Precision Agriculture



2020
Agricoltura 4.0

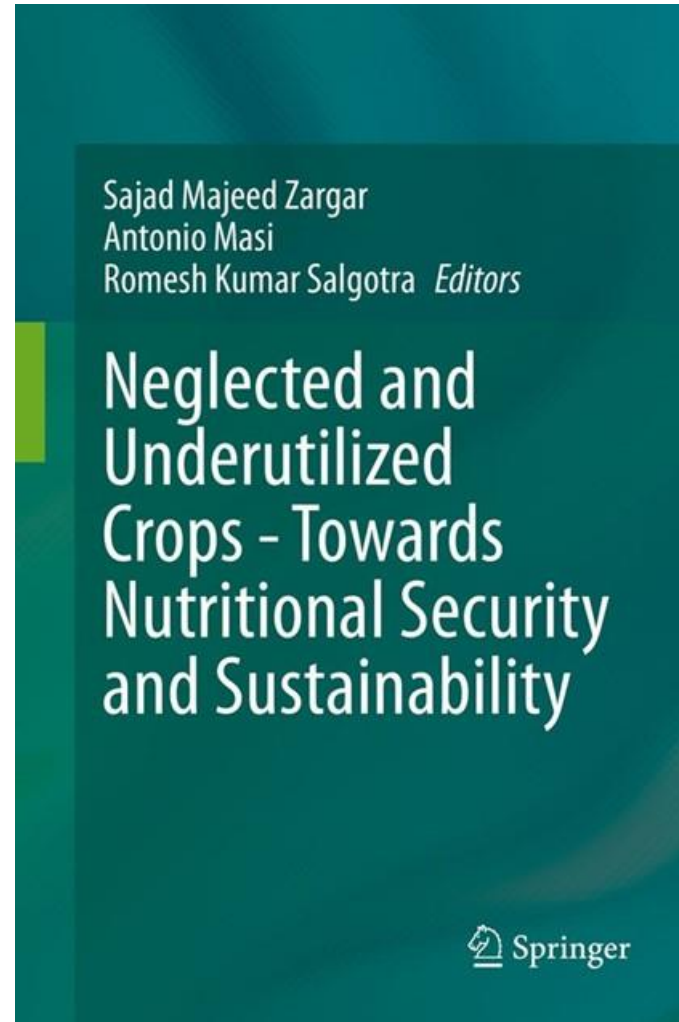


BIOLOGIA VEGETALE

Non sempre le tecnologie hanno avuto una visione di insieme. Le moderne tecnologie di precisione cercano di aumentare ulteriormente le rese di specie agricole 'vecchie' spesso soggette a malattie e sensibili a variabili ambientali e climatiche poco controllabili. Necessità di ripartire dalla biodiversità!

LA BIODIVERSITÀ COME ALTERNATIVA

Esistono anche specie spontanee locali che sono una risorsa sia culturale che alimentare, anche per contrastare le carenze nutrizionali.



Get to Know the Nutritious Indigenous Vegetables



Hyacinth Bean
Bataw
Dolichos lablab

Source of protein, calcium, iron, vitamins B1 and B3



Cowpea
Paayap
Vigna unguiculata

Excellent source of protein, dietary fiber, iron and phosphorus



Philippine Spinach
Talinum
Talinum triangulare

High in iron, vitamin A and C; good source of calcium and vitamin B



Alugbati
Malabar Nightshade
Basella alba

Excellent source of calcium, vitamins A and C; good source of iron, fiber and vitamin B



Lima Bean
Patani
Phaseolus lunatus

Every 100g edible portion contains: 7 g protein, 4.1 g fiber, 93 mg phosphorus, 18 mg vitamin C



Winged Bean
Sigarilyas
Psophocarpus tetragonolobus

Every 100g edible portion contains: 3.5 g fiber, 63 mg calcium



Amaranth
Kulitis
Amaranthus spp.

Excellent source of calcium, iron, vitamin C and fiber; good source of phosphorus and amino acids



Pigeon Pea
Kadyos
Cajanus cajan

High source of fiber and vitamin C; good source of protein and phosphorus



Rice Bean
Tapilan
Vigna umbellata

Excellent source of protein, dietary fiber, calcium and phosphorus



Long-fruited Jute
Saluyot
Corchorus olerius

High in vitamin A, C, calcium, phosphorus, iron beta-carotene and lutein



Corkwood Tree
Katuray
Sesbania grandiflora

Excellent source of calcium, vitamins A and C



Lesser Yam
Tugi
Dioscorea esculenta

Excellent source of carbohydrates; contains 83% starch, 12% protein; good source of B vitamins

The development and printing of this poster is supported by:



LE SPECIE INDIGENE AFRICANE E LA MALNUTRIZIONE



Vigna subterranea - Bambara groundnut

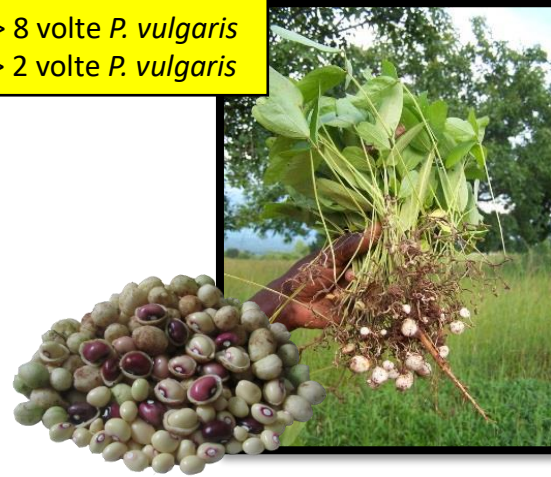
Zn > 8 volte *P. vulgaris*
aa > 2 volte *P. vulgaris*



Ca e Fe > 3 volte di *S. oleracea*
Polifenoli > 1,5 volte di *S. oleracea*



Corchorus olitorus - Jute mallow



Vigna unguiculata - Cowpea

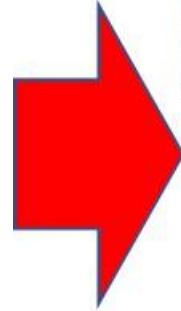
Folati: 1.5-15 volte *Pisum sativum*



Cleome gynandra - Spider plant



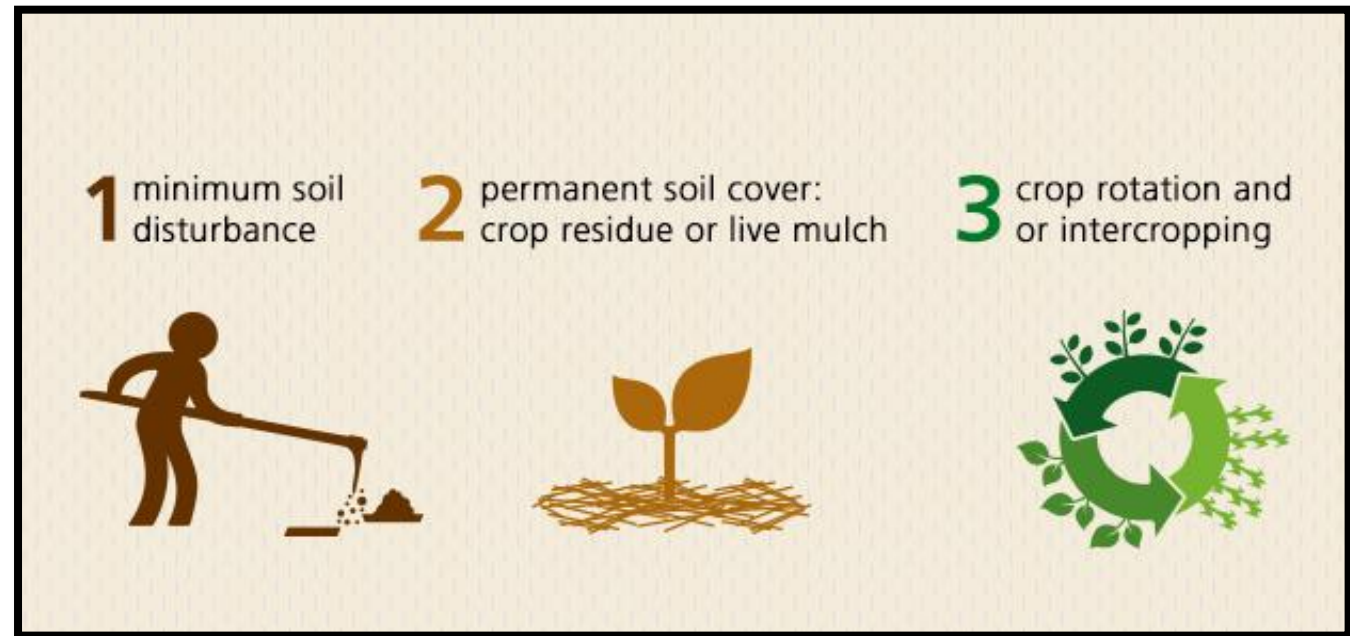
β -carotene > 10 volte *Ipomoea batatas*



VANTAGGI DELLE SPECIE INDIGENE - PROTODOMESTICHE

Le specie spontanee spesso vengono allevate e selezionate localmente e si creano 'varietà' locali con tratti peculiari. In molti casi sono specie molto resistenti ed abituate a fattori di stress come elevate temperature, assenza di acqua e minima lavorazione dei suoli. Queste specie sono adatte a modelli agricoli **CONSERVATIVI**.

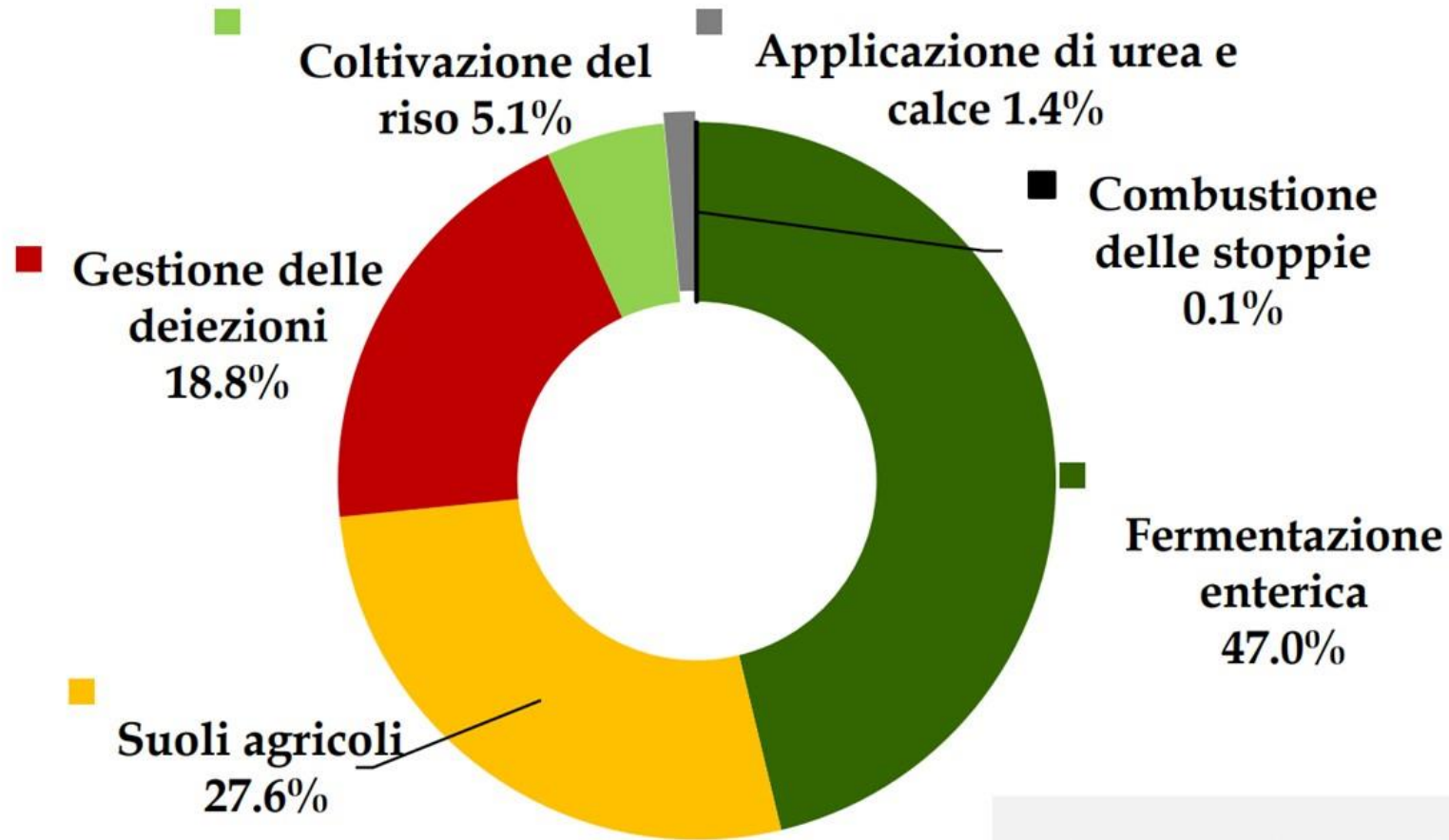
INTERCROPPING



AGRICOLTURA CONSERVATIVA: insieme di tecniche volte a prevenire l'erosione dei suoli agrari attraverso i) riduzione dei processi di aratura e di movimentazione del terreno, ii) utilizzo di cover crops e di specie spontanee per proteggere i suoli da erosione e dilavamento e iii) stimolazione e promozione dei processi biologici naturali volti ad aumentare la quantità di materia organica e il sequestro del carbonio.

AGRICOLTURA INTENSIVA

Attualmente il settore dell'agricoltura e dell'allevamento impattano per il 7-10% sui gas serra.



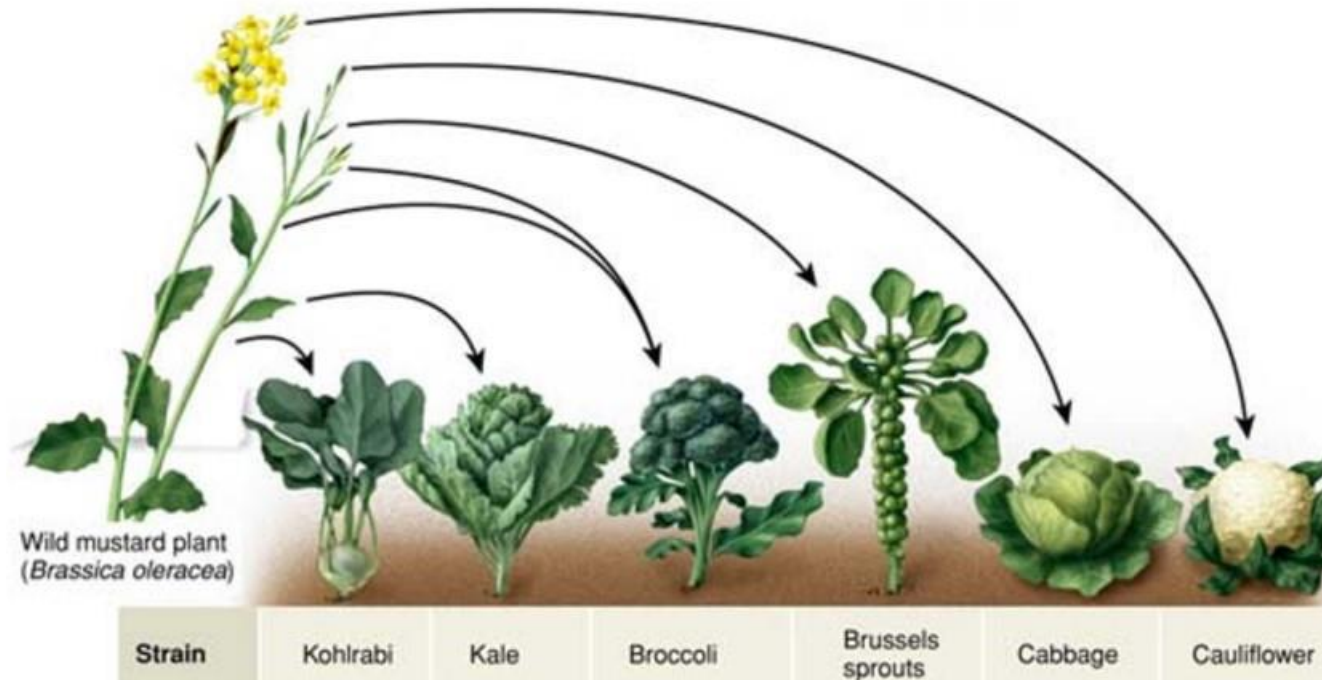
I punti fermi di questi modelli di produzione sono le monocolture altamente adattate all'ambiente di crescita, l'irrigazione e l'agrochimica. Quest'ultima riguarda sia la fertilità, sia la difesa dei patogeni.

L'impatto complessivo è ingente. Ad esempio in Italia nel 2020 sono stati utilizzati oltre 115 mila tonnellate di pesticidi appartenenti a circa 400 sostanze diverse.

Forse servono nuove 'PIANTE'. Da dove arrivano le specie coltivate?

ORIGINE DELLE PIANTE COLTIVATE

DOMESTICAZIONE: PROCESSO CON CUI UNA SPECIE SPONTANEA VIENE SELEZIONATA DALL'UOMO E CHE SOTTOPONENDOLA A VARIAZIONI (MUTAZIONI) LA RENDONO PIÙ UTILE E ADATTA AI PROPRI SCOPI.

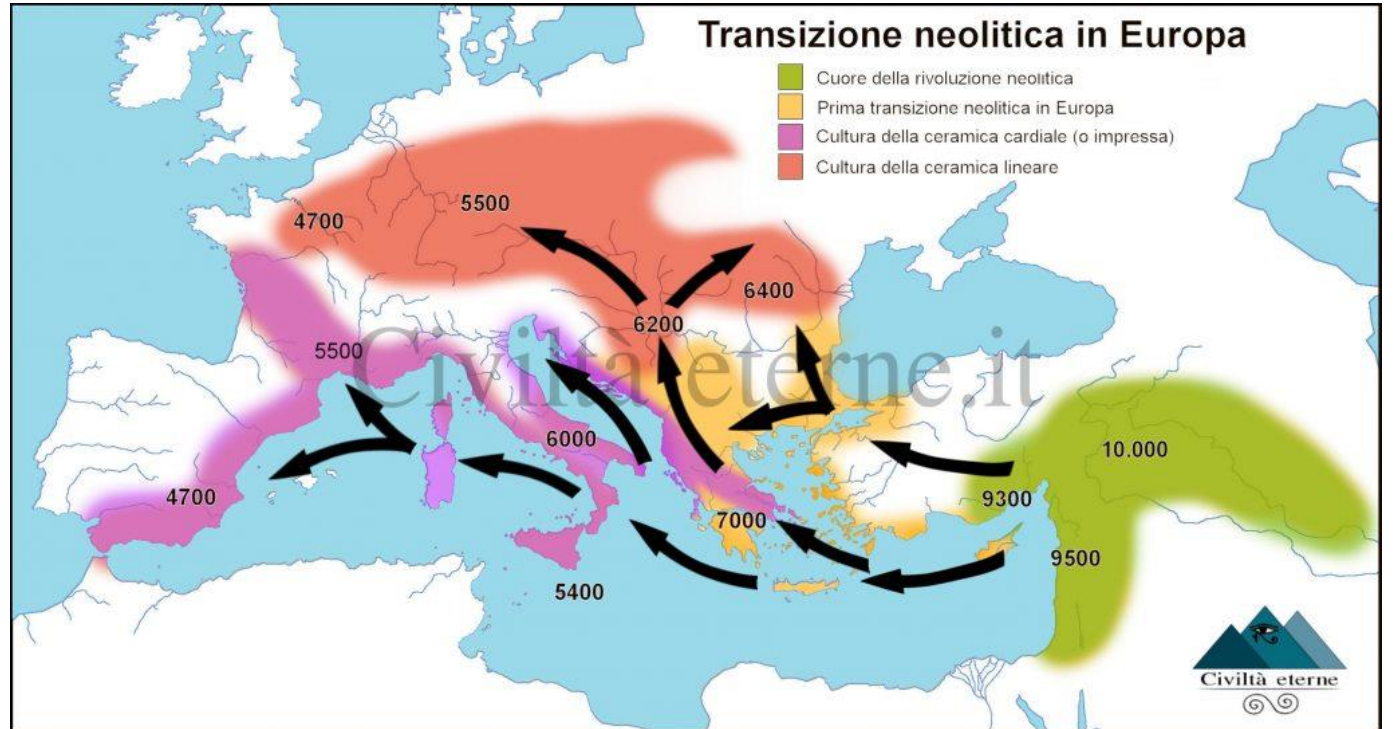


IL PROCESSO DI SELEZIONE CHE PREVEDE:

- UNA FASE DI SCELTA DELLE SPECIE SELVATICHE,
- L'IDENTIFICAZIONE DEI CARATTERI DI INTERESSE (MORFOLOGICI, FISILOGICI, BIOCHIMICI – GENETICI),
- LA MODIFICAZIONE E SELEZIONE ARTIFICIALE DEI CARATTERI,
- LA COLTIVAZIONE DELLE “NUOVE PIANTE”.

ORIGINE DELLE PIANTE COLTIVATE

L'agricoltura ebbe le sue prime origini negli altipiani del Vicino e Medio Oriente (Mesopotamia settentrionale, Anatolia sud-orientale, Palestina). Per questa ragione l'area venne chiamata "la mezzaluna fertile". Le prime piante coltivate furono l'orzo, il miglio e il frumento. Come è stato possibile capire questo?



I movimenti dei popoli contribuirono alla circolazione delle piante addomesticate portando così le 'colture' selezionate nella mezza luna fertile in tutto il mondo.

DOMESTICAZIONI SUCCESSIVE

Successivamente l'agricoltura compare in altre aree del pianeta: 9000 anni fa in Asia (Cina, India, Indonesia) con la coltivazione del riso. 8000 anni fa in America (Messico e Ande settentrionali) con mais e patate.

SPECIE DIVERSE VENNERO DOMESTICATE IN AREE E ANCHE IN TEMPI DIFFERENTI.

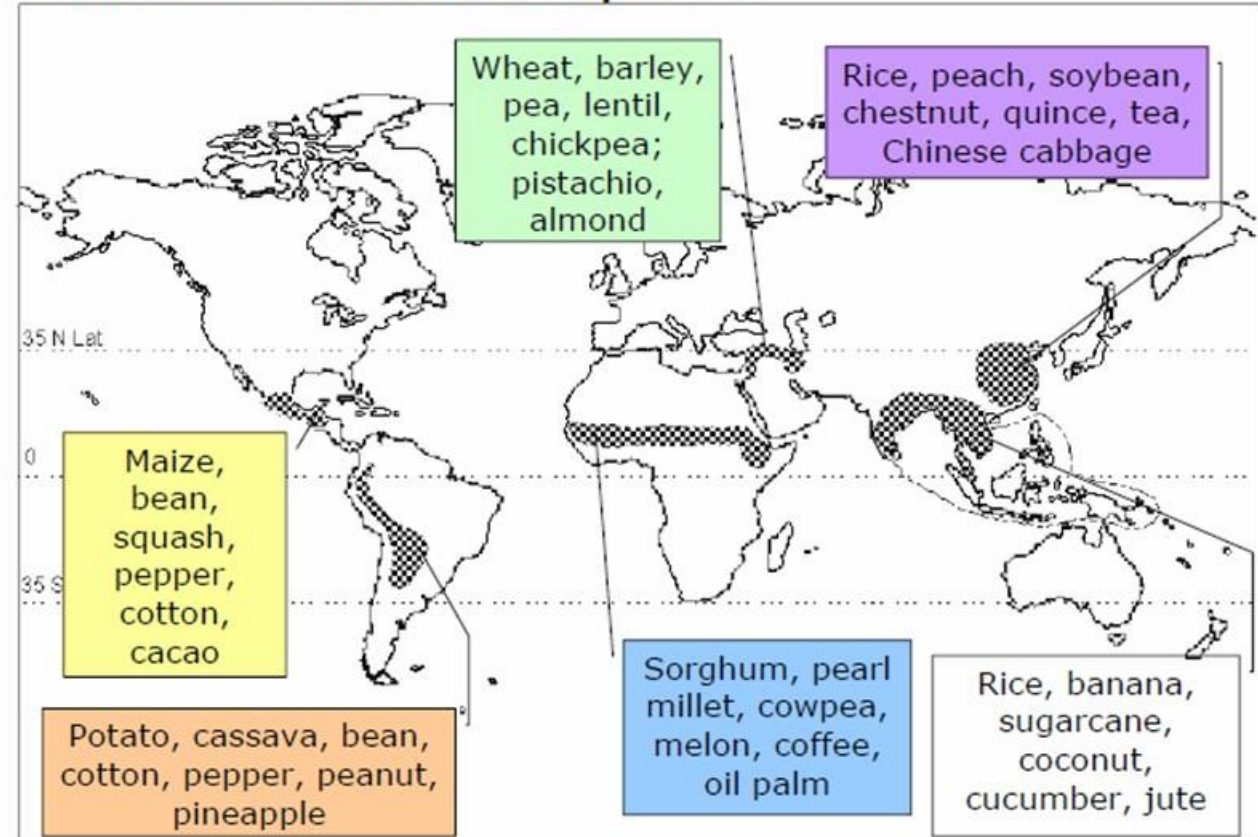
Location	Crop ^z	Age (years BP)
Mesoamerica	Squash	10,000
	Maize	6,200
Fertile Crescent	Einkorn wheat	9,400-9,000
	Lentil ^y	9,500-9,000
	Flax ^y	9,200-8,500
	Goat ^x	10,000
	Pig ^x	10,000
China	Rice	9,000-8,000
Eastern United States	Squash	4,300
	Sunflower	4,300

^z Only the earliest domesticated crop remains are listed

^y Uncertainty as to the domestication status

^x Additional centers of domestication for the goat (in the Indian subcontinent) and the pig (in Eastern Asia) have been postulated

Centers of Domestication of Crop Plants



IN GENERALE È PIÙ FACILE COLTIVARE QUELLO CHE È GIÀ DOMESTICO CHE RICOMINCIARE DAL SELVATICO

PIANTE AUTOCTONE E COLTURE TIPICHE

La maggior parte delle piante che coltiviamo oggi non sono autoctone bensì specie aliene (alloctone)

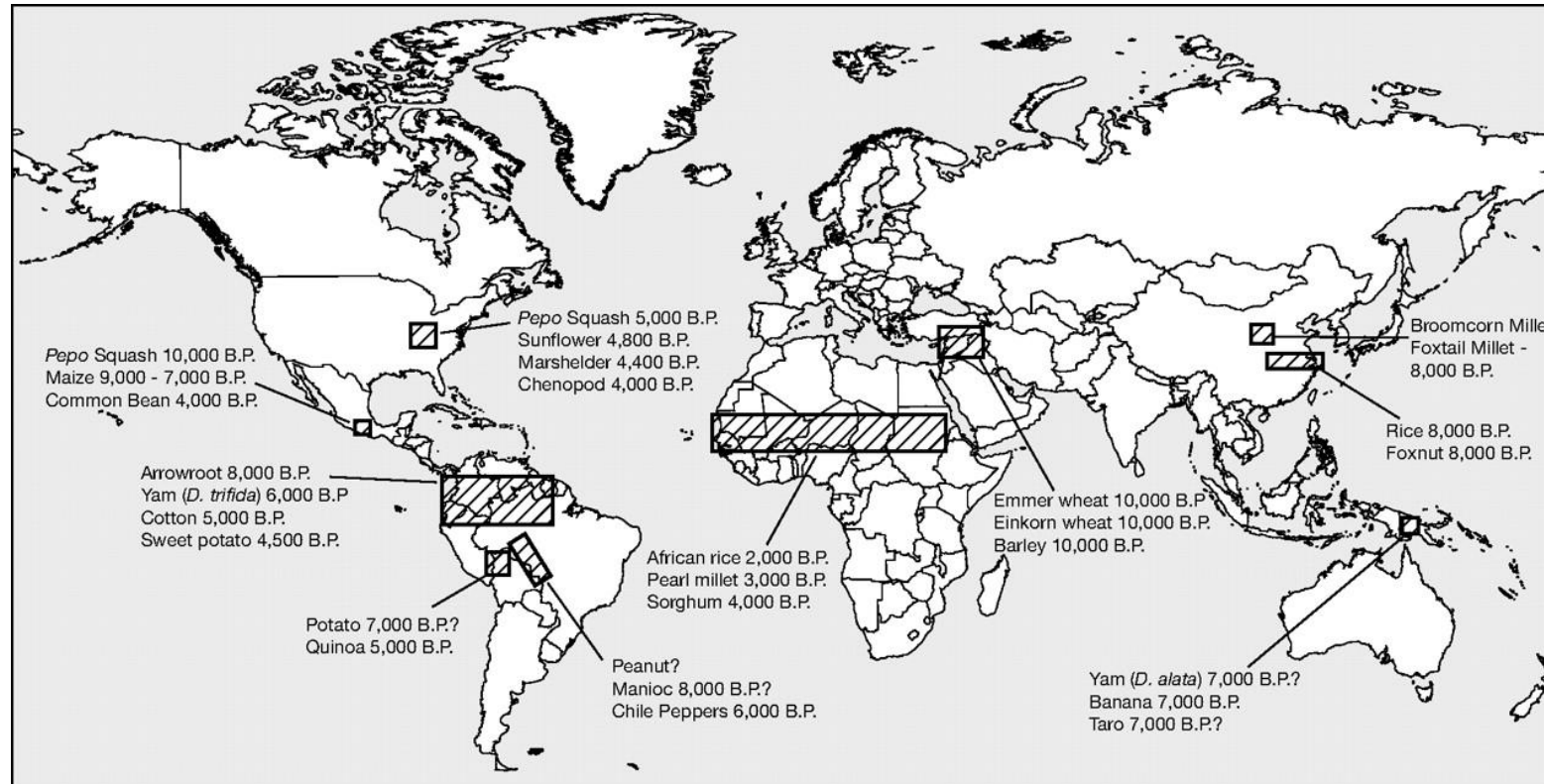


Middle East, (5) Ethiopia, (6) Central Asia, (7) Indo-Burma, (7A) Siam-Malaya-Java, (8) China and Korea

I DOGMI DELLA DOMESTICAZIONE

DOMANDE CHIAVE

- 1- Come mai la domesticazione delle specie più importanti è avvenuta in zone oggi aride e poco ospitali come l'Iraq, l'Iran, le Ande, il Messico, il Sahel ?
- 2- Perché la domesticazione delle diverse specie avvenne in aree e in tempi differenti? Perché nella Mezzaluna Fertile la domesticazione avvenne parecchi migliaia di anni prima che in America?
- 3- Ciò è vero anche per l'importazione; l'agricoltura arrivò in Europa migliaia di anni prima che nel sudovest degli Stati Uniti. Perché?



RISPOSTE

L'agricoltura non fu inventata ma fu il frutto di un lento processo di evoluzione. Nelle maggiori aree di origine non vi erano cacciatori o agricoltori, spesso convivevano diverse forme ibride!

Caccia e Agricoltura ebbero periodi di coesistenza.

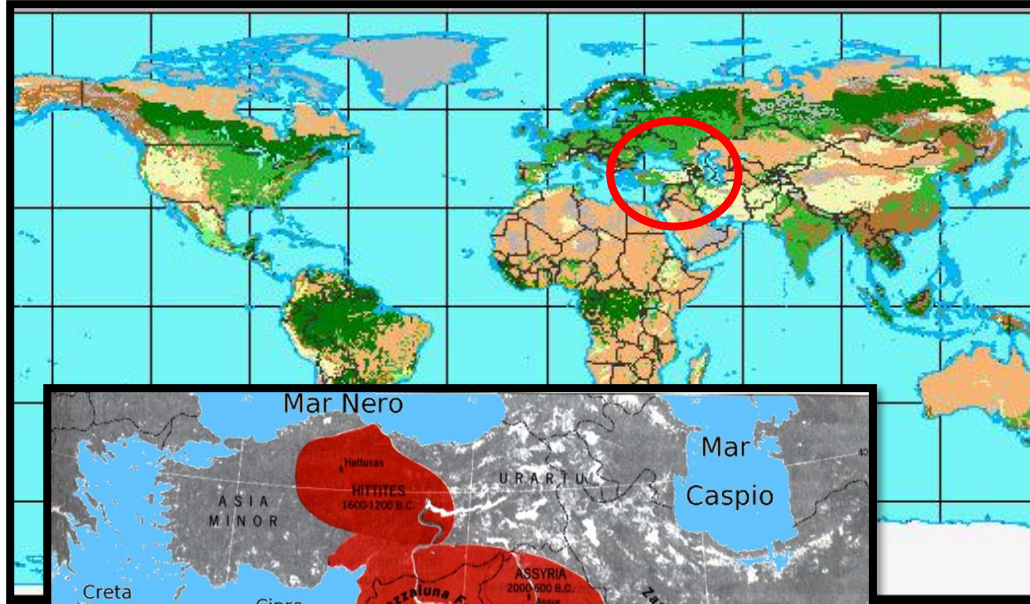


IMP: La caccia era iniziata 13000 anni fa e certamente i mammiferi di grossa taglia, gli uccelli di semplice cattura e altri animali erano sempre più rari! La scarsità di risorse è un buon motivo per trovare sistemi alternativi! L'uomo cacciatore piano piano si convertì all'agricoltura. Ad esempio i coloni dell'Isola di Pasqua prima cacciarono tutti gli uccelli e solo dopo impararono ad allevare pollame!

Perché la domesticazione è avvenuta in zone oggi inospitali?

I cambiamenti climatici avvenuti alla fine del Pleistocene portarono alla diffusione di specie idonee ad essere domesticate soprattutto nella zona della Mezzaluna fertile!

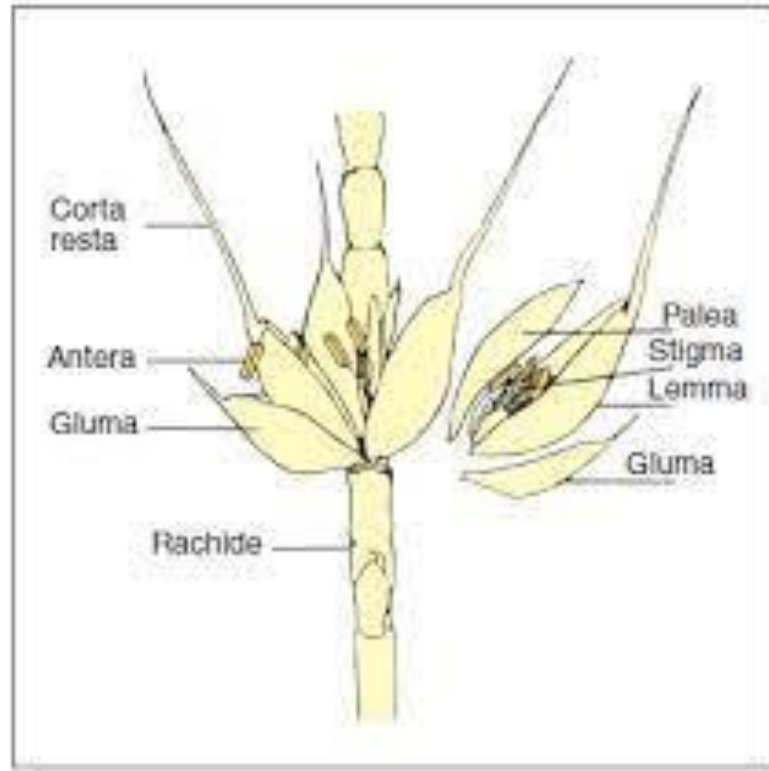
La Mezzaluna Fertile presentava un clima di tipo mediterraneo, con inverni miti e piovosi ed estati calde, secche e lunghe. Questo è il clima ideale per la diffusione delle Poaceae!



L'uomo del neolitico ebbe un ruolo rilevante nella domesticazione!

Ritrovamenti archeologici hanno evidenziato che nella Mezzaluna fertile furono inventati sistemi per lo sfalcio (falci dalla lama di selce e manico di osso) ma anche sistemi per conservare e sgrumare i cereali (mortai, pestelli, ecc).

Gli utensili favorirono l'agricoltura rispetto alla caccia.



Nelle aree primarie di addomesticazione si realizzarono eventi sinergici:

- nelle 5 aree dove è accertata la domesticazione vi sono prove archeologiche a favore di un aumento della popolazione. Certamente l'aumentata disponibilità di cibo ha portato ad un aumento della popolazione, ma la cosa è anche vera reciprocamente.
- nella mezzaluna fertile si svilupparono popolazioni organizzate che si strutturarono 'politicamente' e organizzarono il lavoro agricolo. I fiumi erano le principali vie di collegamento. I mari erano i mezzi di espansione e spostamento verso altri continenti.



I CONFLITTI TRA AGRICOLTORI E CACCIATORI

Nelle aree primarie di domesticazione si trovano a competere due modi di vivere diversi: i cacciatori e gli agricoltori. Se inizialmente la caccia rappresentava un elemento immediato (disponibilità di selvaggina) con l'incremento della popolazione questa pratica diventò sempre più difficile.

Al contrario, l'agricoltura prevedeva stanzialità e superiorità numerica (più cibo, più figli, più braccia, stanziali, ecc.) così da soppiantare i cacciatori. I cacciatori erano generalmente nomadi e furono perciò facilmente scacciati.

I cacciatori sopravvissero solo in quelle aree in cui delle barriere geografiche li separavano dagli agricoltori. Ad esempio gli aborigeni australiani rimasero cacciatori perché il mare li separava dalle comunità agricole dell'Indonesia e della Nuova Guinea.



CHE RUOLO HA LA BIODIVERSITÀ NELLA DOMESTICAZIONE?

NON TUTTE LE PIANTE E GLI ANIMALI SONO DOMESTICABILI!

Le graminacee sono piante con ciclo vitale molto breve. L'orzo e il frumento sono facilmente coltivabili ed in pochi mesi danno frutti. In periodi dove co-esistevano caccia e agricoltura, quindi in una fase di semi-stanzialità, erano i candidati ideali.



FRUMENTO

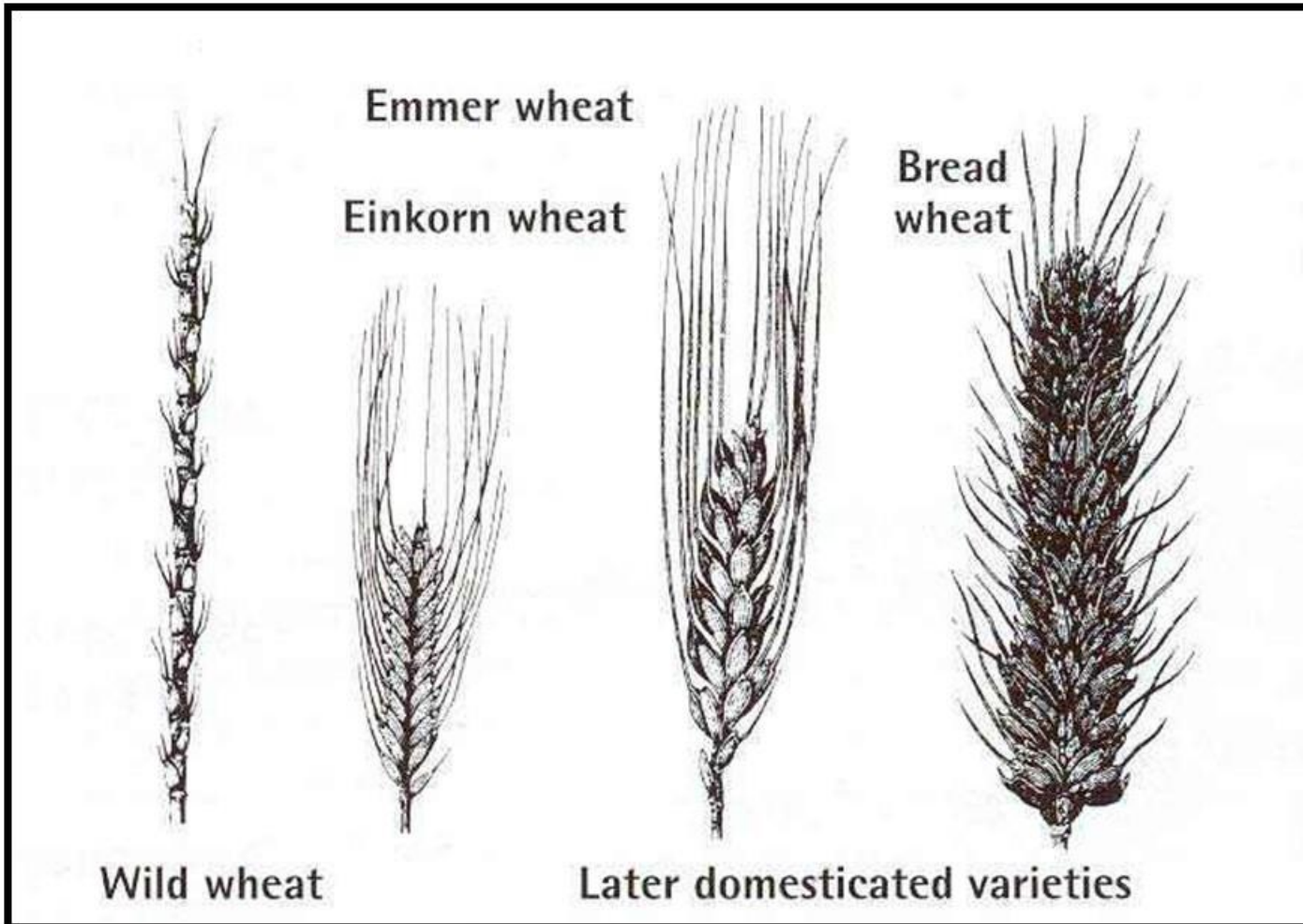


ORZO

GRAMINACEAE PERFETTE PER LA PRIMA DOMESTICAZIONE

I frutti delle graminacee sono facilmente immagazzinabili. Le graminacee sono inoltre ermafrodite e quindi capaci di autoimpollinarsi = alta percentuale di fruttificazione. Infine queste piante hanno un ciclo rapido e possono anche produrre più raccolti/anno!

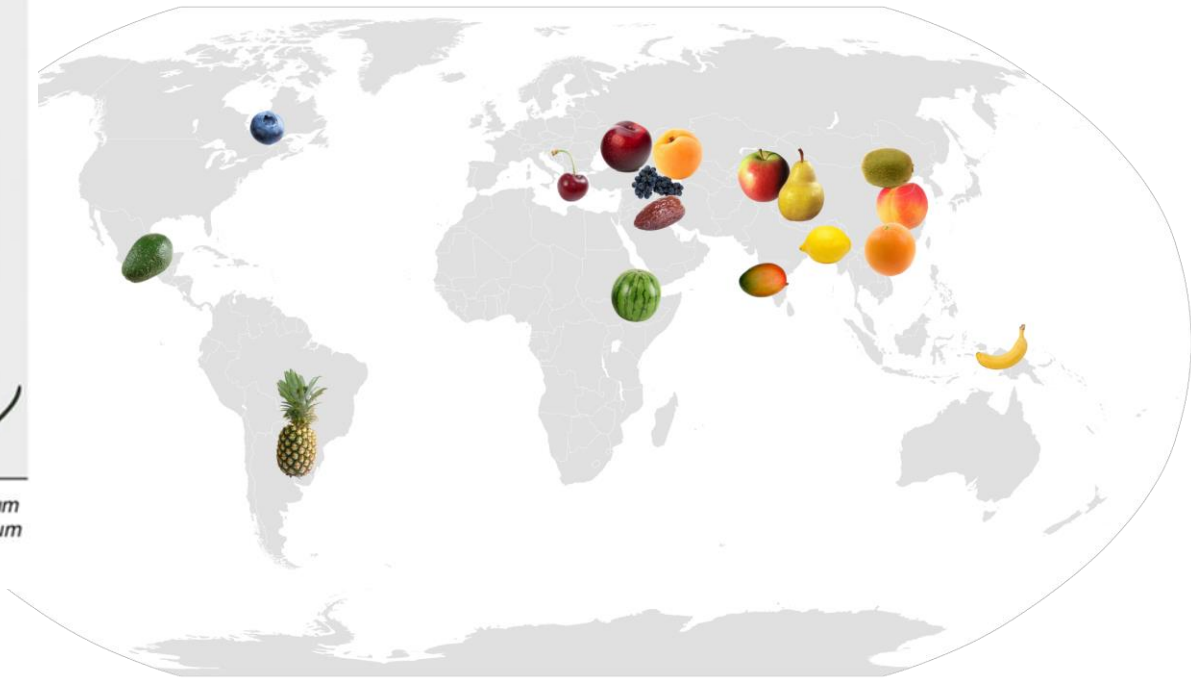
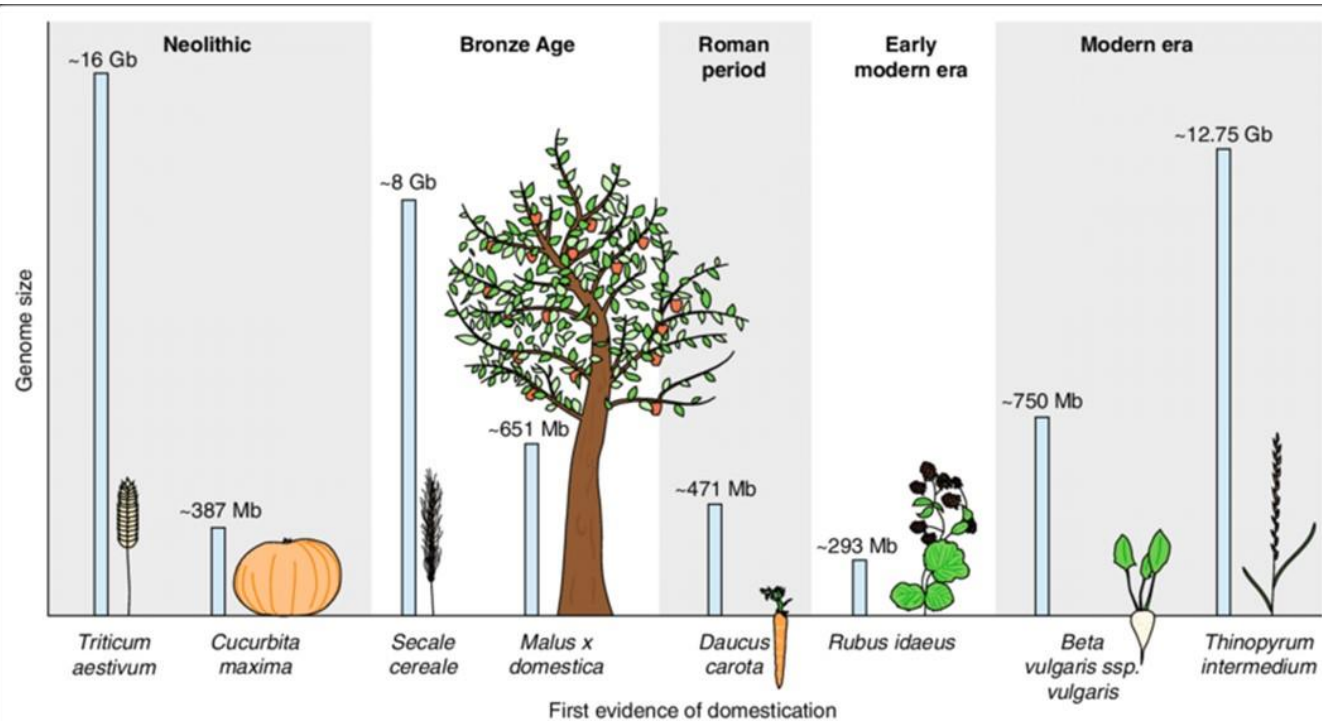
Le piante da frutto vennero domestiche più tardi (4000 a.C.). Richiedono infatti tempi di crescita lunghi quindi le 'modificazioni' genetiche e fenotipiche per la domesticazione hanno richiesto più tempo.



Tra le ultime ad essere domesticate vi furono le Rosaceae (melo, pero, albicocco, ciliegio, ecc).

Queste piante hanno un'architettura complessa. Non si propagano facilmente e spesso sono dioiche. Non era facile per un agricoltore preistorico intuire questa cosa.

La domesticazione delle piante da frutto è quindi molto recente e avvenne solo quando si conobbero meglio le pratiche agricole. Ad esempio, la domesticazione del melo è datata 500 a.C.



DOMESTICAZIONE: IMPOVERIMENTO DI BIODIVERSITÀ

Le piante domestiche sono molto poche. La nostra agricoltura (e alimentazione) si basa su poche specie!



- L' 80% dell'agricoltura del pianeta di basa su 12 specie:
- ✓ 5 cereali: grano, mais, riso, orzo e sorgo
 - ✓ 3 tuberi: patata, manioca e patata dolce
 - ✓ 1 legume (soia)
 - ✓ 2 piante zuccherine (canna da zucchero e barbabietola)
 - ✓ 1 pianta da frutto (banana)

Le ragioni sono molte. La prima è che **NON** tutte le piante sono domesticabili. Molte sono tossiche per l'uomo e **NON** è possibile (o comunque non è semplice) eliminare la via metabolica che da origine a composti tossici!

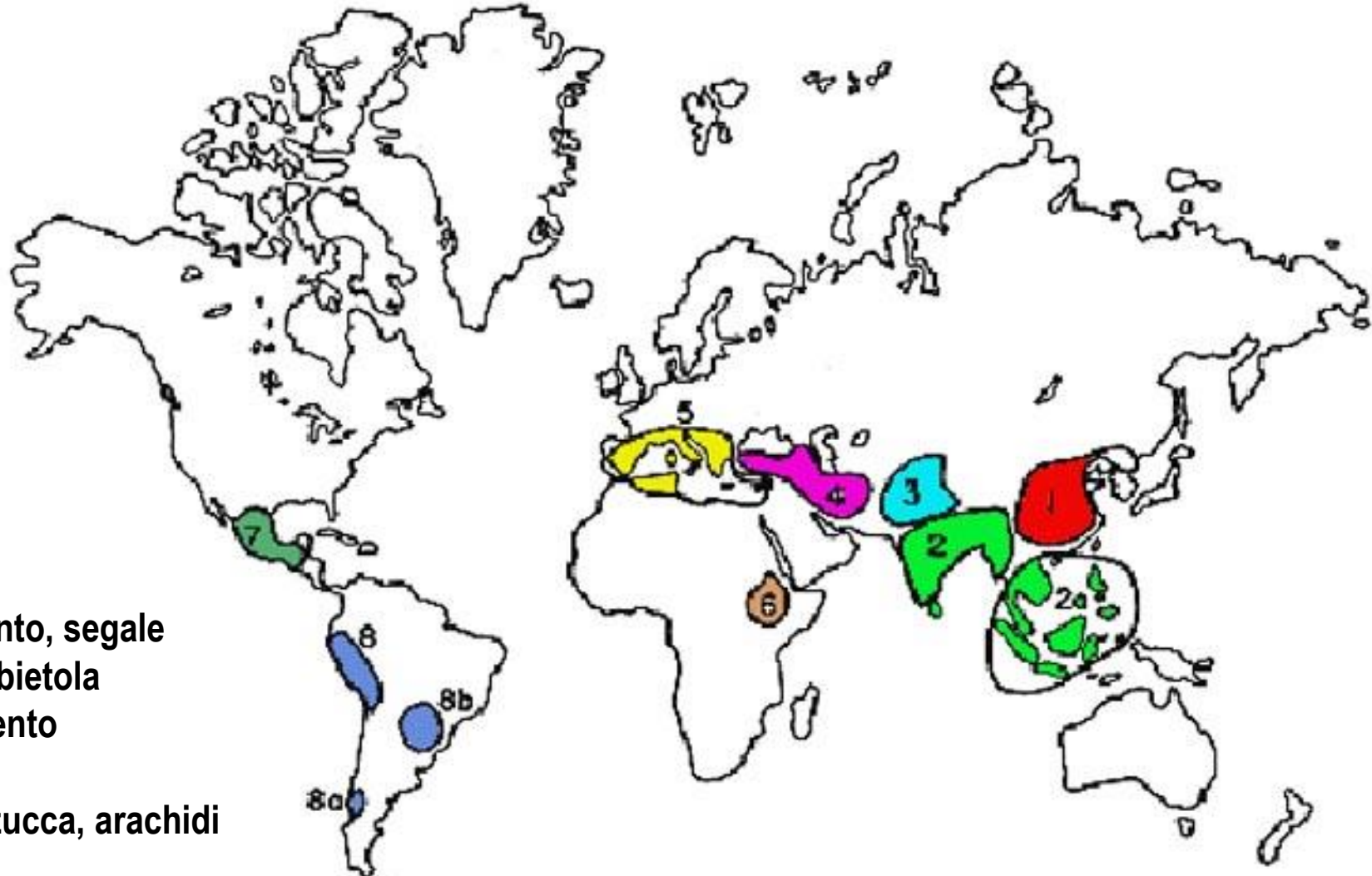
Una seconda ragione è che oltre alla disponibilità di 'piante domesticabili' richiede anche la presenza di condizioni ambientali favorevoli, di disponibilità di protoagricoltori ecc.

Questo si realizzò in posti diversi e in momenti diversi.



DOVE, QUANDO E PERCHÈ

LA BIODIVERSITÀ HA GIOCATO UN RUOLO IMPORTANTE PERCHÈ LA DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE NEL PIANETA HA DATO OPPORTUNITÀ DIFFERENTI. IN SOSTANZA LA SELEZIONE NATURALE È STATA IL BACINO DELLA SELEZIONE ARTIFICIALE.



- 1- Cinese: riso, soia, mela, pesca, cipolla
- 2 - India: riso, canna da zucchero, pepe
- 3- Centro-asiatico: cotone, carote, uva
- 4- Vicino-orientale: erba medica, cavolo, frumento, segale
- 5- Mediterraneo: frumento duro, sedano, barbabietola
- 6- Etiopico (detto Abissino): caffè, sorgo, frumento
- 7- Mesoamericano: mais, patata dolce, cotone
- 8- Sud Americano: cotone, patata, pomodoro, zucca, arachidi

LA NECESSITÀ DI DIVERSI CO-FATTORI (INCLUSI UTENSILI, ANIMALI DA TRAINO ECC.) È ANCHE ALLA BASE DELLA DIVERSITÀ TEMPORALE DEGLI EVENTI DI DOMESTICAZIONE.

Agricoltura eurasiatica: monoculture basate sull'aratura, con animali da traino che consente la semina a spaglio (dispersione)

Grande varietà di specie domesticabili

+

L'agricoltura garantisce meglio la sussistenza rispetto a caccia, pesca e raccolta (estinzione dei branchi di animali seguito alla caccia)

+

Abbondanza di animali domesticabili

=

DOMESTICAZIONE PRECOCE

Agricoltura americana: assenza di animali da traino, aratura a mano e semina in buche. Poche piante. Mais non ermafrodita.

Coltivazione molto più faticosa e meno redditizia.

=

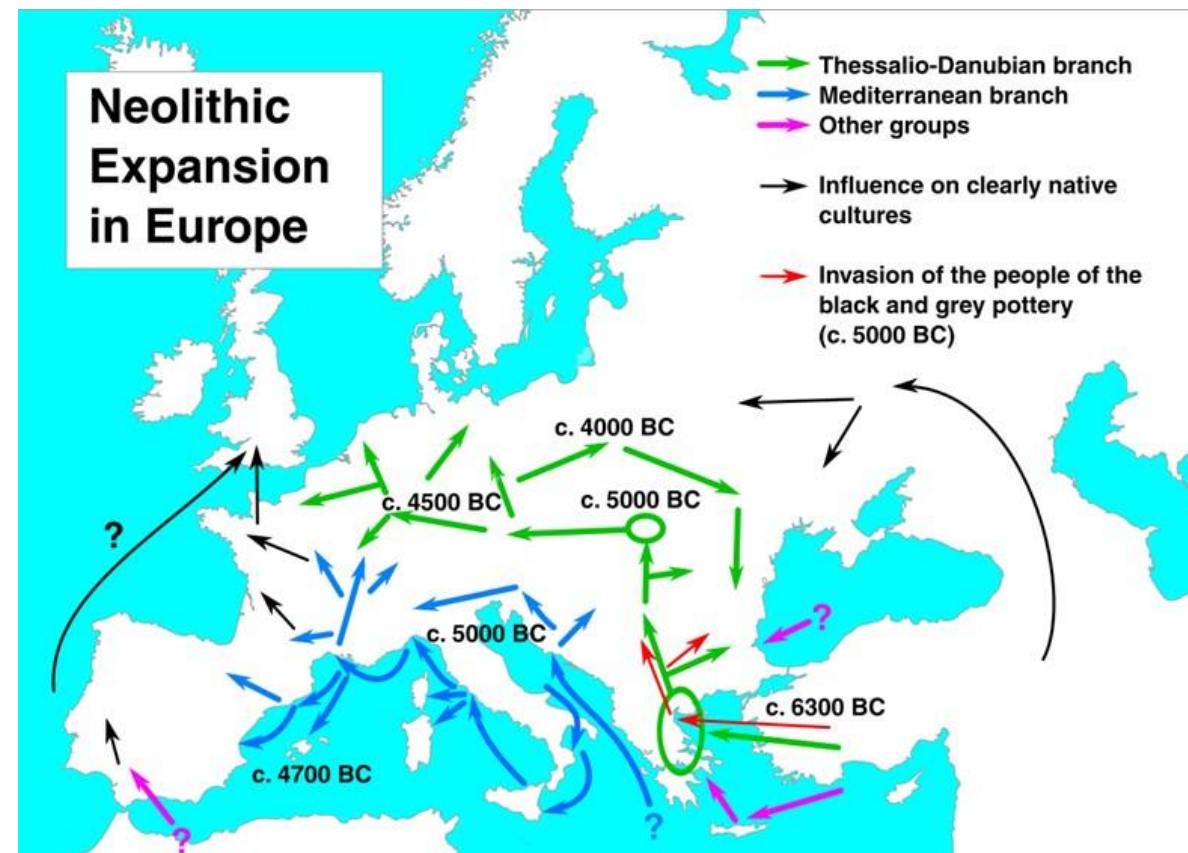
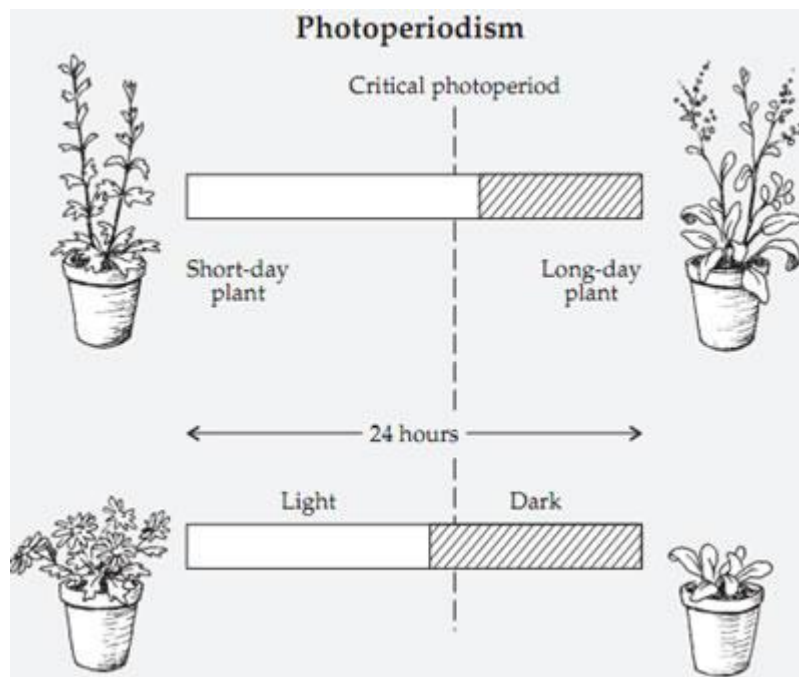
DOMESTICAZIONE PIU' TARDIVA

SPOSTAMENTI AGRICOLI

Le specie domestiche viaggiavano con l'uomo come un bagaglio prezioso.

I corsi d'acqua, le tecnologie navali e l'organizzazione delle diverse popolazioni hanno influenzato gli spostamenti dell'uomo e delle specie domestiche.

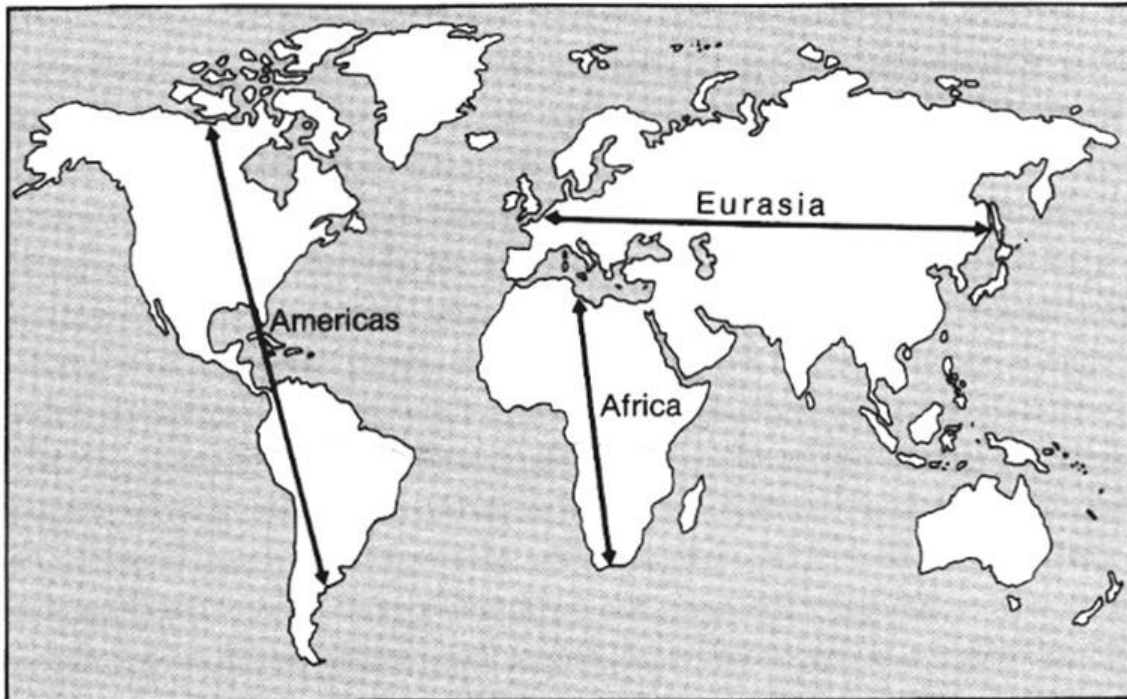
LE ESIGENZE PEDOCCLIMATICHE E DI ILLUMINAZIONE DELLE PIANTE HANNO COMUNQUE INFLUENZATO IL SUCCESSO DELLE COLTURE NEL MONDO.



SPOSTAMENTI AGRICOLI

PIANTE E ANIMALI NON SI SONO MOSSI CON LA STESSA VELOCITÀ DA NORD A SUD COME DA EST A OVEST.

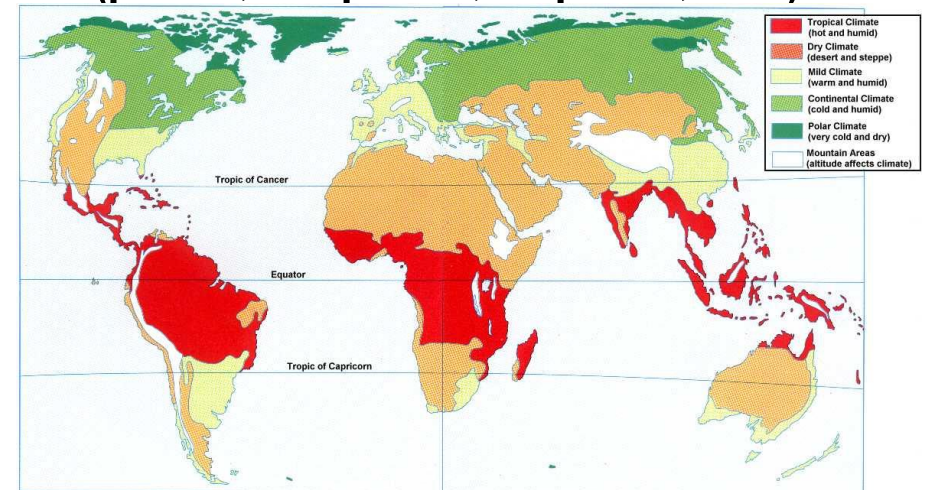
Osservando l'orientamento degli stati Uniti rispetto all'Europa-Asia ci rendiamo conto che l'uno ha una direzione nord – sud mentre l'altro est- ovest.



- L'agricoltura sembra essersi mossa da EST a OVEST alla velocità di circa 1 km all'anno.
- Le piante domestiche si sarebbero mosse più lentamente da sud a nord. Dal Messico al Sudovest degli Stati Uniti la velocità è stata calcolata in 0,8 Km annui; 0,5 l'arrivo del mais nella costa orientale.

PERCHÈ

La risposta è legata al clima. Disposizione longitudinale delle zone climatiche (polare, temperata, tropicale, ecc.).



Le piante si adattano bene ad un determinato clima. L'adattamento è fissato geneticamente. Ci sono geni che rispondono ai fotoperiodi (es geni omeotici LFY, MADS, ecc.).

PIANTE E CLIMA

A confermare il valore del clima vi sono i dati archeobotanici che hanno evidenziato come molte specie domestiche nella Mezzaluna fertile raggiunsero l'Egitto e l'Etiopia ma furono bloccate più a sud dal clima tropicale dell'Africa subsahariana.

Potenzialmente avrebbero potuto raggiungere il Sudafrica con un clima mediterraneo ma questa **BARRIERA CLIMATICA** non concesse questo spostamento.

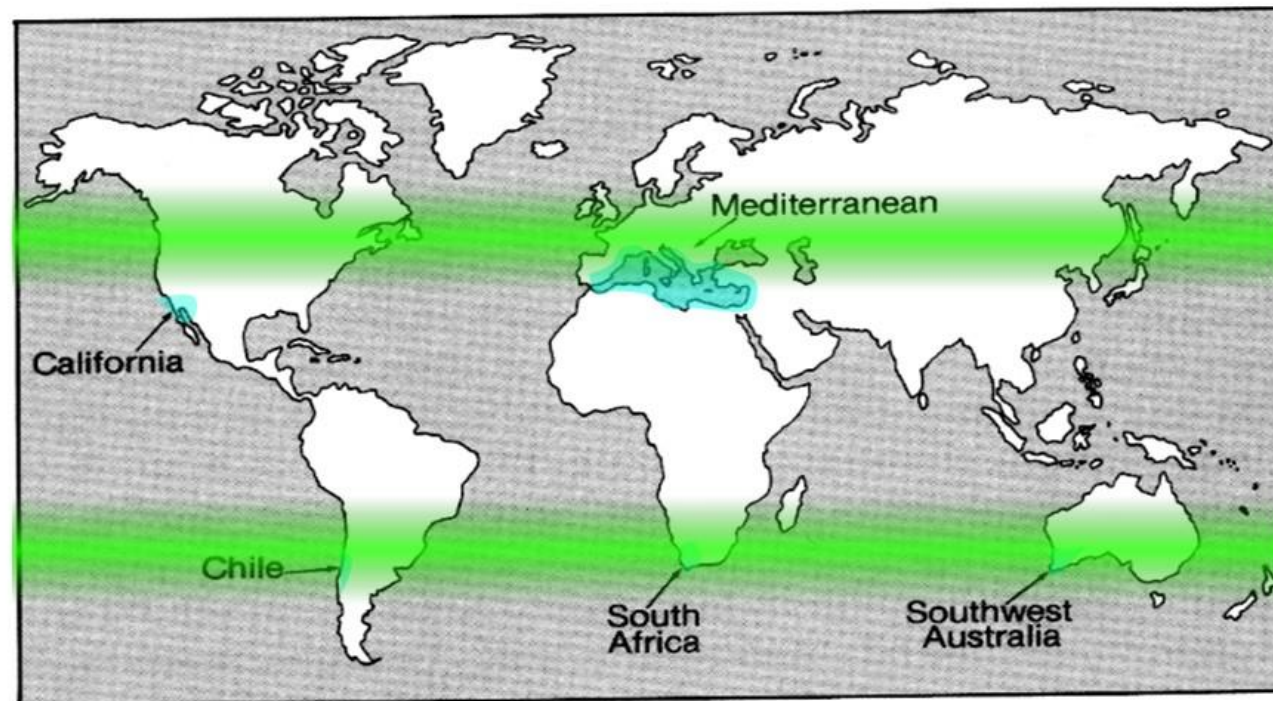


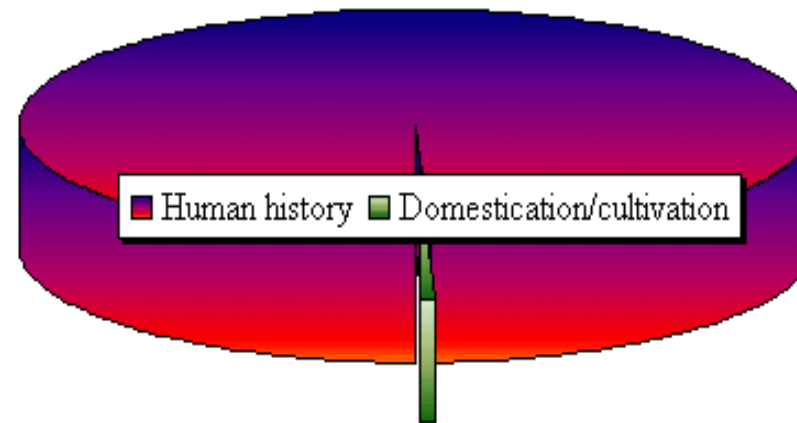
Figure 8.2. The world's zones of Mediterranean climate.

Analogamente, la Cina, isolata a Occidente dall'Himalaya e dai deserti dell'Asia centrale sviluppò l'agricoltura in maniera indipendente con specie diverse (riso, maiale, baco da seta). **BARRIERA GEOGRAFICA.**

DOMESTICAZIONE: PERDITA DELLA BIODIVERSITÀ ORIGINARIA

Nonostante l'uomo sia diventato agricoltore solo recentemente rispetto alla storia evolutiva delle piante, ha introdotto modifiche sostanziali alla biodiversità.

**L'UOMO E' STATO
AGRICOLTORE PER IL
5% DELLA SUA
STORIA**

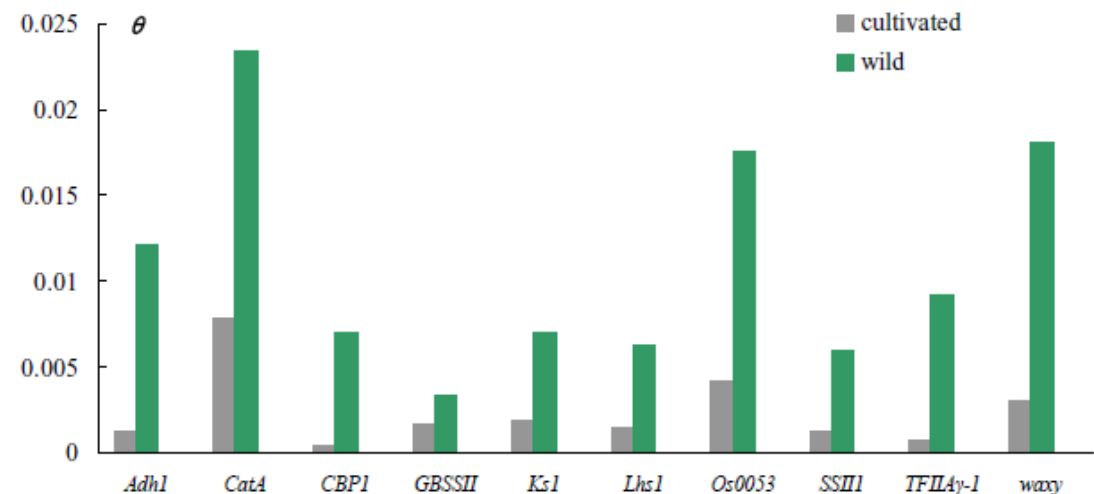


La scelta totalmente ARTIFICIALE dei caratteri da selezionare ha certamente spinto l'evoluzione verso un adattamento antropico e NON ambientale.

L'autofecondazione spinta, volta a massimizzare e stabilizzare il carattere di interesse, ha ridotto la variabilità genetica degli individui coltivati.

Il poco interesse verso le specie selvatiche senza interesse per l'uomo ha prodotto un impoverimento genetico della specie.

Comparison of nucleotide diversity of the cultivated and wild rice at ten loci



POSSIAMO DAVVERO PARTIRE DALLA BIODIVERSITÀ?

