

Corso di

# GENETICA VEGETALE

Giandomenico Corrado

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e dell'Ambiente

✉: giandomenico.corrado@unina.it ☎: 081.25.39446

## Concetti chiave della quarta lezione

I sistemi riproduttivi delle piante: influenza sulla trasmissione dei caratteri (cenni)

Gli esperimenti di Mendel

La segregazione indipendente: Il monoibrido, il di-ibrido ed il poli-ibrido

Il test-cross

La segregazione dei caratteri nei poliploidi

Meccanismi ereditari negli autotetraploidi

## Conoscenze di base richieste:

Anatomia florale

Meccanismi riproduttivi, formazione del polline e della cellula uovo nelle angiosperme

Testi consigliati:

Genetica Mendeliana: qualsiasi libro di genetica di livello universitario

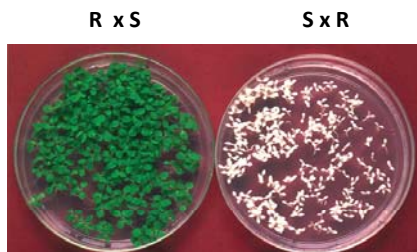
Eredita' nei poliploididi: Barcaccia-Falcinelli, Genetica e Genomica, Vol I, Liguori

### Eredità extracromosomica: quick start

- ✓ Oltre che nel nucleo, il DNA si trova nei mitocondri (ciclo di Krebs, fosforilazione ossidativa) e nei cloroplasti (fotosintesi)
  - ✓ I geni presenti nel DNA dei mitocondri e dei cloroplasti sono definiti "extranucleari" o "citoplasmatici"
  - ✓ In ogni cellula, ci sono svariati mitocondri e plastidi.
- Cosa accade nel caso di una mutazione in 1 genoma di un organello?

### LA TRASMISSIONE EREDITARIA DEI GENI EXTRANUCLEARI NON SEGUE LE REGOLE MENDELIANE

L'eredità è classicamente uniparentale, in quanto si assume che il citoplasma dello zigote si origina da uno solo dei genitori



Trasmissione della resistenza ad erbicida

Non si hanno i tipici rapporti mendeliani di segregazione

**I risultati degli incroci reciproci non sono uguali**

Il fenotipo di un carattere ad eredità extranucleare permane anche dopo sostituzione del nucleo

**R: genotipo resistente; S: genotipo suscettibile**

[nello scrivere gli incroci tra piante, il genotipo del portaseme precede per convenzione quello dell'impollinatore]

**Di solito nei viventi il gamete femminile fornisce buona parte del citoplasma, ma esistono numerose eccezioni**

Nella piante con fiori lo zigote riceve i plastidi ed i mitocondri per via materna → eredità citoplasmatica = eredità materna

**Angiosperme**

Mitocondri  
Cloroplasti

di solito eredità materna\*

**Gimnosperme**

Mitocondri  
Cloroplasti

eredità paterna (con il polline)

\* esistono casi di eredità biparentale, e paterna

**Esempi di eredità extranucleare**

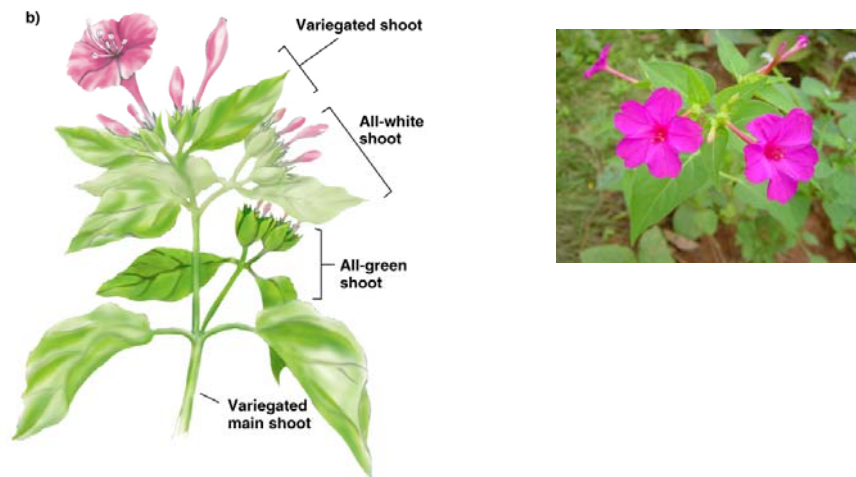
**Geni presenti nei cloroplasti:**

variegatura della foglia in *Mirabilis jalapa* (bella di notte)

**Geni presenti nei mitocondri:**

maschiosterilità citoplasmatica

### LA VARIEGAZIONE DELLA FOGLIA DI *MIRABILIS JALAPA*

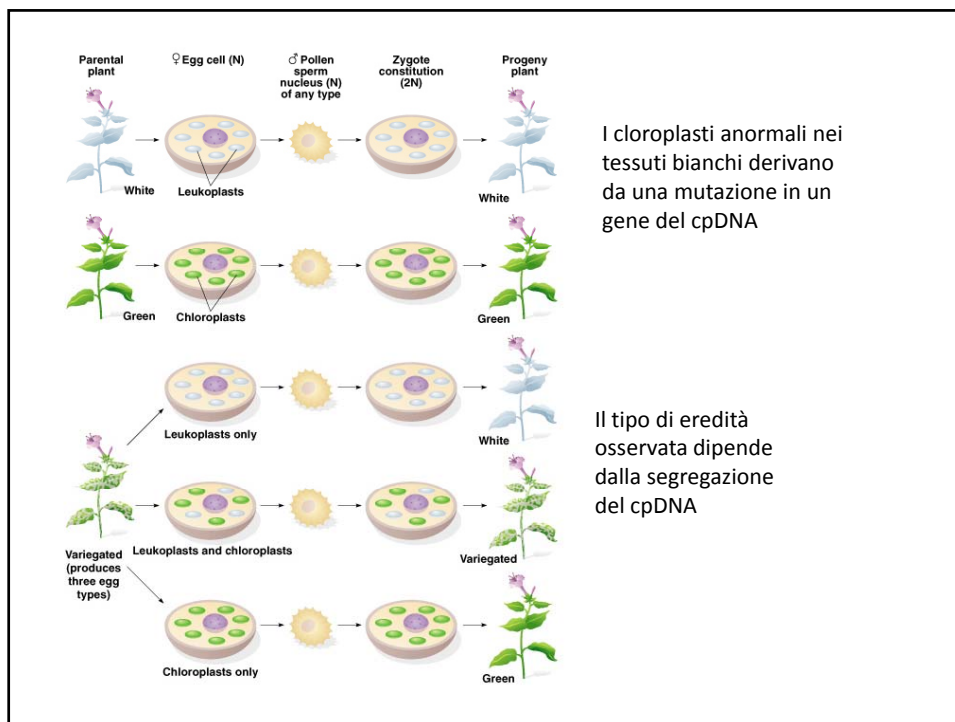


In una stessa pianta si possono trovare germogli che sono completamente verdi, albini o variegati, e da questi germogli si possono formare dei fiori

### PROGENIE DI *MIRABILIS JALAPA*

Portaseme	Impollinatore	Progenie
Verde	Verde, variegato, albino	Verde
Variegato	Verde, variegato, albino	Variegato, verde, albino
Albino	Verde, variegato, albino	Albino

I fenotipi del colore della foglia in *Mirabilis* indicano un'eredità materna



### EREDITÀ MATERNA VS. EFFETTO MATERNO

- Eredità materna: dovuta all'esistenza di geni localizzati su genomi citoplasmatici, che sono generalmente ereditati dalla madre
- Effetto materno: non dovuto a geni extranucleari, ma a geni nucleari il cui fenotipo si esprime prima della fecondazione della

Per il migl. genetico e la prod. sem. è molto importante avere la possibilità controllare la fecondazione

- Incompatibilità
- **Maschiosterilità**
- Apomissia
- Ibridazione interspecifica
- Tempo della produzione del polline

### La Maschiosterilità

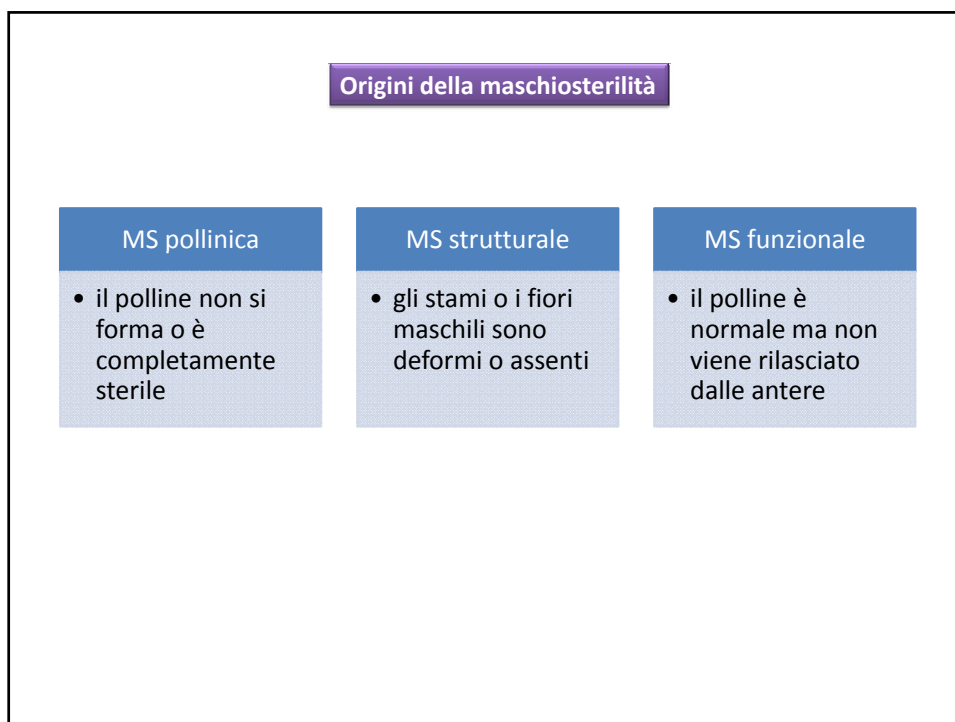
- L'incapacità di una pianta di produrre gameti maschili funzionali ("polline")
- Inalterata fertilità femminile
- Le piante maschiosterili sono importanti per la produzione?



Fiore di peperone maschiofertil



Fiore di peperone maschiosterile



La MS è poco diffusa in popolazioni naturali, ma molto utile per il breeder

Si parla di **emasculazione genetica** per la produzione di ibridi commerciali



Parentale 1

Ibrido

Parentale 2

### Importanza degli ibridi nella genetica vegetale applicata

La gran parte del seme commercializzato dalle ditte sementiere di tutto il mondo è ibrido, ovvero è solitamente una F1

Gli ibridi garantiscono:

1. Produzioni levate (fenomeno dell'eterosi)
2. Unoformità elevata
3. Impossibilità di riprodurre il seme in campo da parte degli agricoltori → margini di guadagno assicurati nel tempo

Gli ibridi F1 vengono prodotti attraverso impollinazioni controllate, in cui sono noti entrambi i parentali. Per assicurarsi una elevatissima percentuale di incrocio (idealmente il 100%) tra due parentali in campo è necessario:

1. emasculazione del fiore (eliminazioni degli stami, antere, etc prima della produzione del polline
2. Impollinazioni controllate

### MS indotta (non genetica)

Basata sull'uso di sostanze gametocide con cui vengono trattate le piante prima della fioritura, ad intervalli prestabiliti

#### Requisiti:

1. efficacia 100% sugli organi maschili
2. non deve intaccare la fertilità femminile
3. richiedere un ridotto numero di trattamenti
4. essere efficiente indipendentemente dalle condizioni ambientali



### Base genetica della maschiosterilità

- Maschiosterilità genetica (GMS) (dall'inglese "genic")
  - causata da una mutazione di un gene nucleare
  - trasmessa secondo le leggi della gen. Mendeliana
  
- Maschiosterilità citoplasmatica (CMS)
  - causata da una mutazione nel genoma di un organello
  - trasmessa secondo le leggi dell'eredità extracromosomica

### Maschiosterilità genetica (GMS)

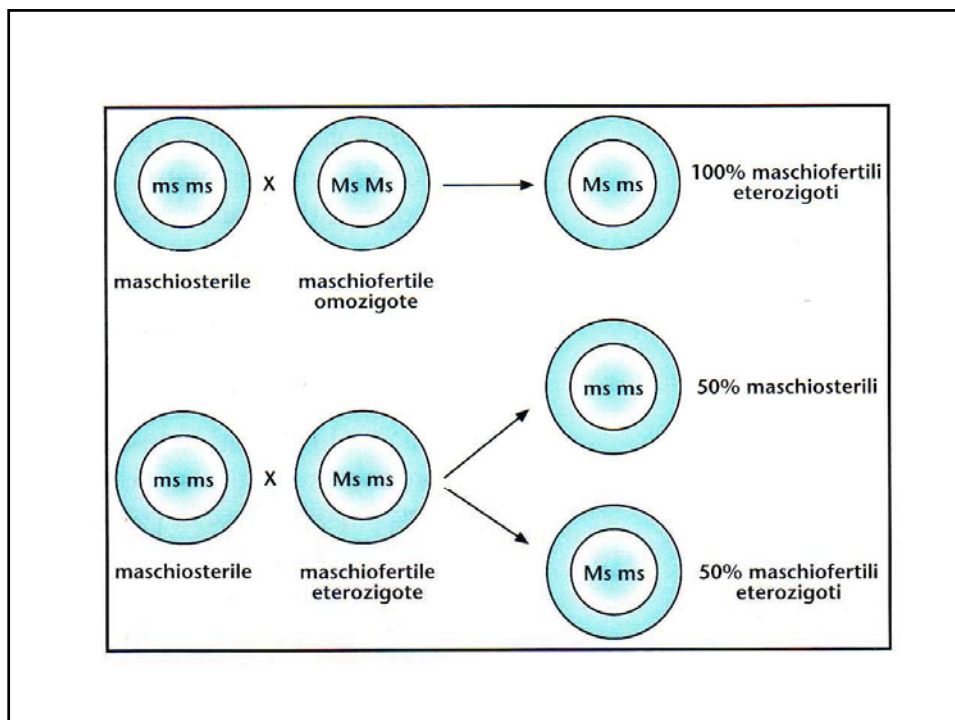
Trovata in molte specie di interesse agrario (pomodoro, fagiolo, melone, orzo, etc.)

Quasi sempre: **mutazione di un singolo gene, recessiva**

Le piante *MsMs* e *Msms* sono maschiofertili

Le piante *msms* sono maschiosterili

- Una linea pura *msms* non può essere autofecondata ... perchè?
- Come posso ottenere una progenie maschiosterile? Quale incrocio devo effettuare? Come sarà la progenie?



### Maschiosterilità citoplasmatica (CMS)

Trovata ed usata per la produzione di ibridi in cipolla, carota, cavolo, mais, girasole etc.

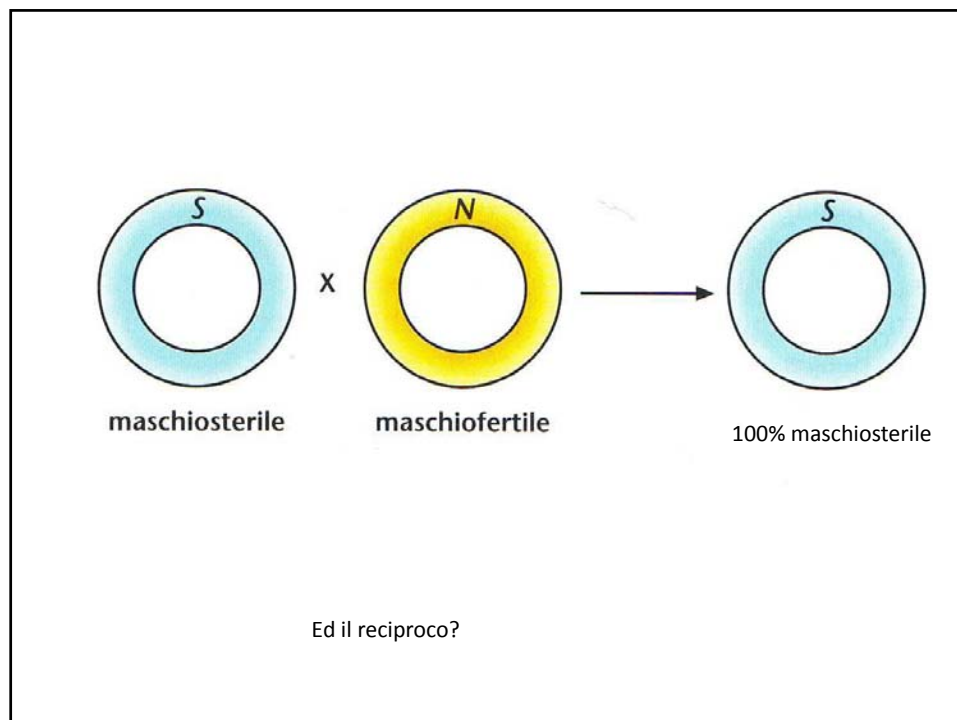
Di solito: dovuta a mutazione di geni mitocondriali

Cit S: maschiosterile

Cit F (o N): maschiofertile (o Normale)

- Come si possono incrociare queste due linee?
- Come sarà la progenie?





### Maschiosterilità genético-citoplasmatica

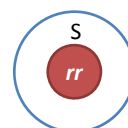
Esistono numerosi casi in cui la maschiosterilità è controllata dalle interazioni tra geni nucleari e degli organelli

Le piante maschiosterili citoplasmatiche possono dar vita e progenie che non presentano questo carattere quando sono impollinate da particolari genotipi

La base genetica di questo fenomeno, ovviamente, risiede in alcuni geni nucleari

Tali geni sono definiti **Risotori (R)** oppure **Risotori della Fertilità (Rf)**

N.B.: Una pianta maschiosterile citoplasmatica sarà sempre:



### Geni ristoratori

citoplasma	nucleo	fenotipo
CMS	<i>rfrf</i>	maschiosterile
CMS	<i>Rfrf</i>	maschiofertile
CMS	<i>RfRf</i>	maschiofertile
N	<i>rfrf</i>	maschiofertile
N	<i>Rfrf</i>	maschiofertile
N	<i>RfRf</i>	maschiofertile

CMS: maschiosterile citoplasmatico  
N: normale

La base genetica della ristorazione della fertilità in piante CMS può essere complessa

*Rf1* ristora la fertilità



*Rf8* ristora parzialmente la fertilità



Linea *rf1rf1, rf8 rf8*



Esempi di ristorazione della maschiofertilità nel mais CMS con il citoplasma T

### Esempi di maschiosterilità in mais

Caratteristiche genetiche di linee CMS di mais

Citoplasma	Alleli ristoratori	Localizzazione
Tipo T (Texas)	Rf1 e Rf2	cromosoma 3 e 9
Tipo S (USDA)	Rf3	cromosoma 3
Tipo C (Charrua)	Rf4, Rf5 , Rf6	

Oggi si conoscono i meccanismi molecolari alla base di queste interazioni

### CMS per produrre seme ibrido

Già utilizzata in mais, riso, sorgo, pomodoro ed altre specie, soprattutto ortive

1. Disponibilità di mutanti CMS nella specie coltivata
2. Disponibilità di geni ristoratori per ripristinare la fertilità in specie in cui il prodotto commerciale è il seme o frutto
3. Mantenere la diversità a livello CMS

Mantenere la diversità a livello CMS

Negli anni '70 circa i 3/4 del mais allevato aveva il citoplasma di tipo "T"

Le piante con questo tipo di citoplasma sono suscettibili alla ruggine causata da *Helminthosporium maydis*

La diffusione di questo patogeno causò una riduzione elevata della resa, stimata in 1 miliardo di dollari (dell'epoca)



Un confronto tra GMS e CMS

