

# Seleccção em plantas autogâmicas

*J. Neves Martins*

**U** LISBOA | UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



# Seleccção em plantas autogâmicas

## Sumário:

### ■ Seleccção Genealógica

❖ *Variantes operacionais:*

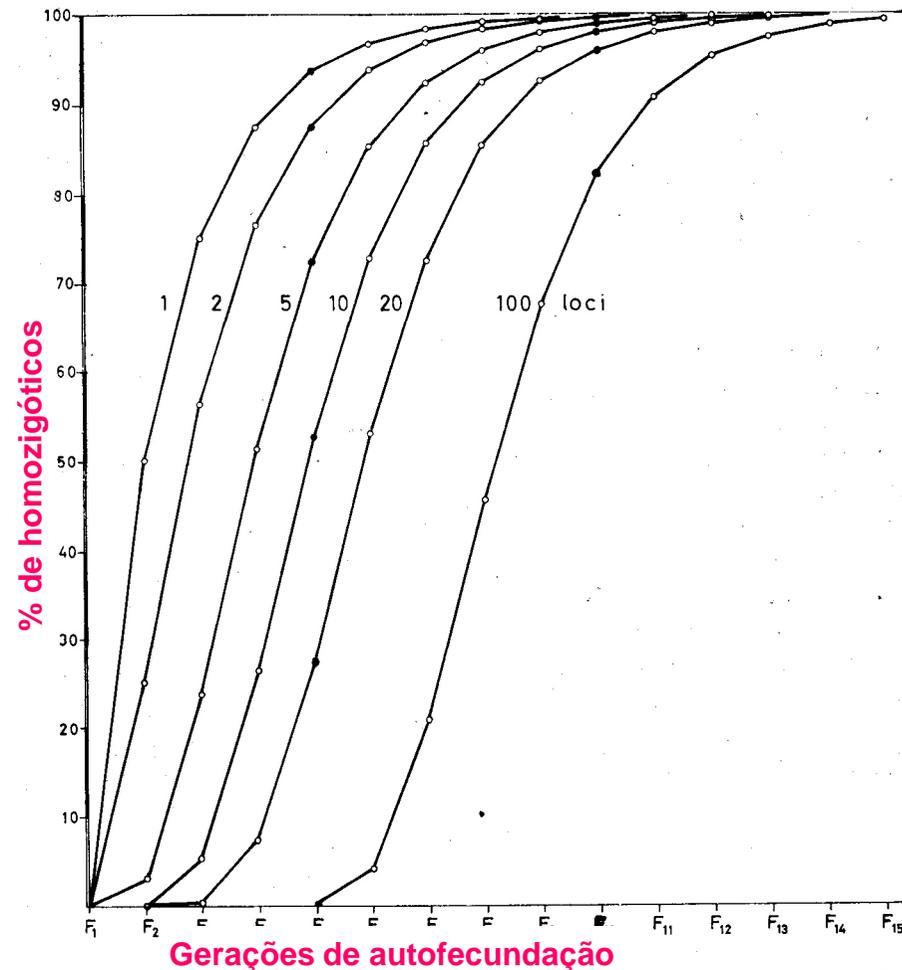
- *“pedigree” genealogia*
- *“bulk” massal*
- *“Single Seed Descent” descendente de semente única*
- *“Early generations testing” testes precoces*

### ■ Retrocruzamento (*Backcross*)

# Autogamia implica homozigocidade

% de homozigóticos a partir de uma população original heterozigótica em relação ao nº de gerações de autofecundação, face ao nº de pares de genes independentes.

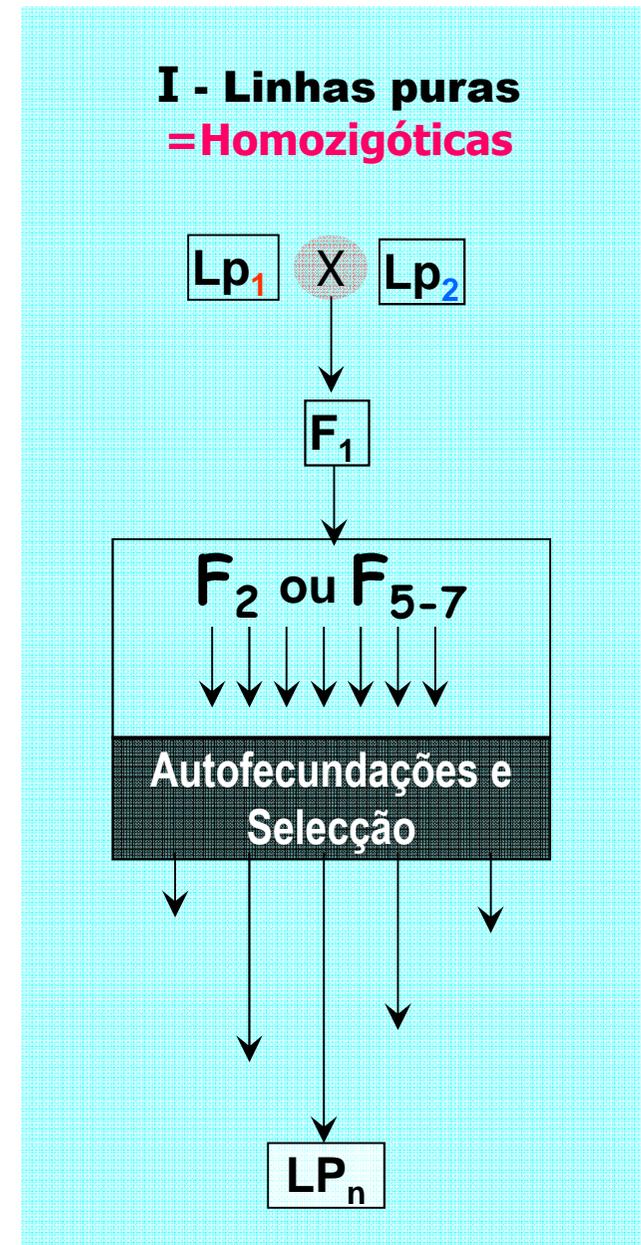
Aumenta a proporção de homozigóticos nas sucessivas gerações de autofecundação, supondo 100% de heterozigóticos na  $F_1$ , para 1, 2, 5, 10, 20 e 100 *loci*.



# Metodologia geral

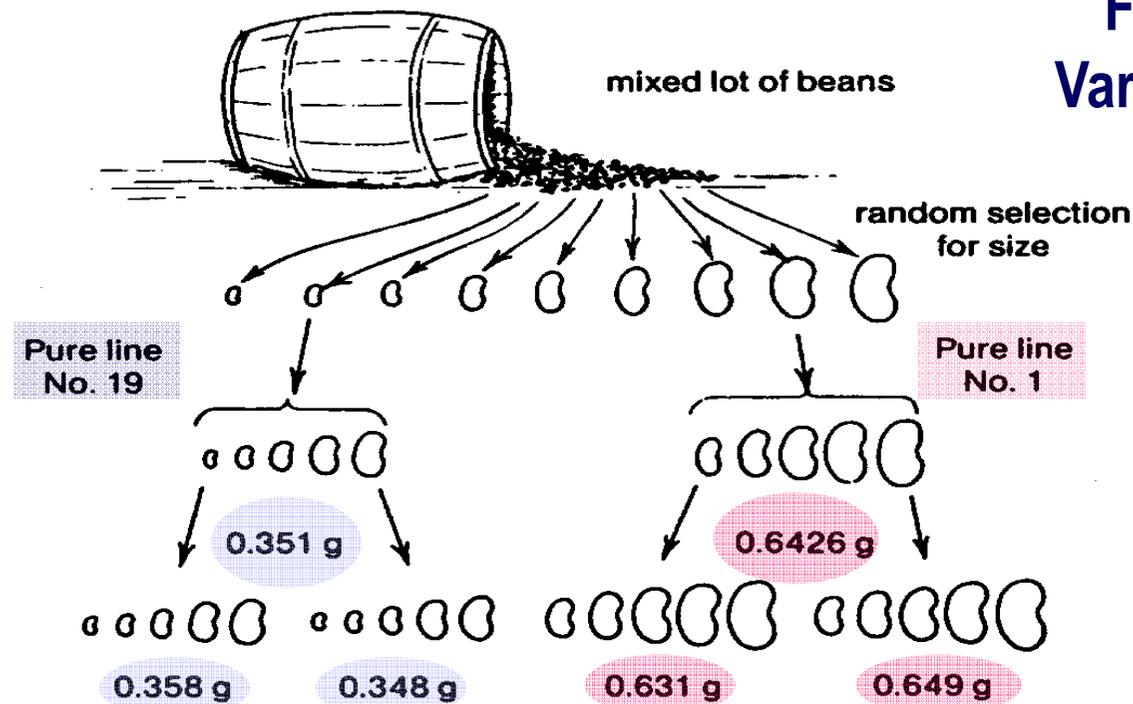
## Princípio do método:

- Escolha de linhas puras 'genearcas' (homozigóticas) com análise das suas descendências ...



# Experiências de Johansen (1926)

Feijoeiros  
Var. 'Princess'



**FIG. 4.3.** Pure line selection in beans. From a mixed lot of the 'Princess' bean, a pure line (Pure Line No. 1) was isolated that produced beans averaging 0.64 g in weight. Another pure line (Pure Line No. 19) produced beans averaging 0.35 g in weight. The average seed weights of progenies of beans selected from Pure Line No. 1 were similar to those of the parent line. Likewise, progenies of seeds selected from Pure Line No. 19 were similar to their parent line in average seed weight. This experiment demonstrated that a mixed population of a self-pollinated crop may be separated into pure lines inherently different, but that further selection within a pure line is ineffective in changing the genotype of the line.

# Seleccção genealógica

Estabelecimento  
da população  
segregante



**através de:**

- cruzamento simples
- cruzamento triplo
- híbrido em cadeia
- cruzamento convergente
- cruzamento retrógrado
- selecção recorrente

Autofecundação  
e aproximação  
à homozigocidade



**segundo as variantes:**

- *pedigree*
- *bulk*
- *single seed descent*
- *early generation testing*
- conjugação entre os 2 primeiros e/ou outros

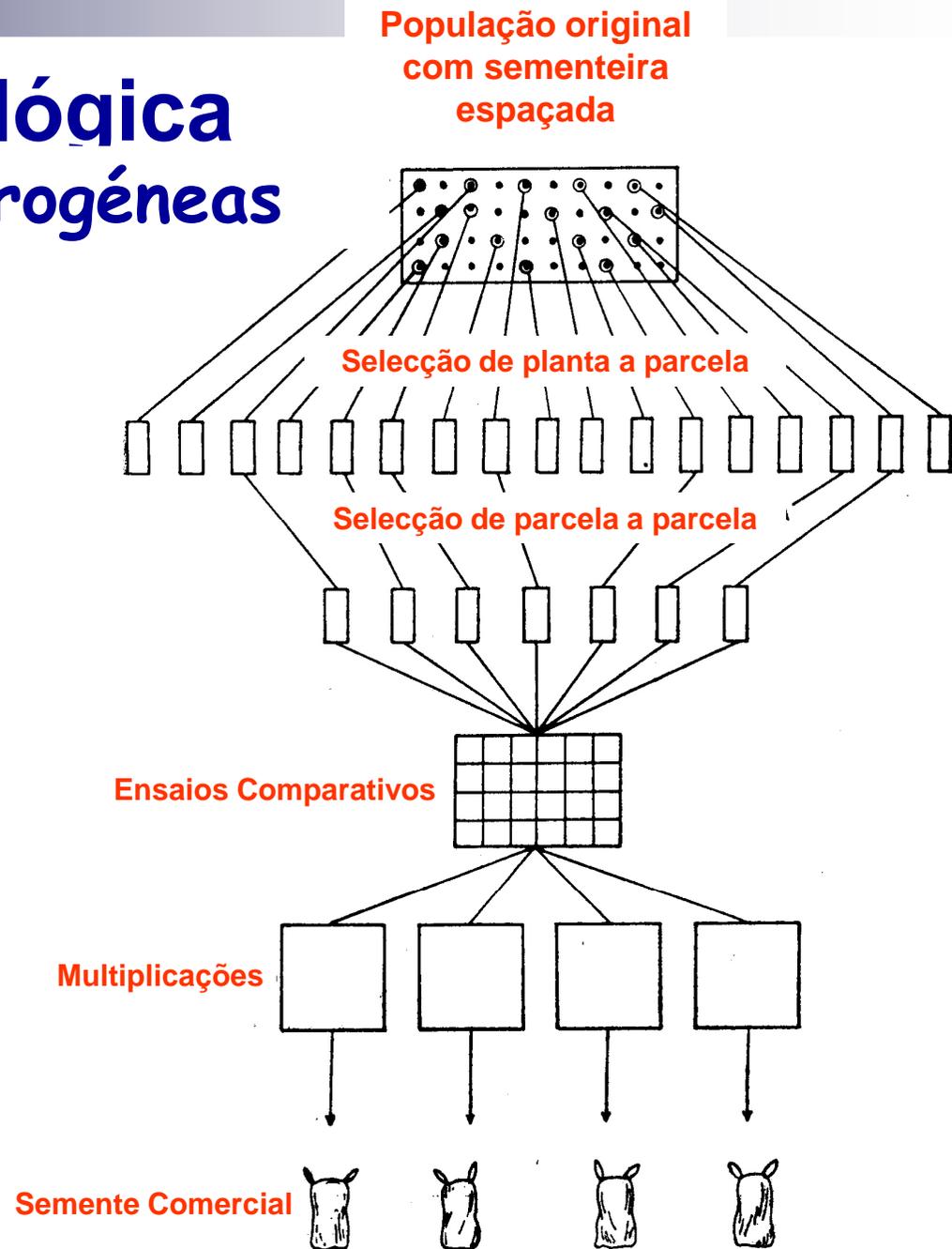
Avaliação agro-  
nómica das linhas



**através de ensaios comparativos  
de valor agrónomico, correntes**

# Seleccção genealógica em populações heterogéneas

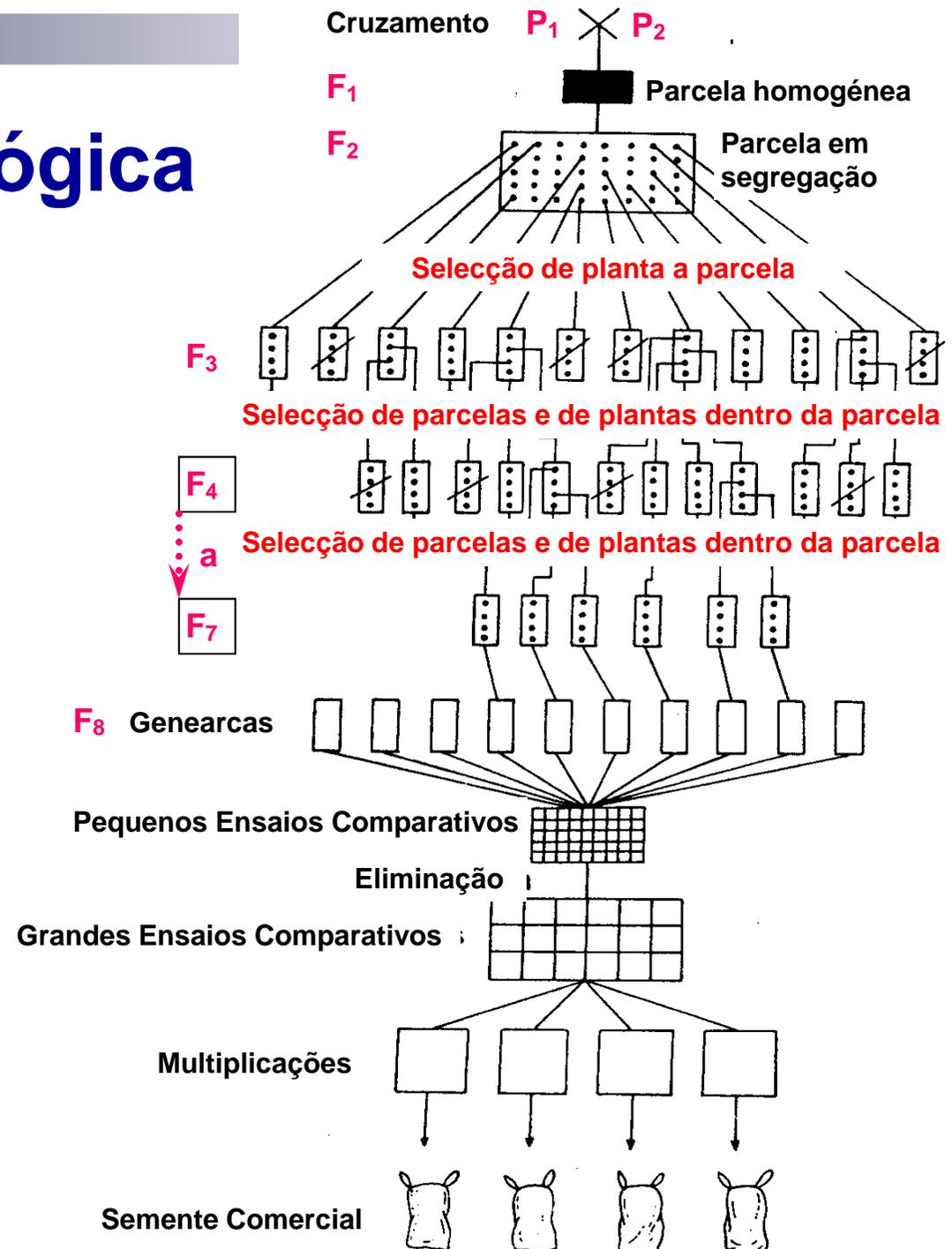
Metodologia da seleccção individual, dos descendências das linhas puras, duma população heterogénea em espécies autogâmicas



# Seleccção genealógica após hibridação

## - var. “pedigree”

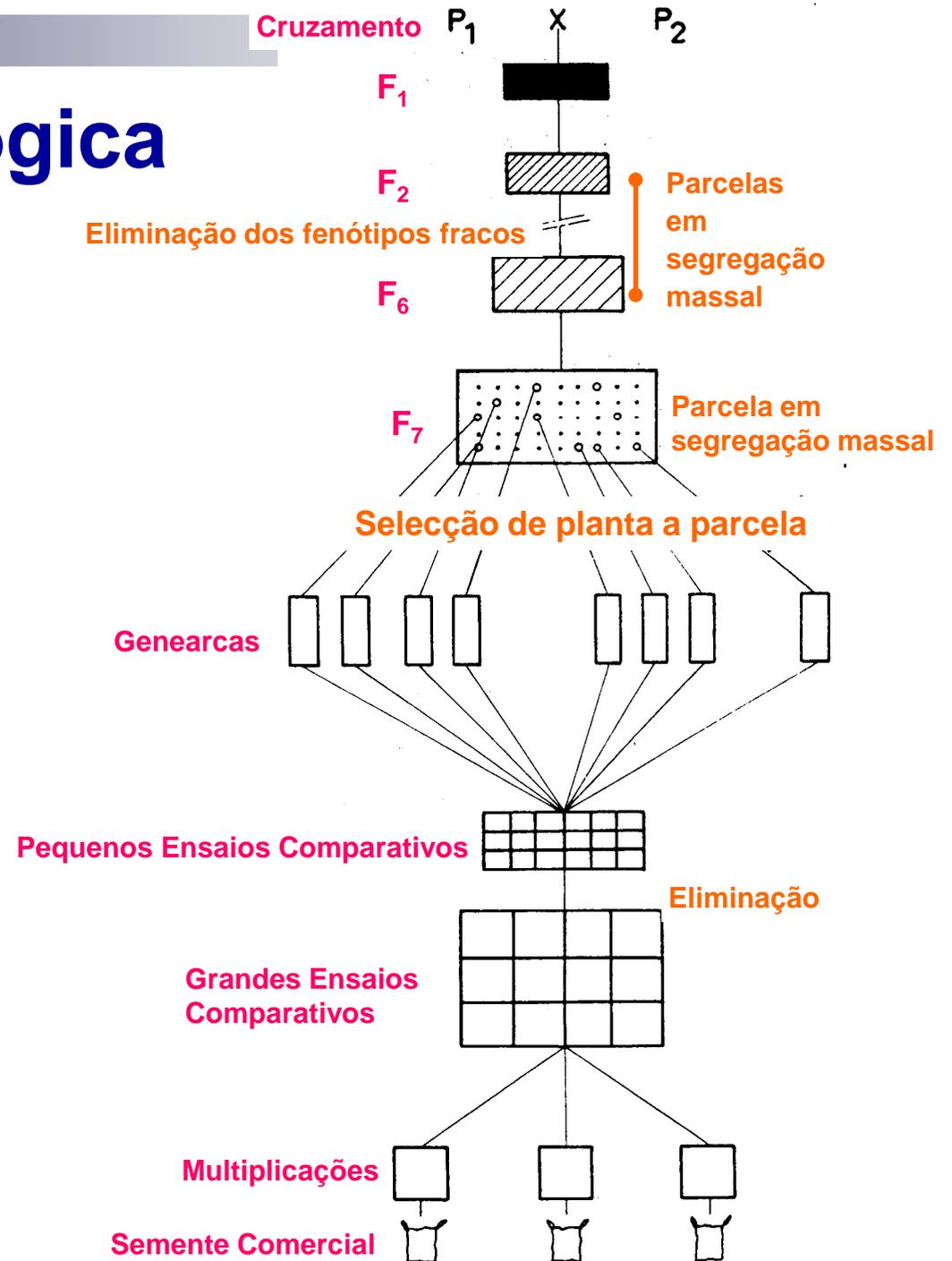
Metodologia selectiva no método pedigree em espécies autogâmicas



# Seleccção genealógica após hibridação

## - variante “bulk”

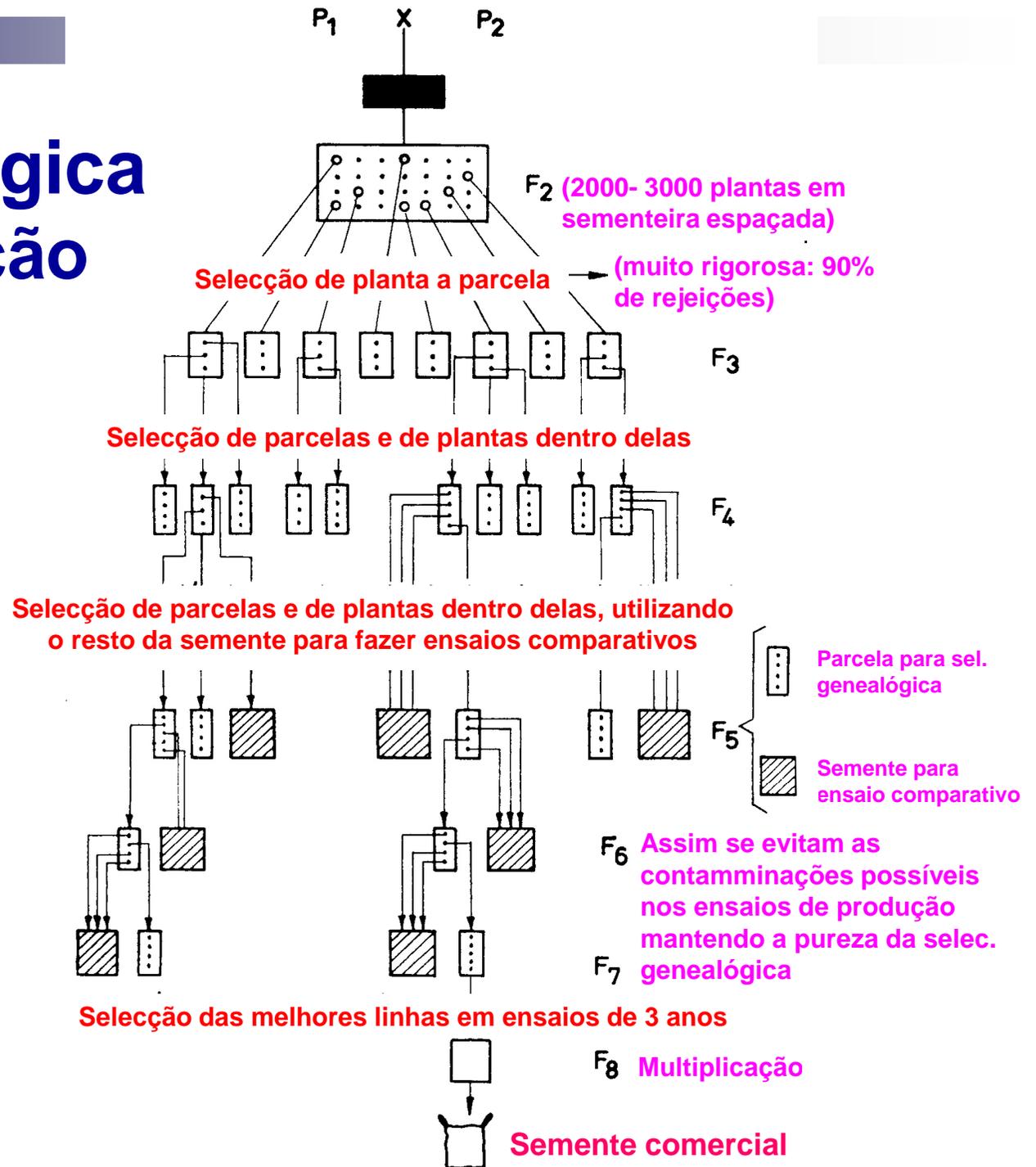
Metodologia selectiva no método “bulk” em plantas autogâmicas



# Sel. Genealógica após hibridação

## Metodologia com ensaios precoces

(Seg. Lupton e Whitehouse, 1957)



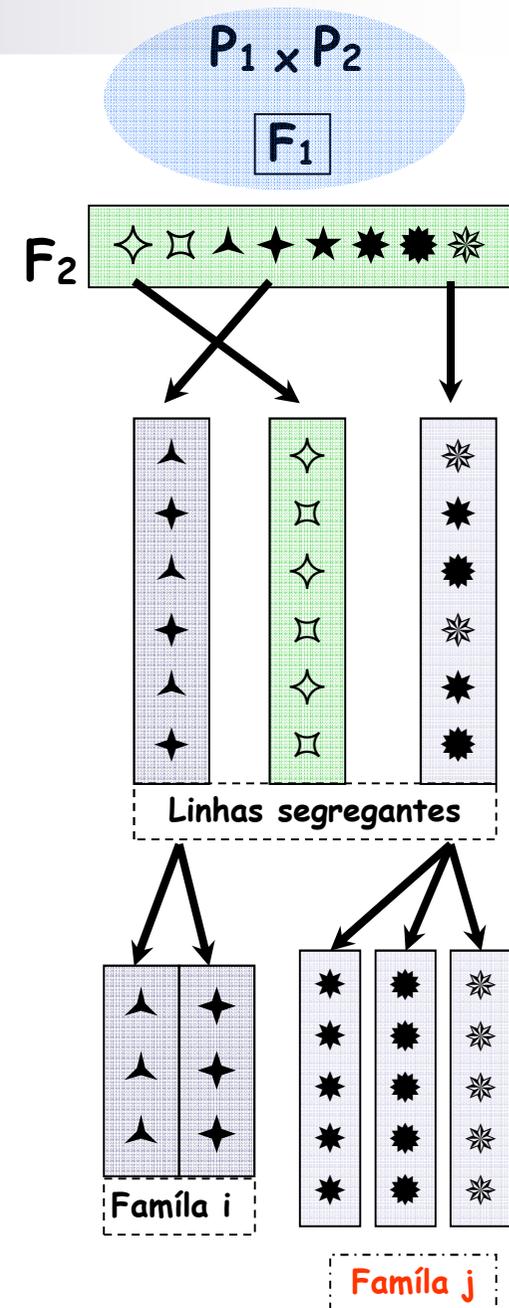
# Sel. Genealógica - Síntese

É usada durante as autofecundações praticadas nos dois tipos de culturas (autogâmicas e alogâmicas), para desenvolver as desejáveis linhas homozigóticas e homogêneas.

## Etapas:

1. A selecção é praticada nas plantas em  $F_2$ ;
2. A maioria das linhas desejáveis são escolhidas nas plantas  $F_3$  escolhidas dentro das linhas.
3. Seleccionar melhores: *famílias, linhas e plantas*.

Uma família é um grupo de linhas derivadas das plantas seleccionadas da mesma linha descendente, na geração precedente.





# Conceitos associados

- A selecção da  $F_2$  é baseada no critério:  
"que plantas produzem as melhores descendências"
- É mantido um registo de todas as relações entre uma planta e sua descendência.
- Nas gerações  $F_3$  e  $F_4$ :
  - a maioria dos *loci* homozigóticos e características das famílias tornam-se evidentes
  - Seleccionam-se as melhores plantas dentro das melhores famílias
- Nas gerações  $F_4$  e  $F_5$ :
  - A selecção quase que inteiramente ocorre entre famílias.



# Lembranças

A variabilidade aditiva entre linhas  $F_2 \gg F_3$  é maior da que é expressa, precocemente, dentro das linhas autogâmicas.

Consequências:

- Maximizar o nº de linhas  $F_3$  calculadas e eleitas em tantas famílias  $F_2$  quanto possível.
- Assim, deve ser mantido um registo rigoroso das relações entre linhas para evitar a selecção entre linhas muito relacionadas.

Variabilidade genética entre e dentro das linhas (sem selecção)

<b>Linhas</b>	<b>Entre</b>	<b>Dentro</b>
<b>F2:F3</b>	<b>1</b>	<b>1/2</b>
<b>F3:F4</b>	<b>1 1/2</b>	<b>1/4</b>
<b>F4:F5</b>	<b>1 3/4</b>	<b>1/8</b>
<b>F5:F6</b>	<b>1 7/8</b>	<b>1/16</b>



# Registos

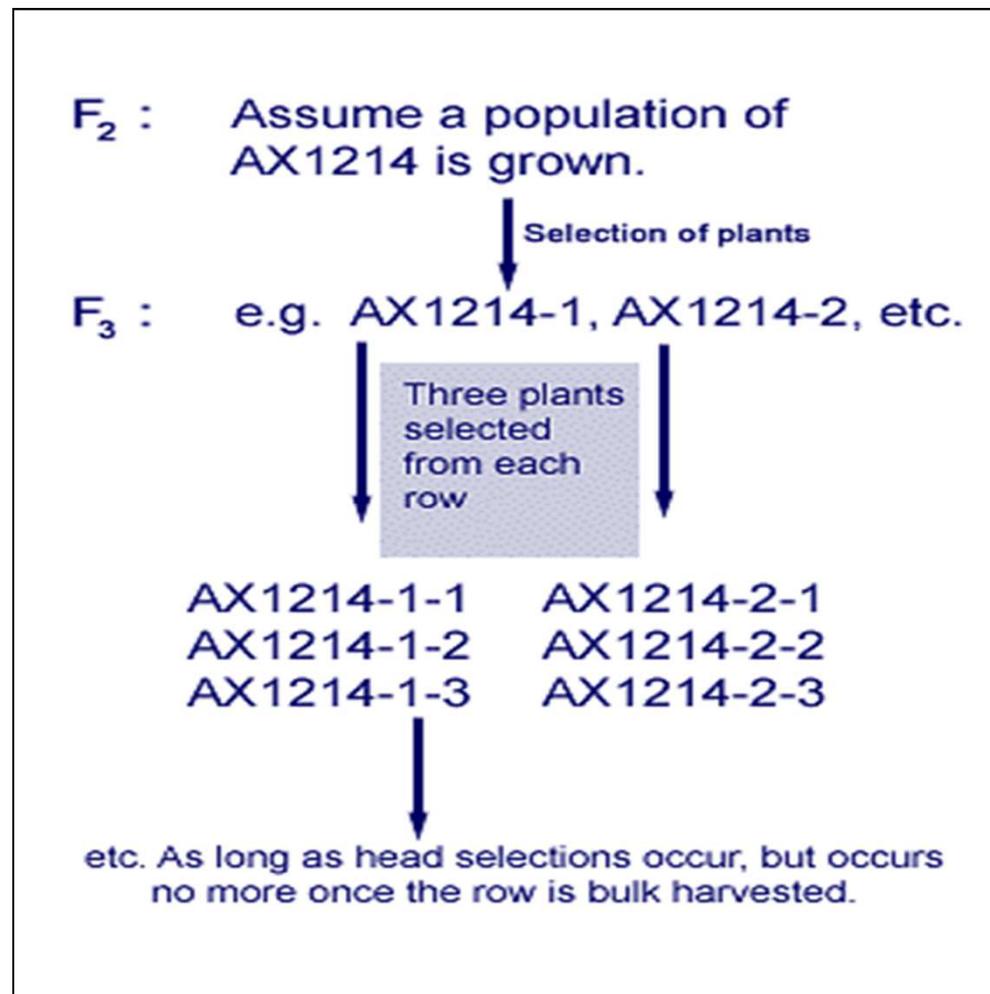
## **Tipos de Notas:**

- **Notas com as relações entre famílias;**
- **Registos de características que distingam as famílias.**

**Ambas ajudam a determinar se uma família deve ser continuada ou descartada**

**Os registos não são mantidos para recrear o mesmo genótipo, mas sim, para evitar que se seleccionem indivíduos relacionados ou com idêntico valor.**

# Registrar e Marcar





# Como fazer a Selecção?

- A selecção “pedigree” para ser efectiva requer uma heritabilidade adequada.
- A selecção é visual, mas pode ser distinta (ex. teor de proteína na semente).
- A selecção torna-se mais difícil com o aumento das características desejadas. (influências no nº de plantas e nas linhas mantidas)
- Deve existir um ambiente com uma pressão de selecção adequada.



# Avaliação do “pedigree”

## **Vantagens:**

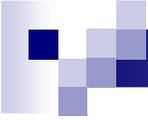
- **A selecção eficiente elimina linhas autogâmicas antes dos testes caros.**
- **A selecção feita em cada geração é feita em ambientes diferentes sendo expressão de uma variabilidade importante.**
- **Conhece a relação genética entre linhas para ajudar na selecção entre linhas e maximizar a variabilidade genética.**



# Avaliação do “pedigree”

## **Desvantagens:**

- Não pode ser usada em viveiros ou em estufa, durante muito tempo (para obter genótipos homozigóticos).
- Envolve grandes manutenções com registos (usar programas de computador ajuda).
- Exige pessoas treinadas com “perspicácia” ou com experiência de melhoramento.
- Requer mais terra e mão-de-obra que outros métodos.



# Comparação com o SSD

- **Seleção dentro das linhas e das famílias aquando da aproximação à homozigocidade (o que não acontece na SSD)**
- **Os registos ajudam as fazer as selecções, mas este processo *versus* SSD resulta em maior esforço e dura mais tempo.**
- **Tem mais testes nas gerações precoces e mais selecções visuais *versus* SSD.**



# Metodologia “bulk”

**E um procedimento para autofecundar um população segregante até se atingir a homozigocidade desejada.**

**Melhor adaptada para culturas para grão ou semente (ex. cereais e leguminosas), mas não em fruteiras ou outras hortícolas.**



# Etapas

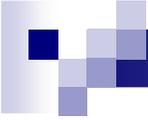
- **A geração  $F_2$  é semeada em grandes talhões para acumular milhares ou milhões de plantas.**
  - **A selecção natural desempenha papel fundamental na mudança das frequências genéticas.**
- **Os talhões são colhidos em conjunto “bulk”.**
- **O processo é repetido tanto vezes quantas as desejadas.**

Considerando a selecção natural ser importante no “bulk”, o melhorador tem que decidir onde deve cultivar a população.

**Muitas vezes é combinada com a selecção massal.**

i.é. precisa do ambiente com as condições desejadas de selecção natural.

A forças de selecção natural nem sempre modificam a frequência genotípica duma população num programa de melhoramento no sentido desejado.

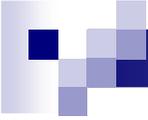


# Seleccção natural

**A sobrevivência num talhão em bulk depende:**

- 1. Do número de sementes (não do seu peso) que cada tipo produz.**
- 2. Da proporção das sementes de cada tipo, que atingem a maturidade e produzem descendência.**

**Estes dois factores acompanham o G, o E, e as subtis interacções G x E, que faltam noutros métodos.**



# Respostas teóricas à sobrevivência

## Tipo 1

Uma diferença impressionante na competitividade

=> **eliminação rápida dos tipos fracos mas eliminação lenta de um modo geral.**

## Tipo 2

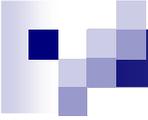
Diferenças pequenas de competitividade

=> **lenta eliminação dos tipos fracos e contínua lentidão geral.**

## Tipo 3

Competitividade intermediária

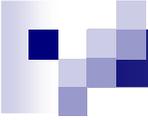
=> **lenta eliminação dos tipos fracos, mas depois uma eliminação mais rápida.**



**Harlan e Martini** cultivaram uma mistura de 11 variedades de cevada e multiplicaram em “bulk” a descendência durante 4 a 12 anos

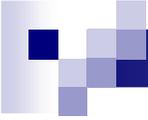
## **Descobertas & Conclusões**

- A selecção natural foi um factor poderoso que determinou a sobrevivência dos genótipos;
- A metodologia “bulk” não perpetuará necessariamente a alta produtividade e as descendências resistentes às doenças;
- "Intangíveis" medidas da sobrevivência podem medir outras características importantes;
- As medidas de superioridade dos melhoradores não são sempre inclusivas ou correctas.



# Efeitos da selecção natural

- A sobrevivência dos alelos competitivos não é aleatória, pois **tipos inferiores são também de inferior qualidade agrícola;**
- A uniformidade morfológica aumenta, mas a variabilidade (genética) não;
- O melhoramento rápido na capacidade produtiva aparece com uma autofecundação continuada.
- A altura da planta, maturidade e adaptação são rapidamente ajustadas;
- A proporção de selecções superiores aumenta ao longo das autofecundações.



# Aplicações práticas

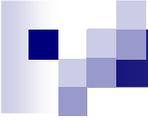
- Usar selecção artificial em associação com selecção em “Bulk”.
- Os tempos associados ao “Bulk” podem ser variados.
- É um modo barato de atingir a homozigocidade enquanto se espera por uma pressão de selecção adequada.
- Estender o bulk” até à  $F_6$  ou  $F_8$  uma vez que os melhoradores quando decidem não determinam factores de selecção subtis que sejam necessários.
- Ajustar taxas de sementeira de modo a que as plantas fiquem espaçadas e convenientemente separadas.
- Aumentar o nível de competitividade do campo (ex. programa de melhoramento do arroz).
- Eliminar plantas altas, folhosas e distanciadas na  $F_2$  e noutros “bulks”.



# Metodologia “bulk”

## **Vantagens:**

- **Um modo fácil de manter populações durante longos processos de autofecundação**
- **A selecção natural aumenta a frequência dos genótipos desejados**
- **Esta metodologia pode ser usada em associação com a selecção massal.**



# Metodologia “bulk”

## Desvantagens:

- As plantas de uma geração não são todas representadas na seguinte.
- As frequências genotípicas e a variabilidade genética não podem ser facilmente definidas.
- Não é adequada às selecções em estufas nem em viveiros de culturas fora-de-época.
- A selecção natural pode favorecer características indesejáveis



# Conclusões

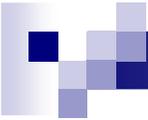
- **É um dos métodos de melhoramento mais flexíveis e mais fáceis de usar.**
- **É frequentemente modificado ou usado em combinação com outros métodos.**
- **Literalmente todas os programas de melhoramento de pequenos grãos usam-no em muitas ocasiões temporais (dependendo da tendência do melhorador).**



# “Single Seed Descent”

O que é?

- A descendência duma semente única “SSD” é outro método de selecção genealógica em populações segregantes.
- A SSD é especialmente bem adaptada para condições de estufa e em viveiros para culturas fora de época.
- Pode ser usada quer em culturas autogâmicas quer em alogâmicas



# Descendência de semente única

## Conceito introduzido por G.H.Goulden (1939):

O seu programa de melhoramento de trigo tinha dois aspectos:

- ***Desenvolvimento de linhas\****
- ***Seleccção entre linhas puras\****

\*Quando os resultados são combinados somente é possível uma geração por ano



# Conceitos associados

A SSD separa o desenvolvimento de linhas puras (homozigocidade) da selecção entre linhas.

Tem mais que uma geração por ano (em câmaras de crescimento, estufas, ou em viveiros com cultura fora-de-época), mantendo a variação genética com um mínimo de esforço.



## **Mínimo Esforço**

- **Pouca atenção é prestada à qualidade da semente produzida.**
- **Há uma influência mínima da selecção natural.**
- **As condições de cultura, mesmo assim, ajudam a limitar a produção de semente por planta.**



# Variações do método

## **Simples:**

**Descendência duma infrutescência:**

Uma espiga ou um pequeno conjunto de sementes duma infrutescência é colhido da cada  $F_2$  e semeada em “montículos”

Assim assegura-se que cada planta  $F_2$  terá descendência representada em cada geração de autofecundação (descendência mantida em “amontoa”)

## **Múltiplo:**

**Semente, SSD Modificado, ou Bulk-Vagem:**

Várias sementes ou uma vagem são colhidas em cada planta. Uma é semeada e as outras são guardadas.

Assim temos um seguro contra a falta de germinação das sementes.



# Múltiplas sementes ou “Bulk-vagem” (Soja)

## **Etapas:**

1. 250 sementes  $F_2$  de uma população são semeadas nos trópicos (ex.:Porto Rico). Uma vagem com sementes é colhida por planta.
2. 250 sementes  $F_3$  são semeadas em Porto Rico e as remanescentes conservadas. Uma vagem com sementes é colhida por planta.
3. 250 sementes  $F_4$  são semeadas em linhas individuais na zona temperada (ex.:USA, depois da selecção). **Etapas 1-3 ocupam 1 ano.**
4. Linhas  $F_4:F_5$  são avaliadas para a produção em vários locais e em vários anos.



## Efeitos da procedimento SSD (alta densidade) nas características:

### **No tamanho da semente no trigo**

- Usando sementes de vários pesos na selecção por descendência de semente única, não resulta semente mais leve na população resultante.
- Outro estudo concluiu que é desejável afrouxar a competição para não se eliminar genótipos desejados.

### **Nas características da Soja**

**Sementeiras de alta densidade alteram significativamente as frequências genóticas para características qualitativas e quantitativas.**



# Comparações

**Tem Vantagens face “pedegree” e “bulk”:**

- 1. Modo fácil de manter populações durante as autofecundações.**
- 2. A selecção natural não influencia as populações a não ser que os genótipos difiram quanto à sua capacidade para produzir semente viável.**
- 3. Bem adaptado às estufas e viveiros para culturas fora-de-época.**



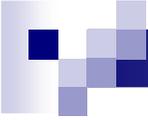
# Há diferenças contra o “Bulk”

No “bulk” O limite da variância genética é basicamente entre linhas.

Na “SSD” o limite (ou preocupação pelo limite) da variância genética é dentro das linhas.

**No entanto...**

a maioria dos estudos mostraram maior variância entre linhas do que dentro delas e isto aumentará com a autofecundação.



# Comparando SSD c/ o Bulk

## Desvantagens

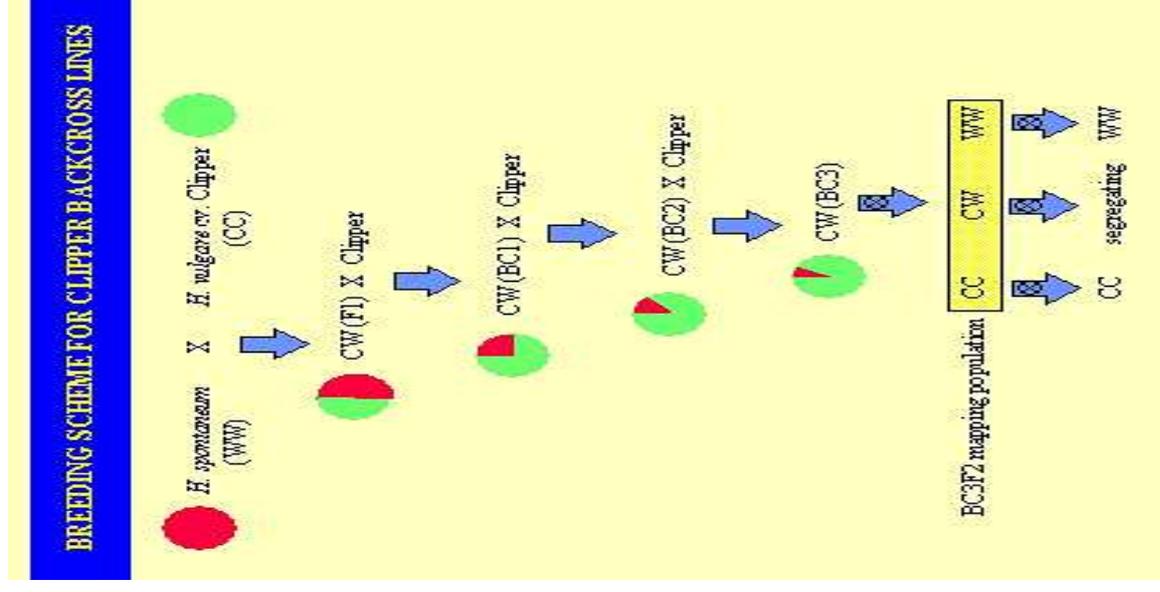
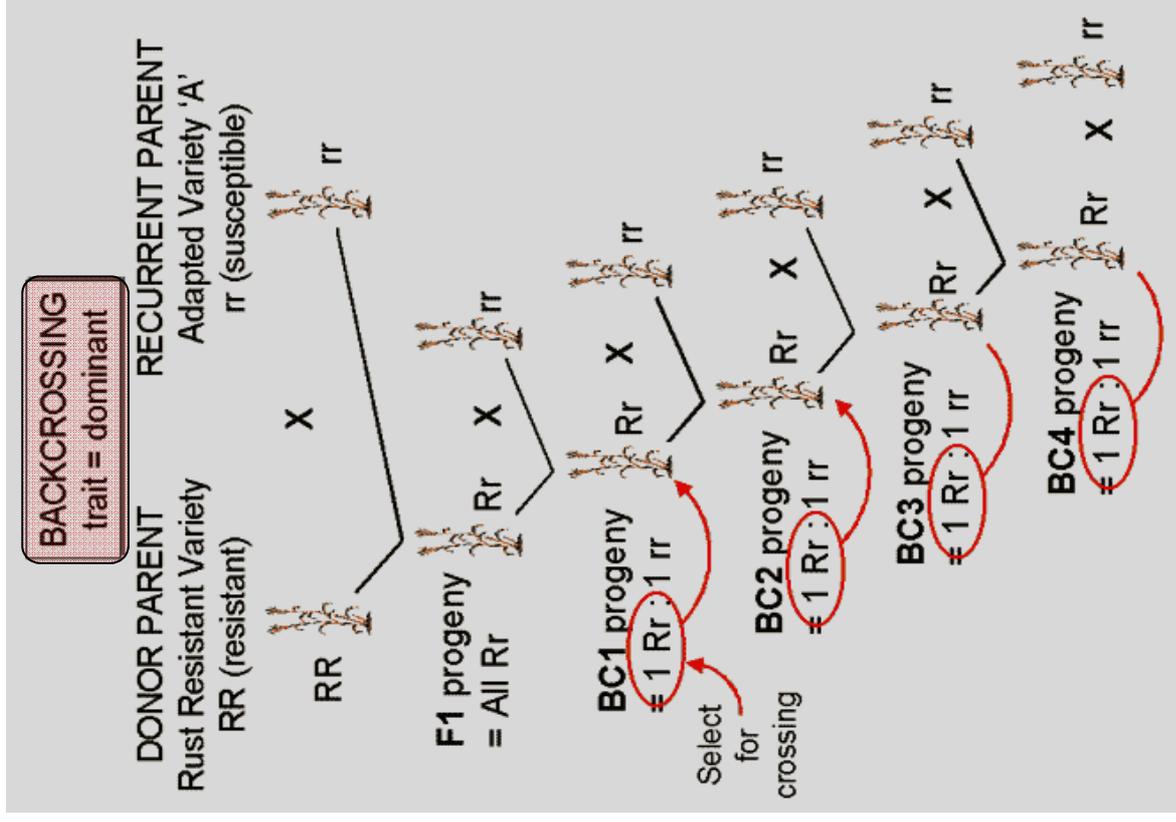
1. Qualquer selecção artificial é baseada, somente, no fenótipo da planta.
2. A selecção natural pode não influenciar as populações do um modo positivo

## Da comparação ressalta ainda:

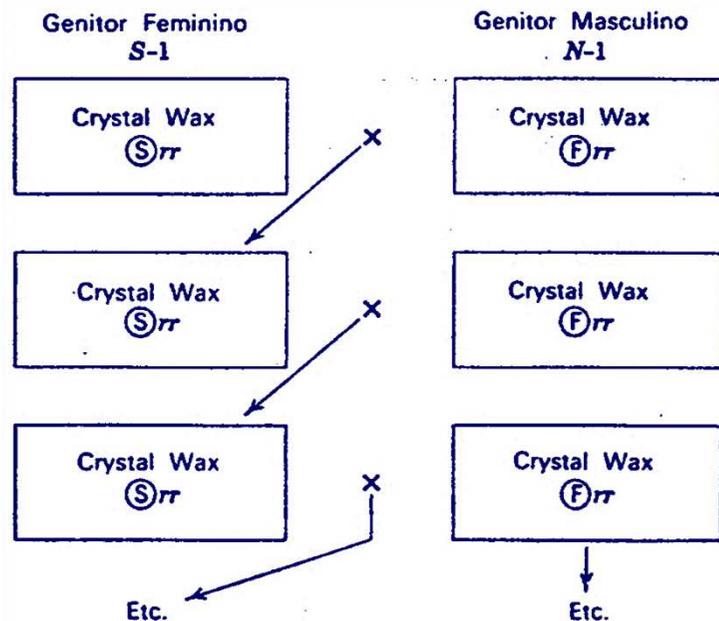
- Não existência de selecção natural
- Requer menos espaço
- Muito provavelmente avança mais rápidamentee para a homozigocidade.

- 
- **O maior impedimento da SSD é uma exploração demasiado estreita da  $F_2$** 
    - **Apesar de cada indivíduo estar representado, somente uma semente amostra a base genética das plantas  $F_2$ .**
  - **Que acontece se somente uma linha superior for eleita de um único progenitor?**
    - **Eleger mais que uma semente pode ultrapassar este problema em alguma extensão.**
    - **A SSD separa perfeitamente autofecundados das componentes de selecção (mantém a variação  $F_2$ ).**

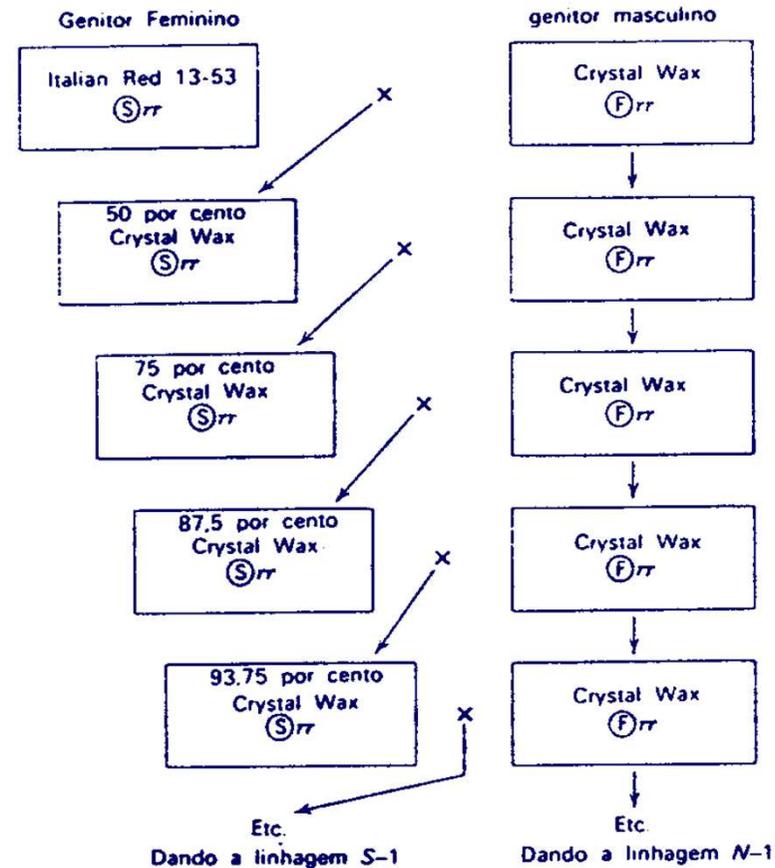
# Retrocuzamento



# Back-crossing

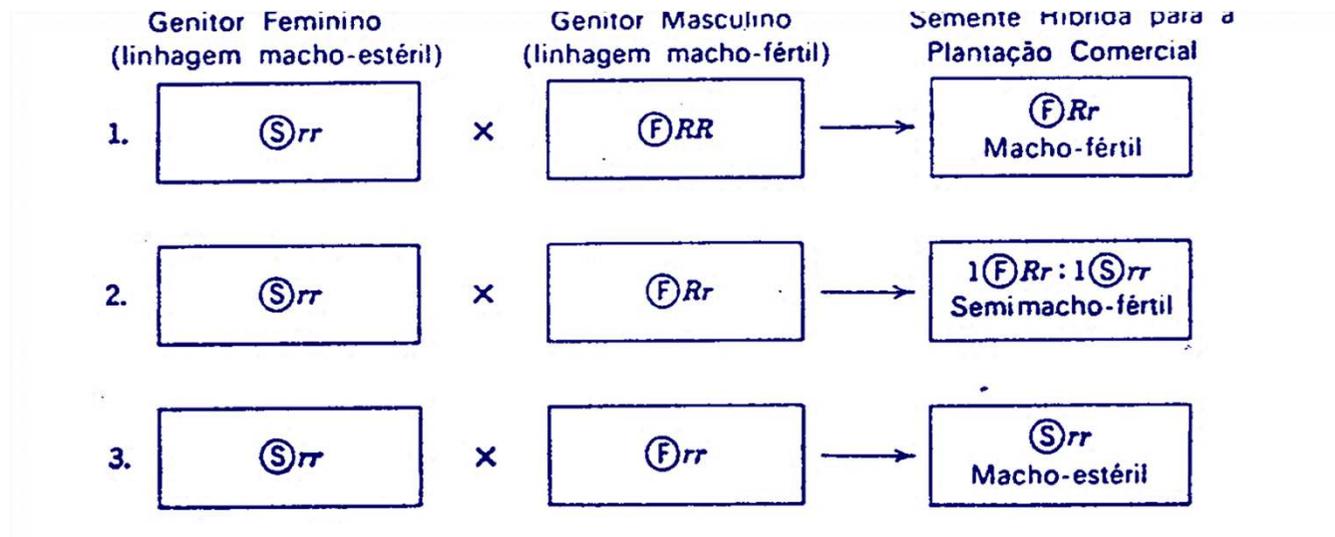


Método para perpetuar as linhagens androestéreis da variedade *Crystal Wax*



Método de obtenção de linhas androestéreis de *Crystal Wax* a partir da variedade androestéiril *Italian-Red 13-53*; é mostrada a proporção com que os genes de *Crystal Wax* são incorporados na linha androestéiril, por retrocruzamento. (Segundo Jones e Davis, 1944.)

# Uso na androesterilidade



Método de produção de semente híbrida para plantação comercial. Os três métodos são adequados para plantações quando o produto comercial é uma parte vegetativa da planta. Se o produto comercial é a semente, só é adequado o método um.