



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA
LGN0313 – Melhoramento genético

Aula 12 – Melhoramento de Alógamas II



Prof. Michele Jorge Silva Siqueira

1º semestre de 2023

Sumário

- Introdução;
- Híbridos
- Seleção Recorrente;
- Literatura.



Híbridos

Os híbridos são resultantes do **cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos**, visando à utilização prática da **heterose**. São **heterozigóticos e homogêneos** e principalmente utilizados em **espécies alógamas**.



Tipos de híbridos:

- Híbridos simples;
- Híbridos triplos;
- Híbridos duplos.

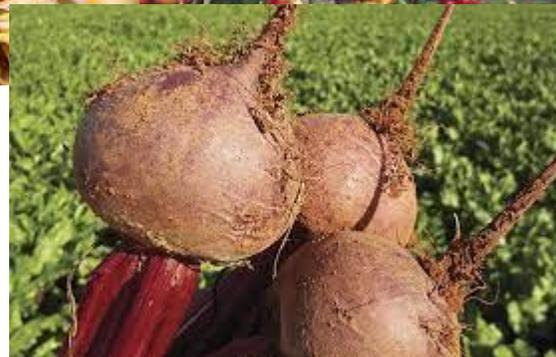
Demandam alta tecnologia.

O saco de 60.000 sementes normalmente é suficiente para o plantio de um hectare.

Híbridos

Atualmente são produzidas sementes híbridas em várias outras espécies como:

Milho, arroz, cebola, sorgo, repolho, tomate, pimentão, berinjela, beterraba e algumas cucurbitáceas.



Tipos de Híbridos

Híbrido simples (HS): Este tipo de híbrido resulta do cruzamento entre duas linhagens puras

Híbrido Simples

$L_1 (A_1A_1) \times (A_2A_2) L_2$



$F_1 (A_1A_2)$

Um genótipo por loco

Tipos de Híbridos

Híbrido simples (HS):

- É indicado para sistemas de produção que utilizem alta tecnologia, pois possui maior potencial produtivo;
- É também mais caro dos híbridos;
- Apresenta maior uniformidade de plantas e espigas do que os demais híbridos;
- Mais utilizado na produção comercial, apesar do alto custo das sementes.

Tipos de Híbridos

Híbrido triplo (HT): O híbrido triplo é obtido a partir do cruzamento entre uma linha pura e um híbrido simples.

Híbrido Triplo

$L_1 (A_1 A_1) \times (A_1, A_1,) L_2$



$A_1 A_1, \times (A_2 A_2) L_3$



$F_1 (A_1 A_2; A_1, A_2)$

Dois genótipos por loco

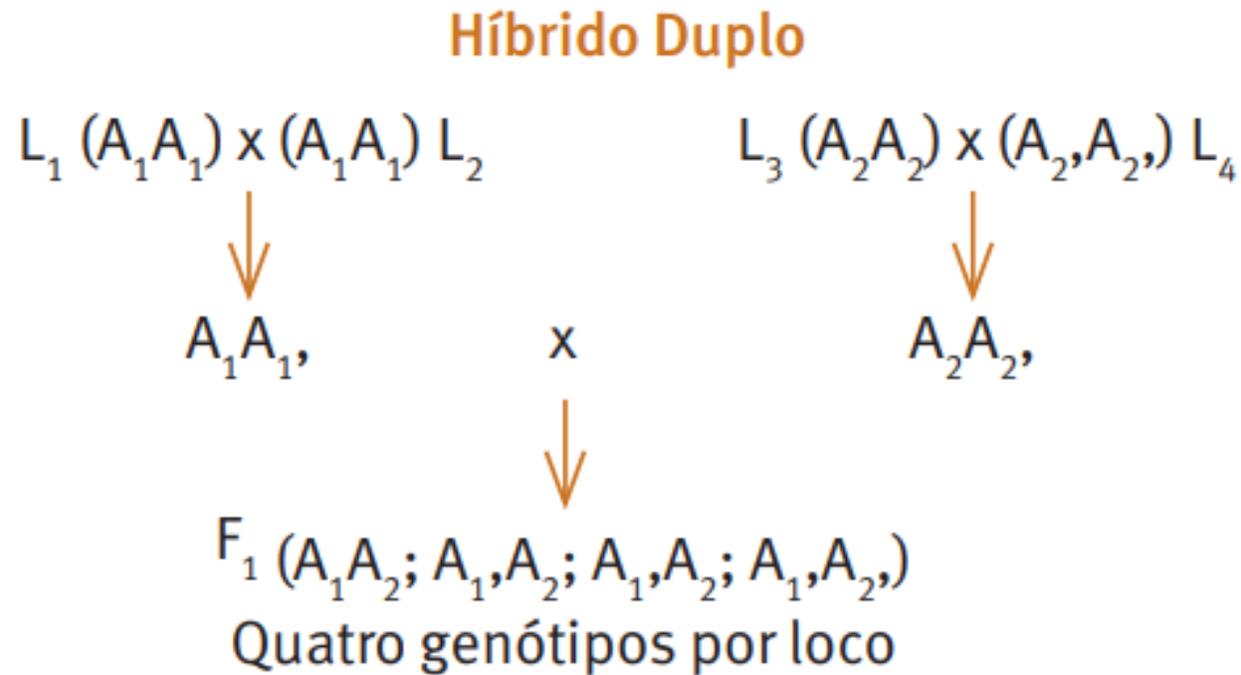
Tipos de Híbridos

Híbrido triplo (HT):

- São indicados para produtores com média a alta tecnologia;
- São bastante uniformes e com potencial produtivo intermediário entre os híbridos simples e duplos;
- O custo da semente e de produção também é menor que o simples e mais caro que o duplo.

Tipos de Híbridos

Híbrido duplo (HD): Resulta do cruzamento entre dois híbridos simples



Tipos de Híbridos

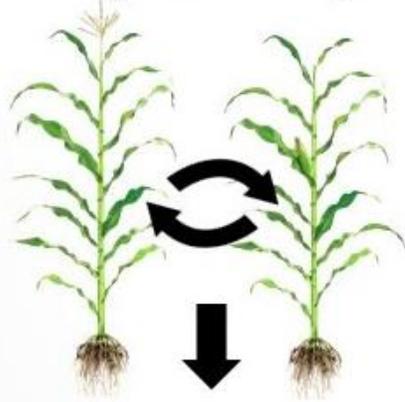
Híbrido duplo (HD):

- Indicado para produtores com média tecnologia;
- Foi rapidamente aceito pelos produtores, pois aliou aumento de produtividade (dada pela heterose) a custos de produção suficientemente baixos;
- Maior heterogeneidade (variabilidade genética), que resulta em maior estabilidade de comportamento.

Tipos de Híbridos

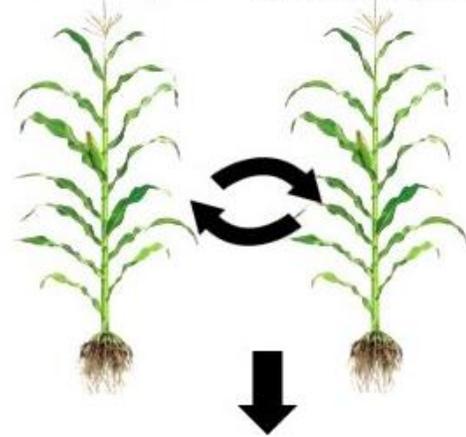
HÍBRIDO SIMPLES

Linhagem X Linhagem Y



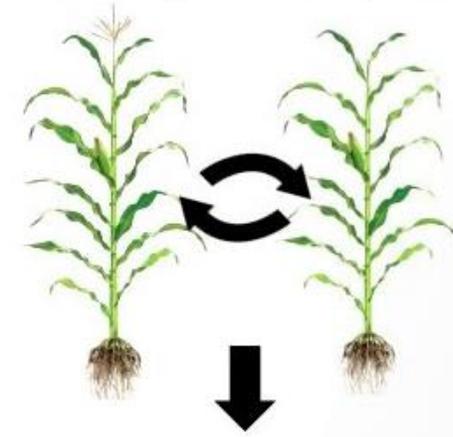
HÍBRIDO DUPLO

Híbrido Simples Híbrido Simples



HÍBRIDO TRIPLO

Híbrido Simples Linhagem X



Histórico dos híbridos de milho



Shull, George Harrison (1874-1954)

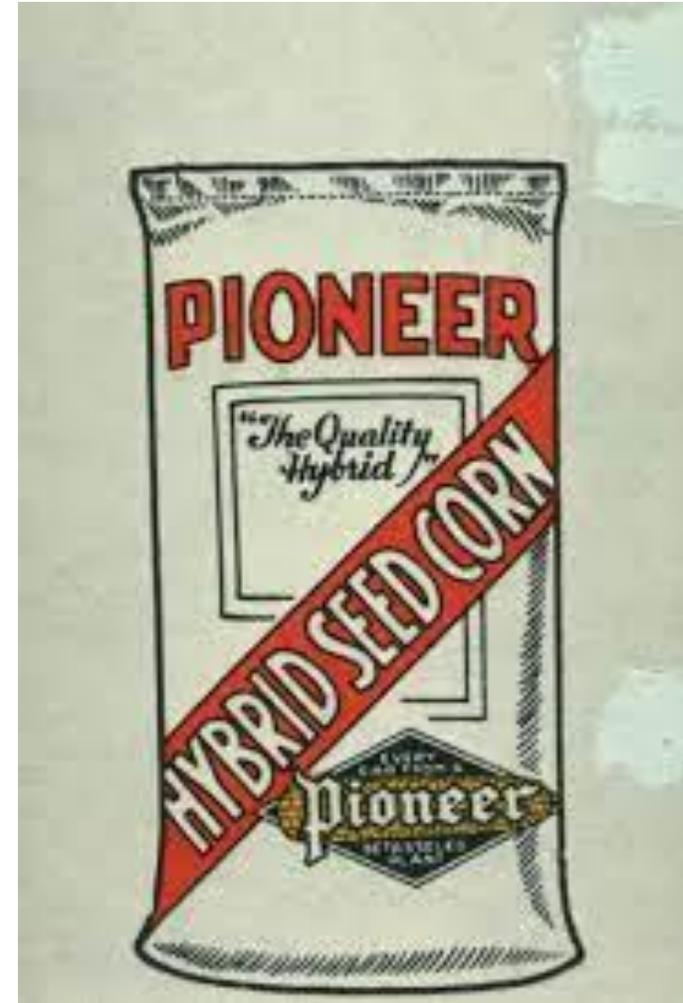
Histórico dos híbridos de milho

- Shull (1908a) propôs o uso comercial dos híbridos simples de milho.
- Porém, três foram os principais motivos do insucesso da adoção dos híbridos simples pelos produtores:
 - 1) As sementes dos híbridos eram de custo excessivamente elevado;
 - 2) As sementes dos híbridos apresentavam endosperma reduzido e tegumento rugoso, sendo, portanto, de aspecto visual ruim;
 - 3) O vigor manifestado pelos híbridos disponíveis não era compatível com o maior custo das sementes dos híbridos.

Histórico dos híbridos de milho

- Uma solução para os problemas enfrentados pelo híbrido simples foi proposta por Jones (1918), que sugeriu a utilização comercial dos híbridos duplos.
- Em 1926, após a publicação dos trabalhos de Jones (1918), **Henry A. Wallace** criava a **Pioneer Hi-Bred Corn Company**, que viria a ser a maior empresa de desenvolvimento e produção de sementes dos híbridos no mundo, com sede em Johnston, Iowa (EUA).
- A partir de 1960 a melhoria da tecnologia de produção do milho (fertilizantes, pesticidas, etc) viabilizou a utilização de HS pois aumentou a produção das linhagens.

Histórico dos híbridos de milho



<https://www.usubc.org/site/member-news/a-brief-summary-of-pioneer-history-on-the-90th-year-of-its-foundtion>

Histórico dos híbridos de milho no Brasil

- 1932 - Primeiro programa de melhoramento de milho no IAC - autofecundação de variedades locais;
- 1935 - Drummond e Secundino iniciaram o programa de melhoramento de Milho de Viçosa: fundadores da AGROCERES;
- 1939 - Primeiro HD obtido pelo IAC - produzia 50% a mais em relação às variedades locais;
- 1961 - ESALQ realizou diversos estudos de melhoramento populacional utilizando seleção recorrente;

Variedades de Polinização Aberta (VPA) ou Variedades

Conjunto de genótipos (plantas) que possuem características próprias bem definidas e sofrem acasalamento ao acaso – mantêm suas características.

São heterozigóticos e heterogêneos

▪ Quem utiliza ?

Pequenos produtores com pouco capital e baixa tecnologia;

▪ Vantagens:

- Semente com baixo custo;
- Menor sensibilidade aos efeitos ambientais;
- Possibilidade de produção da própria.

Tipos de cultivares e características

Genótipo	Produtividade	Uniformidade	Estabilidade	Custo
HS	++++	++++	+	++++
HT	+++	+++	++	+++
HD	++	++	+++	++
Variedade	+	+	++++	+

+ = Intensidade

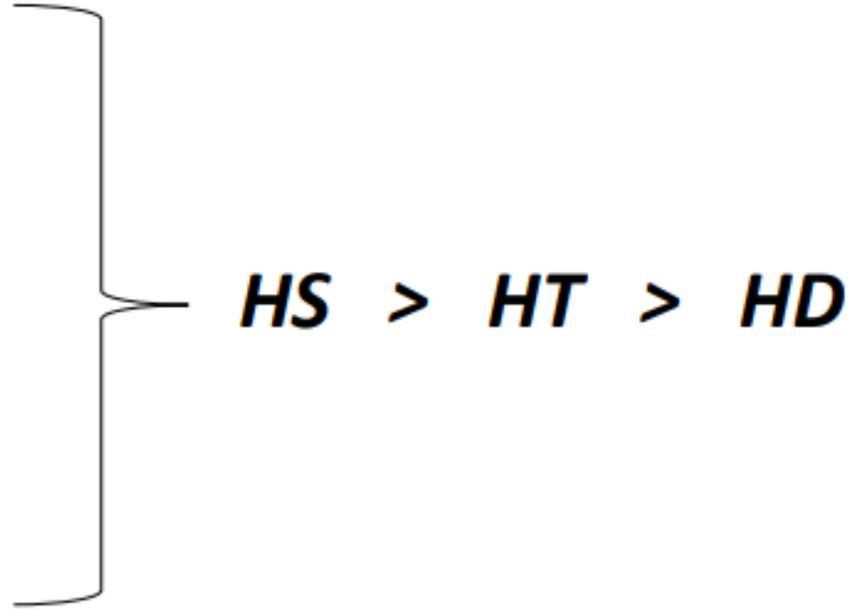
(Fonte: Carvalho *et al.*, 2003).

Tipos de cultivares e características

- Produtividade

- Uniformidade

- Custo



Pergunta

Um agricultor adquiriu um híbrido de milho, plantou e colheu boas sementes. Ele deseja plantar os grãos colhidos visando economia de custos em sua fazenda. Esse procedimento do agricultor está correto?



Resp. Os híbridos só têm alto vigor e produtividade na primeira geração (F1), sendo necessária a aquisição de sementes híbridas todos os anos, caso o agricultor queira manter o mesmo nível de produtividade. Se os grãos colhidos forem semeados, o que corresponde a uma segunda geração (F2), dependendo do tipo do híbrido, haverá redução de 15% a 40% na produtividade, devido à perda de vigor e à grande variação entre plantas.

Escolha do híbrido de milho

- Objetivo: Silagem, grãos, milhos especiais (milho doce, pipoca ou milho branco);
- De acordo com a adaptação ambiental;
- Estabilidade e produtividade;
- Resistência às principais doenças;
- Ciclos (Precoce, superprecoce, tardios);
- Qualidade do colmo e raiz (acamamento);
- Textura grãos: duro (*Flint*) ou dentados (*Dent*).

Seleção Recorrente

Seleção recorrente é um método para melhoramento de populações designado para **aumentar gradativamente a frequência de alelos favoráveis** para características quantitativas, por meio de **repetidos ciclos de seleção, sem reduzir a variabilidade genética.**

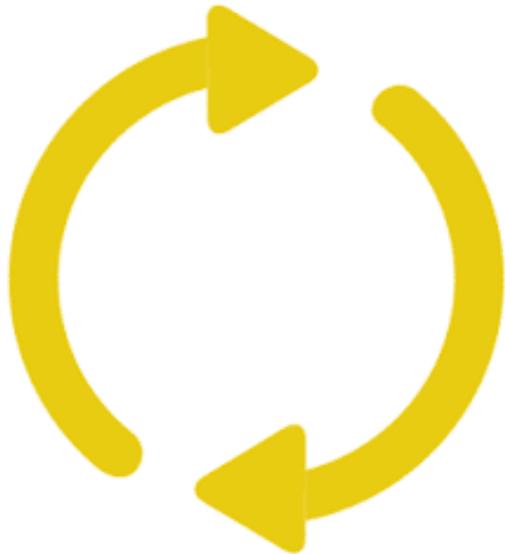
- Originalmente proposta há mais de 70 anos por Jenkins (1940).



Seleção Recorrente

O que significa recorrente?

Significa repetir os mesmos procedimentos após cada ciclo de seleção, tornando o processo de **acumulação dos alelos favoráveis um processo contínuo** e deslocando-se a média por meio dos ciclos de seleção.



recorrente

recorrente

1. que recorre; que volta a aparecer, a acontecer, a ser feito
2. que se repete com frequência; frequente

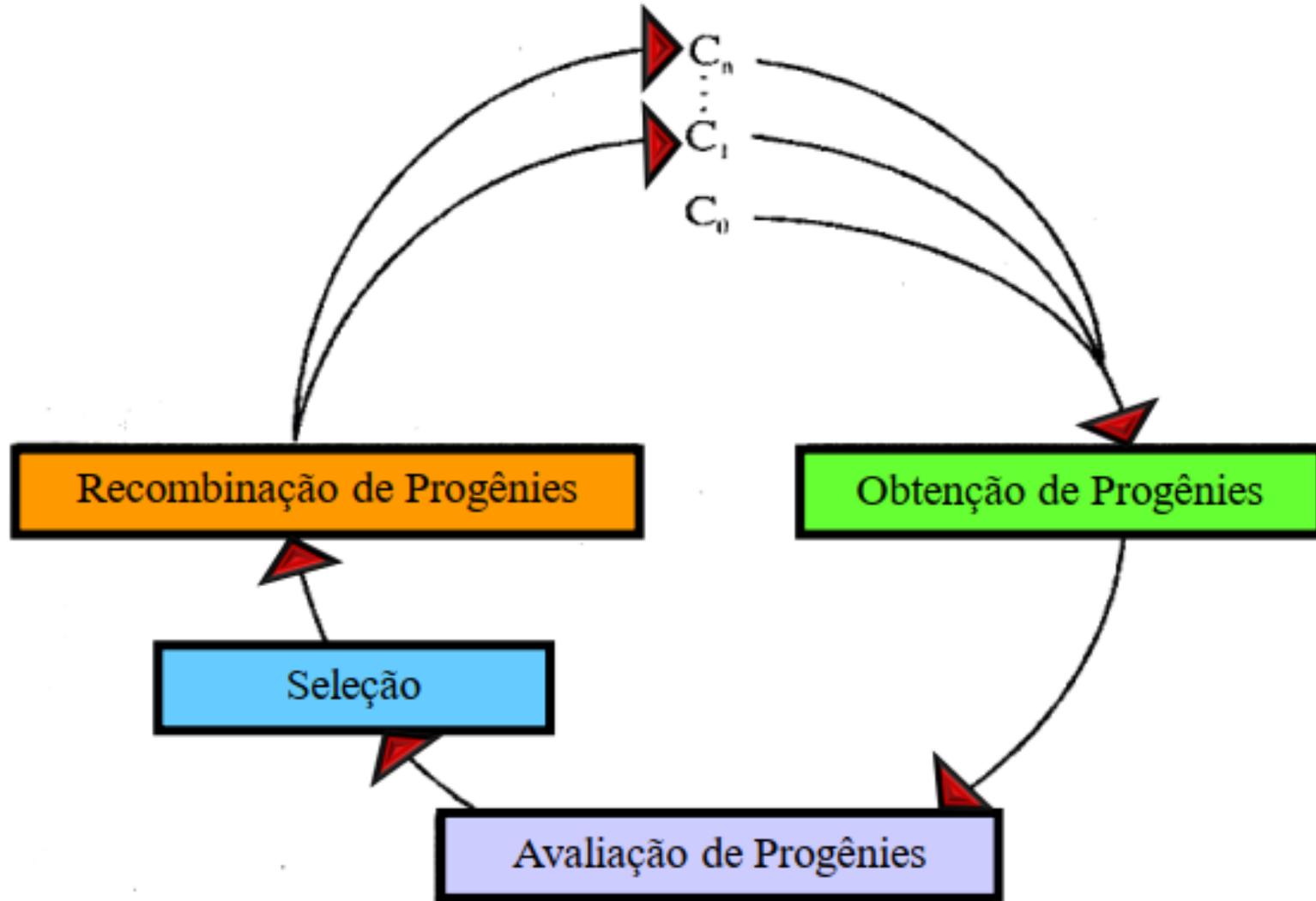
Seleção Recorrente

Envolve as etapas:

- (i) obtenção de progênies;
- (ii) avaliação de progênies;
- (iii) seleção de progênies;
- (iv) recombinação das progênies superiores para formar a geração seguinte.

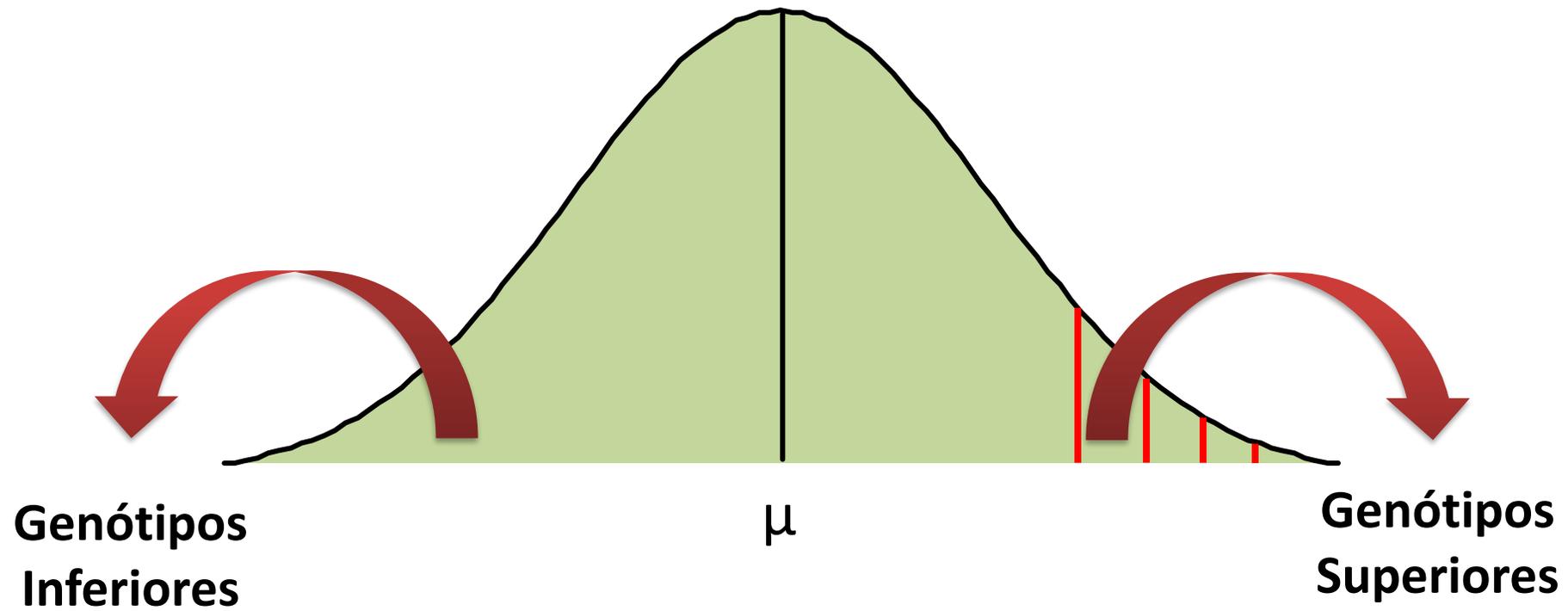


Seleção Recorrente

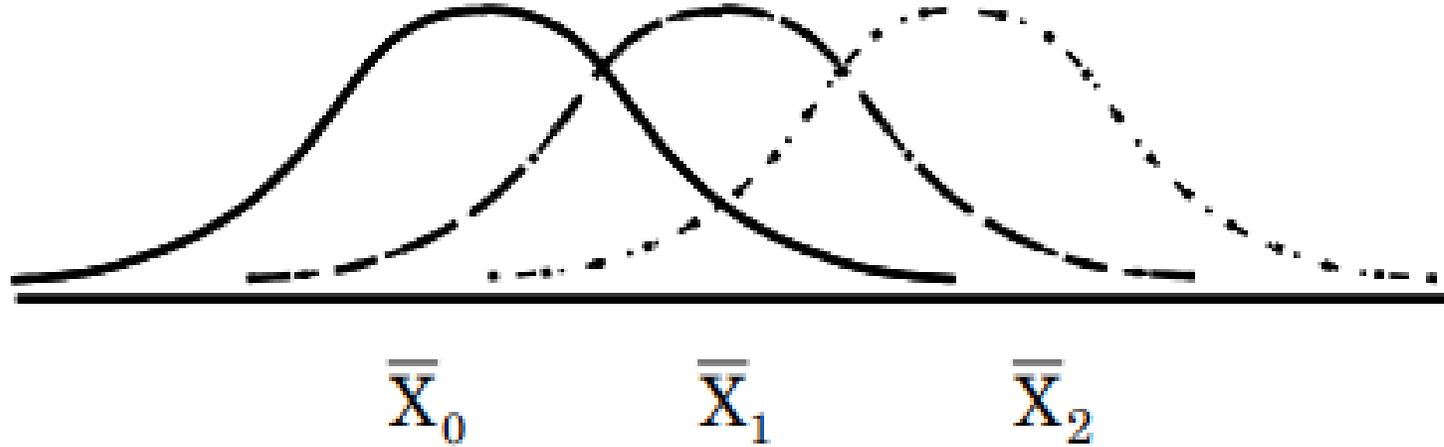


Seleção Recorrente

População



Seleção Recorrente



$$(\bar{X}_2 > \bar{X}_1 > \bar{X}_0)$$

$$(\sigma^2_{C_0} = \sigma^2_{C_1} = \sigma^2_{C_2})$$

- Genótipo superior: extraído da população.
- População base: aliar média alta e variabilidade.

Aumento da frequência de alelos favoráveis

Genótipos	C_0	C_1	C_3	...	C_n
$f(AA)$	0,16	0,39	0,53	...	1,00
$f(Aa)$	0,48	0,47	0,39	...	0,00
$f(aa)$	0,36	0,14	0,08	...	0,00

Alelos	C_0	C_1	C_3	...	C_n
$f(A)$	0,40	0,625	0,725	...	1,00
$f(a)$	0,60	0,375	0,275	...	0,00

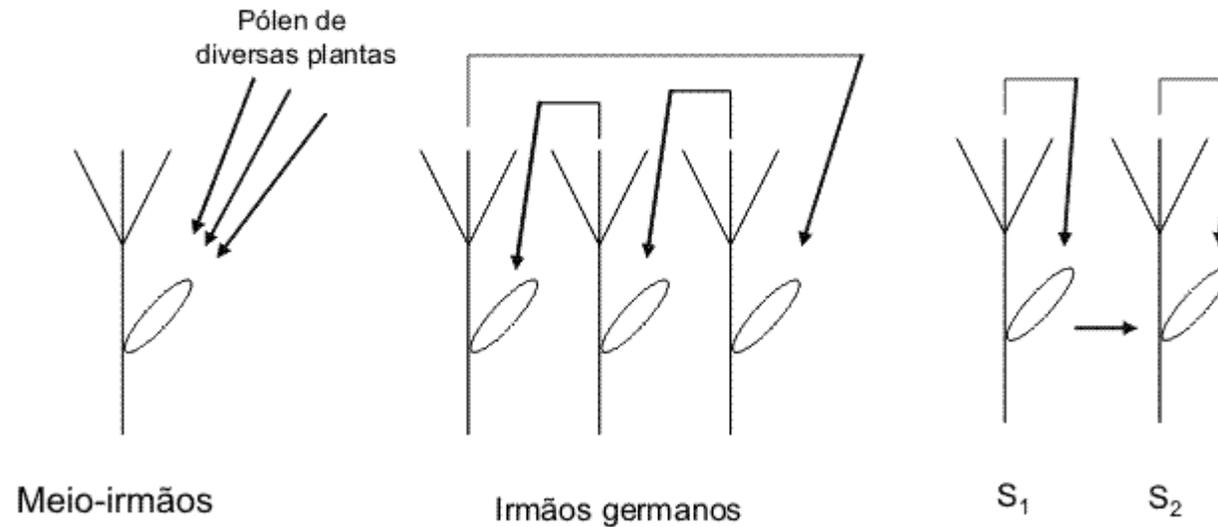
Aspectos importantes da Seleção Recorrente

- Objetivos a longo prazo;
- Longo tempo para fechar um ciclo;
- Características quantitativas;
- Mais utilizado em alógamas;
- Usada para a melhoria de:
 - VPA ou linhagens em autógamias (intrapopulacional)
 - Híbridos (interpopulacional)

Etapas da Seleção Recorrente

- **Fase 1: Obtenção das Progênies**

Modos de obtenção de diferentes tipos de progênies



Etapas da Seleção Recorrente

- **Fase 2 e 3: Avaliação e Seleção**

Depende dos objetivos do programa



Etapas da Seleção Recorrente

- **Fase 2 e 3: Avaliação e Seleção**



Etapas da Seleção Recorrente

- **Fase 4: Recombinação**
 - Gerar variabilidade para o próximo ciclo

Ex. Milho: Método Irlandês



Macho mistura das sementes das progênies selecionadas
Fêmea: progênies selecionadas

Tipos de Seleção Recorrente

Intrapopulacional: Quando visa melhorar uma população;

Interpopulacional: Quando visa melhorar duas populações, buscando a heterose entre elas (também chamada de **S.R. RECÍPROCA**). Quando o objetivo do programa de melhoramento é o desenvolvimento de híbridos.

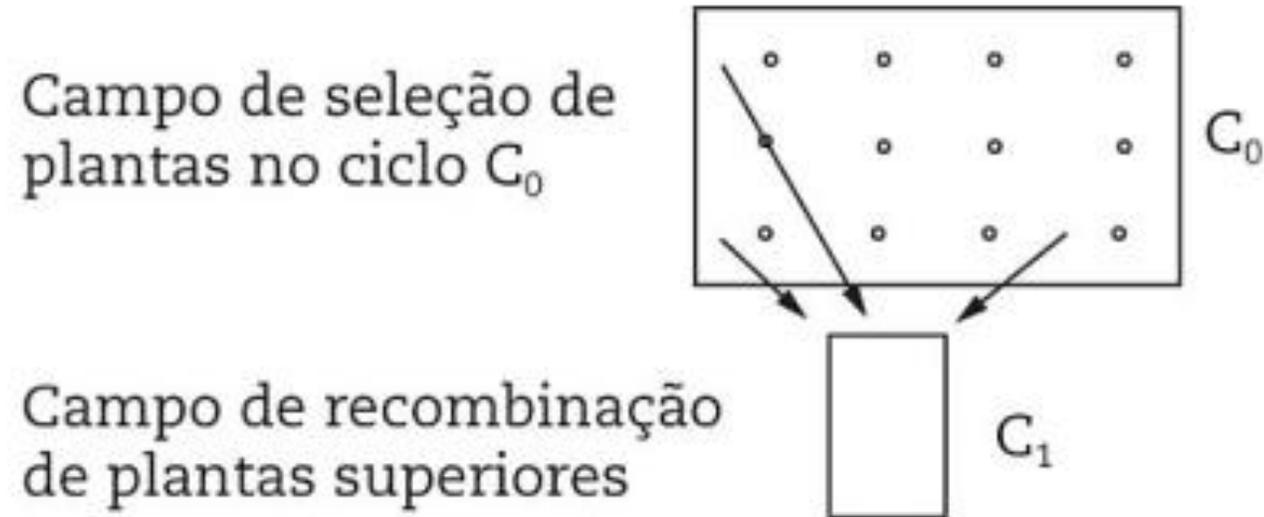
Métodos Intrapopulacionais

Seleção recorrente fenotípica

- A seleção é baseada exclusivamente no fenótipo dos indivíduos da população, isto é, nenhuma informação do genótipo é utilizada como critério de seleção.
- Este é o tipo mais simples de seleção recorrente, **não sendo feita nenhuma avaliação das progênies;**
- É eficiente somente para caracteres de alta herdabilidade.

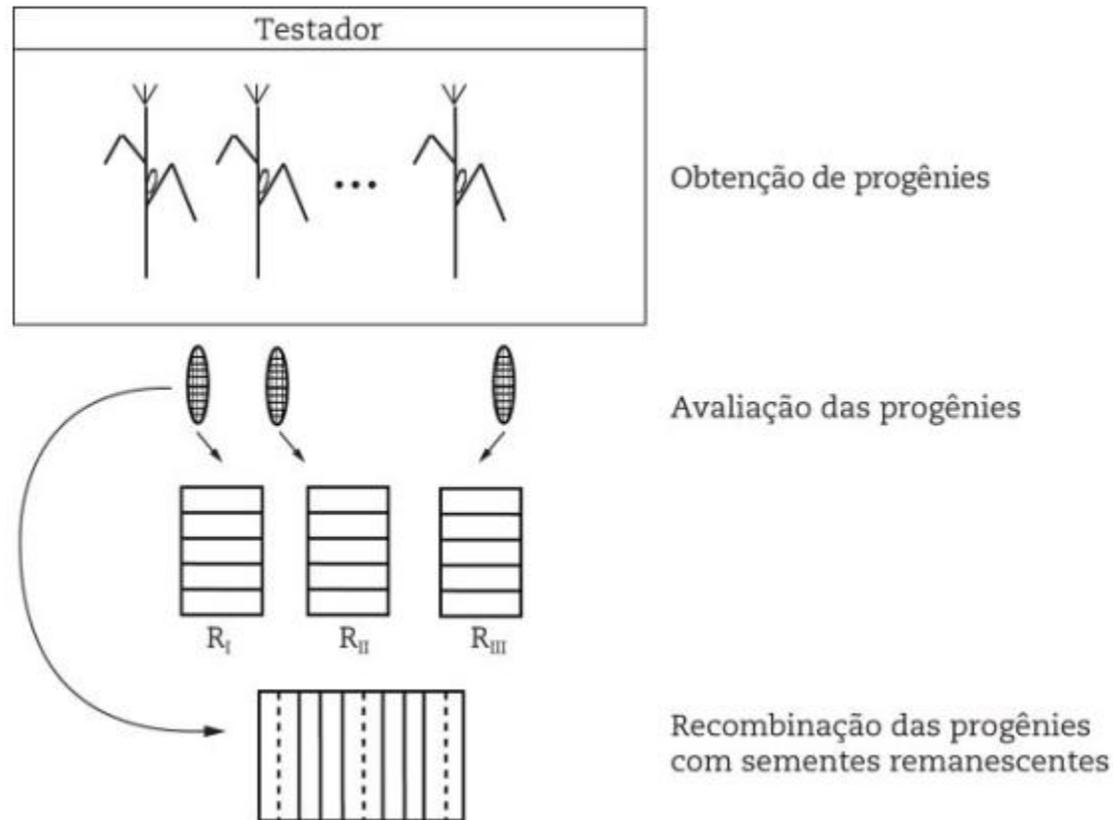
Métodos Intrapopulacionais

Seleção recorrente fenotípica



Métodos Intrapopulacionais

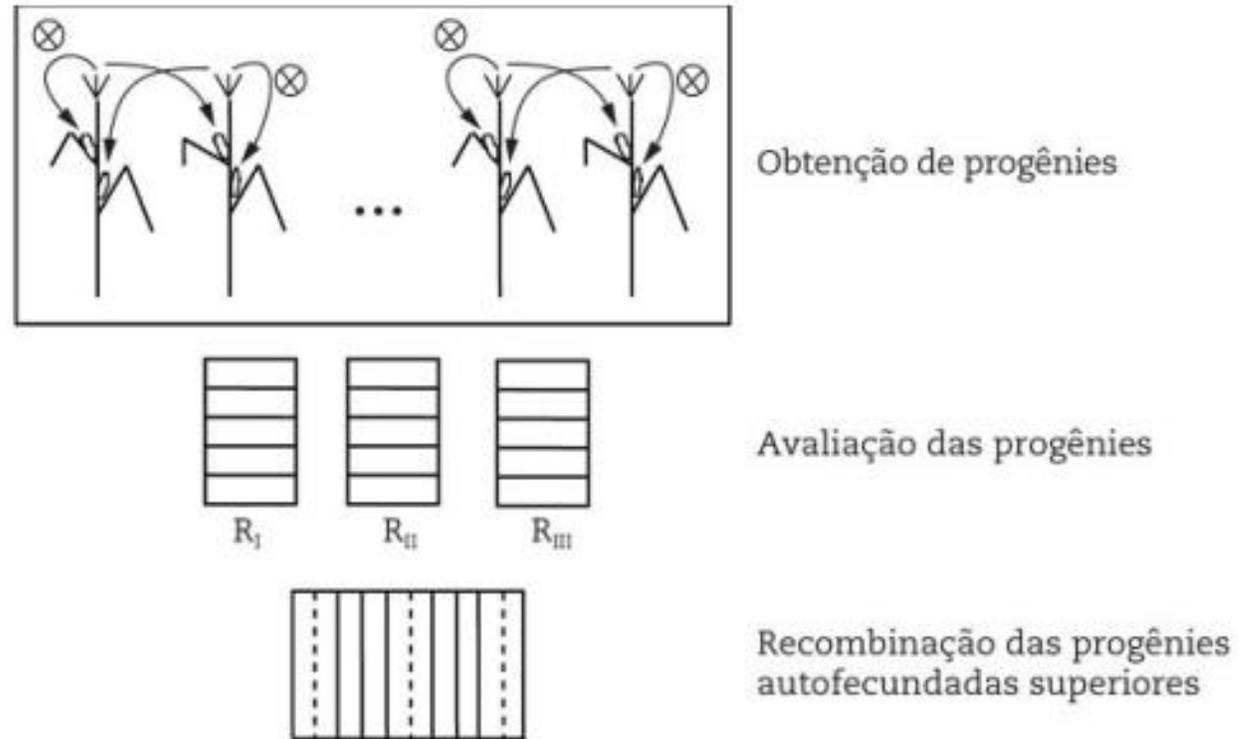
Seleção recorrente com teste de progênie – meio irmãos



Método da seleção recorrente entre progênie de meios irmãos

Métodos Intrapopulacionais

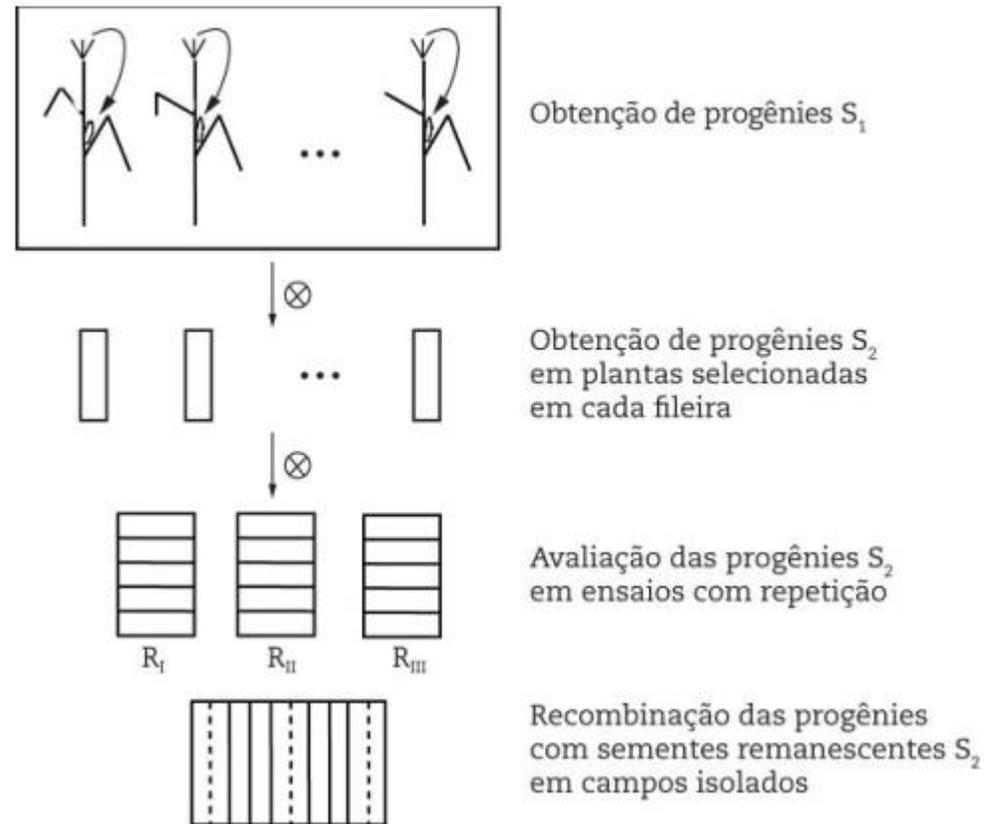
Seleção recorrente com teste de progênie – irmãos completos



Método da seleção recorrente entre progênie de irmãos completos

Métodos Intrapopulacionais

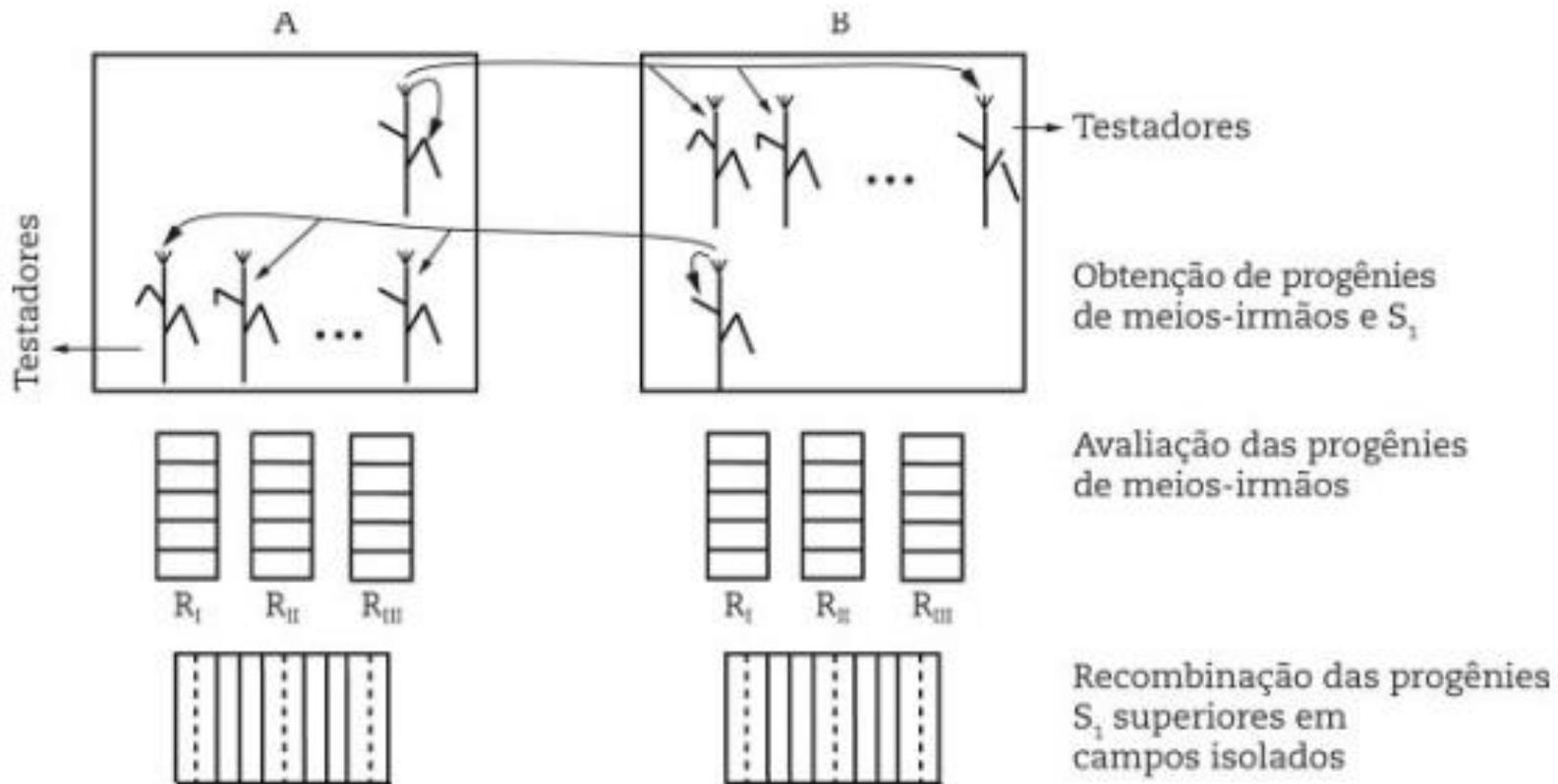
Seleção recorrente com teste de progênie – endogâmicas



Método da seleção recorrente entre progênie endogâmicas

Método Interpopulacional

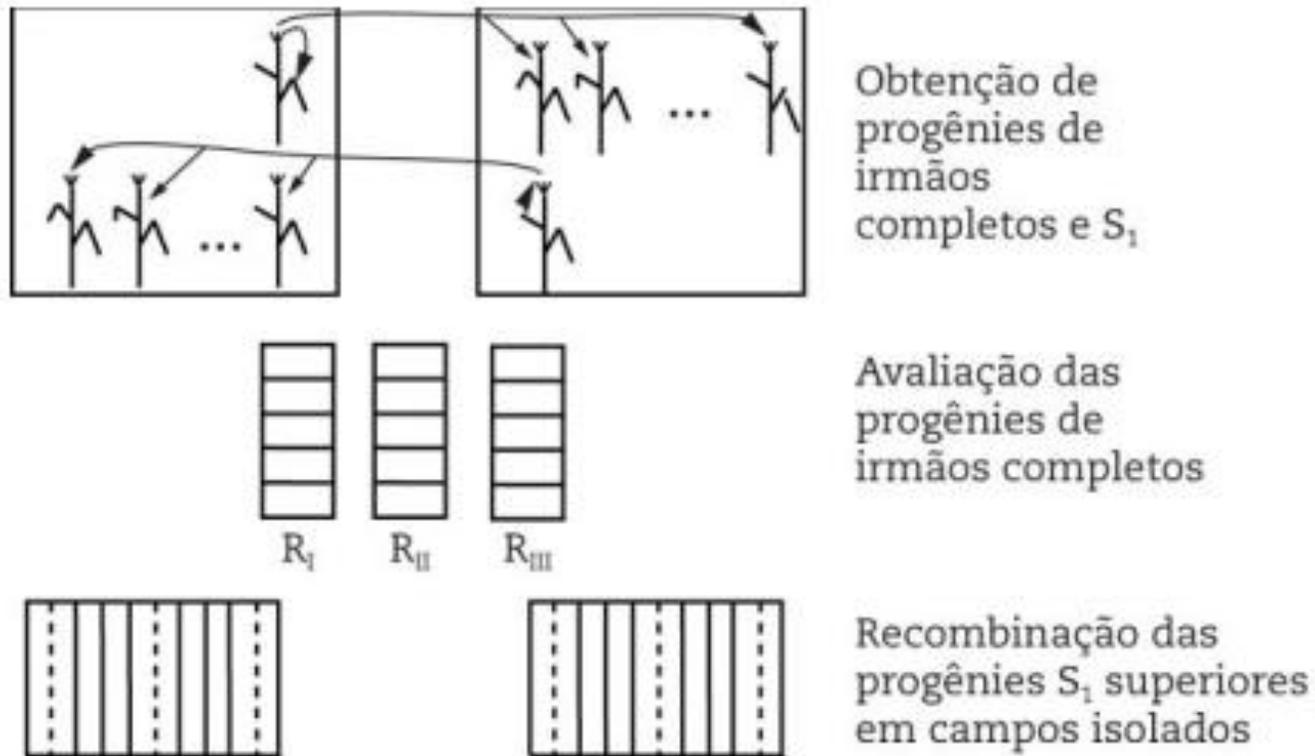
Nesses métodos de seleção recorrente, uma população é utilizada como **testadora** da outra, o que lhes confere a vantagem de aumento da resposta heterótica.



Método da seleção recorrente recíproca de meio irmãos

Método Interpopulacional

Nesses métodos de seleção recorrente, uma população é utilizada como **testadora** da outra, o que lhes confere a vantagem de aumento da resposta heterótica.



Método da seleção recorrente recíproca de irmãos completos

Bibliografia

1. Borém A e Miranda GV (2013) (8ed.) Melhoramento de plantas. Editora UFV, Viçosa, 523p. (Cap. 20: Seleção Recorrente)