



ESALQ

Melhoramento de Espécies Alógamas



INTRODUÇÃO

Espécies alógamas \Rightarrow reprodução via fecundação cruzada (mais de 95% de cruzamentos).

➤ **Definição:** “Comunidade reprodutiva composta de organismos de fertilização cruzada, os quais participam de um mesmo conjunto de genes” (Dobzhansky, 1951).

➤ **Exemplos:** milho, girassol, mandioca, cana-de-açúcar, cebola, cenoura, beterraba etc.

Mecanismos que favorecem a alogamia:

- Monoicia;
- Dioicia;
- Protandria;
- Protoginia;
- Autoincompatibilidade.

ESTRUTURA GENÉTICA

➤ **Populações de espécies alógamas:** indivíduos “trocam” genes por ocasião da reprodução; uma população partilha de um mesmo conjunto gênico através das gerações.



➤ Denominando:

$$f(A) = p, f(a) = q$$

- Como conseqüência tem-se uma elevada freqüência de heterozigotos;
- Manutenção da carga genética na população, que é a manutenção de genes letais e deletérios.

- Supondo 1 loco com dois alelos:

$$f(A) = p$$

$$f(a) = q$$

$$p+q = 1$$

- Devido a troca de genes ao acaso, tem-se:

		Gametas ♀	
		p (A)	q (a)
Gametas ♂	p (A)	p^2 (AA)	pq (Aa)
	q (a)	pq (Aa)	q^2 (aa)

Cruzamentos ao acaso

➤ Na geração seguinte tem-se as seguintes proporções genéticas:

$$f(A) = p^2 + \frac{1}{2} (2pq)$$

$$f(A) = p^2 + pq$$

$$f(A) = p^2 + p(1-p)$$

$$f(A) = p^2 + p - p^2 = p$$

$$\text{Assim, } f(a) = q$$

Novamente:

$$AA = p^2$$

$$Aa = pq$$

$$Aa = q^2$$

Na ausência de seleção, mutação, migração e oscilação genética, a estrutura das populações permanece inalterada através das gerações \Rightarrow ***EQUILÍBRIO DE HARDY-WEINBERG.***



➤ Conseqüências da alogamia:

1. Indivíduos da população têm vários locos heterozigóticos ⇒ permanência de alelos recessivos deletérios e/ou letais na população (carga genética);
2. Depressão por endogamia acentuada devido a heterozigose e carga genética elevada;



➤ **Conseqüências da alogamia:**

3. Parentais não transferem integralmente o genótipo a descendência; estes são formados a cada geração aleatoriamente;
4. Variabilidade genética associada a homozigose e heterozigose;



➤ **Conseqüências da alogamia:**

5. Nos programas de melhoramento de espécies alógamas, utiliza-se normalmente da endogamia obtida artificialmente, mas no final do processo a alogamia natural deve ser restaurada;



➤ Conseqüências da alogamia:

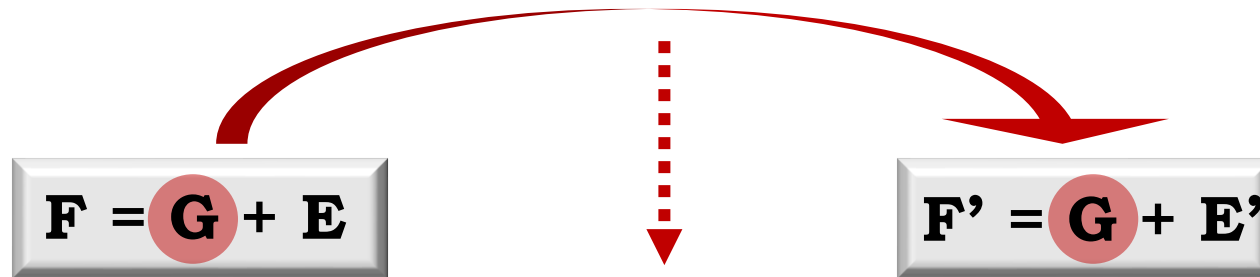
6. Como os genitores não transferem o genótipo aos descendentes, o melhoramento destas espécies visa aumentar a frequência dos alelos favoráveis, e com isto melhorar o comportamento da população;
7. A fixação de genótipos é feita através do método de híbridos, que são obtidos via endogamia e posterior hibridação.

Significado da seleção em espécies alógamas



Para que haja melhoramento genético, os indivíduos selecionados devem dar origem a descendentes superiores (fundamentos de todo o melhoramento genético).

Espécies autógamas (já homozigóticas) e de propagação vegetativa:

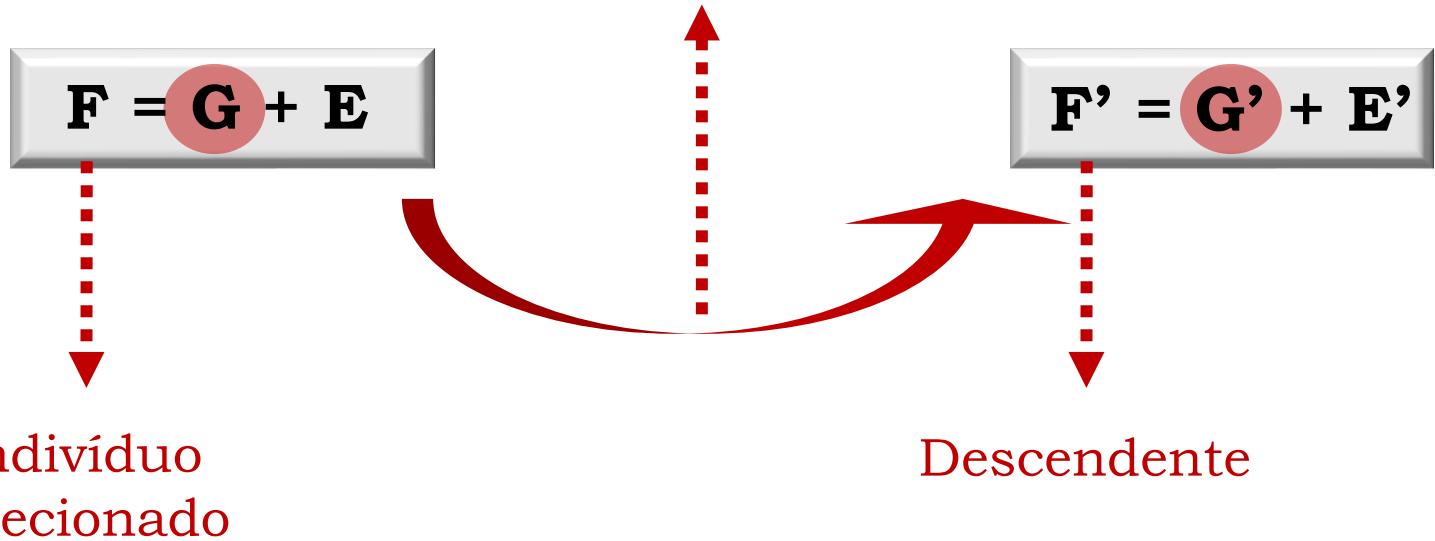


Reprodução integral do genótipo

Espécies alógamas \Rightarrow O esquema não é bem esse, pois o genótipo não é transmitido integralmente. O elo de uma geração para a seguinte são os **gametas**. Estes se unem ao acaso para formar a geração seguinte.

Esquemáticamente seria:

**Não há reprodução exata do genótipo
de uma geração a outra**



Na realidade, o elo de ligação é o gameta, que é haplóide. Por isso é que se diz que apenas o “efeito aditivo” (efeito do gene) é que passa de uma geração para outra.

Indica a contribuição do gene no valor genotípico do indivíduo

➤ Supondo a seguinte situação:

$$f(a) = 0,7$$

$$f(A) = 0,3$$

⇒ E.H.W.


$$AA = 0,09$$

$$Aa = 0,42$$

$$aa = 0,49$$

➤ Numa população de 1.000 indivíduos, tem-se:

Genótipos	População original			
	Antes da seleção		Após a seleção	
	N°	F.G.	N°	F.G.
AA	90	0,09	90	0,176
Aa	420	0,42	420	0,824
aa	490	0,49	0	0
Total	1.000	1,00	510	1,00

- 
- Novas frequências alélicas:
 - $f(A) = 0,176 + (0,824/2) = 0,588$;
 - $f(a) = (0,824/2) = 0,412$.

Nesse exemplo, a seleção é feita contra o alelo recessivo e supondo que ocorre dominância completa. Também está sendo feito seleção antes do florescimento.

- Assim, por exemplo temos:
 - A = resistente a uma doença;
 - a = suscetível a uma doença.

Na descendência tem-se as seguintes frequências genotípicas:

AA	$(0,588)^2$	0,346	346
Aa	$2 \times 0,588 \times 0,412$	0,484	484
aa	$(0,412)^2$	0,170	170
Total		1,00	1.000

Resumindo \Rightarrow Ocorre alteração na frequência de genes (alelos) favoráveis:

- Pop. não melhorada = 51% de resistentes;
- Pop. Melhorada = 83% de resistentes.

Esse é um processo contínuo, devendo chegar teoricamente a $f(A) = 1$.

Intensidade de seleção

Qual?

- Conhecer a população (variabilidade);
- Decidir: progresso rápido ou longo prazo?



Seleção intensa ⇔ Restrição da base genética

INTERAÇÕES GÊNICAS

➤ Ação dominante

Valor dos alelos $A = 20$ e $a = 5$

AA x aa

20 5

F₁: Aa = 20

F₂: 1AA : 2Aa : 1aa

Média da F₂ = (1 x 20 + 2 x 20 + 1 x 5)/4 = 16,25

$$\bar{F}_1 = \bar{P}_1$$

$$\bar{F}_2 < \bar{F}_1$$

INTERAÇÕES GÊNICAS

➤ Ação aditiva

Valor dos alelos $A = 20$ e $a = 5$

AA x aa

40 10

F₁: Aa = 25

F₂: 1AA : 2Aa : 1aa

Média da F₂ = (1 x 40 + 2 x 25 + 1 x 10)/4 = 25,00

$$\bar{F}_1 = \frac{\bar{P}_1 + \bar{P}_2}{2}$$

$$\bar{F}_2 = \bar{F}_1$$

INTERAÇÕES GÊNICAS

➤ Ação sobredominante

Valor dos alelos $A = 20$ e $a = 5$

AA x aa

20 5

F₁: Aa = 40

F₂: 1AA : 2Aa : 1aa

Média da F₂ = (1 x 20 + 2 x 40 + 1 x 5)/4 = 26,25

$$\bar{F}_1 > \bar{P}_1$$

$$\bar{F}_2 < \bar{F}$$

INTERAÇÕES GÊNICAS

➤ Interações

- Caracteres qualitativos = um tipo envolvido;
- Caracteres quantitativos = vários.



O que importa ⇨ média
das ações gênicas

**Ação dominante e sobredominante ⇨ envolvidas
na heterose.**

MELHORAMENTO DE ALÓGAMAS

- Melhoramento populacional;
- Uso de híbridos.

Para começar

População grande

Existência de variabilidade

- Basicamente duas abordagens metodológicas:
 - Unidade de seleção = indivíduo (seleção massal);
 - Unidade de seleção = progênie (seleção recorrente com MI, IG, S_1 , S_2)

1. Seleção clonal

- Obtenção de clones de uma população
- Avaliação dos clones
- Seleção do clone superior
- Nova variedade

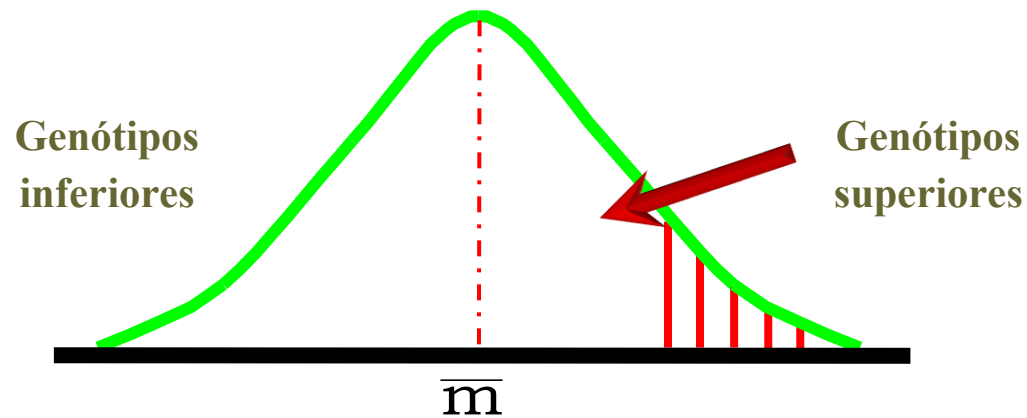
2. Seleção de híbridos

- Base genética – fixação de genótipos
- Obter linhagens puras que podem ser reproduzidas, cruzá-las e selecionar melhor híbrido

SELEÇÃO RECORRENTE

1. Bases Genéticas

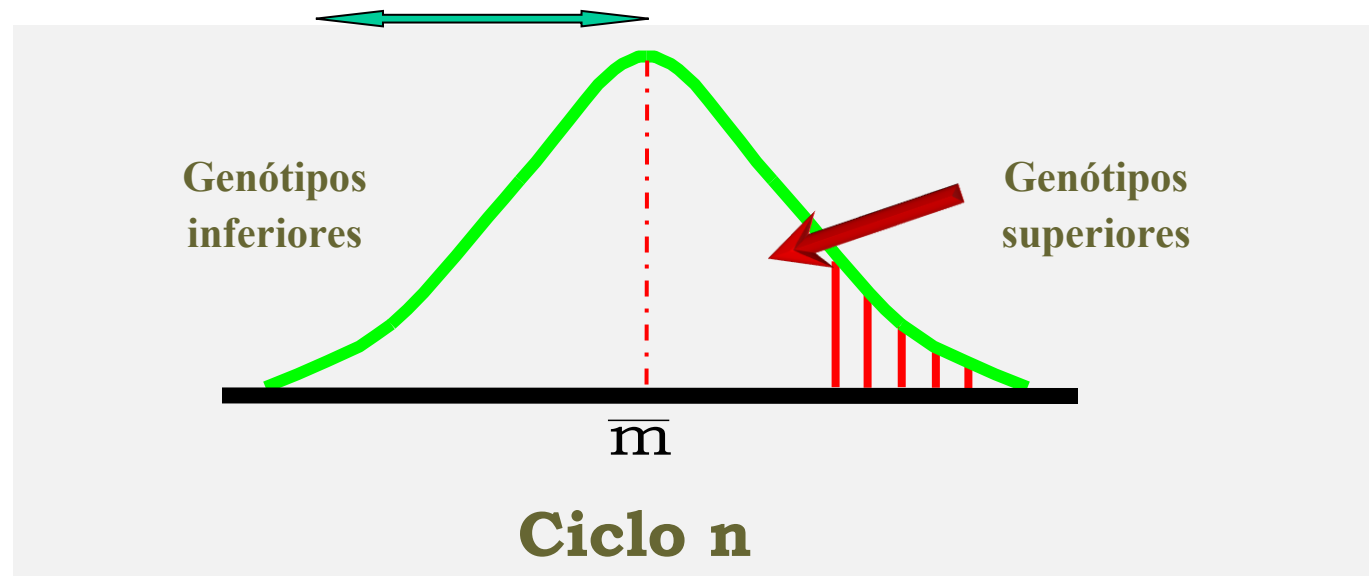
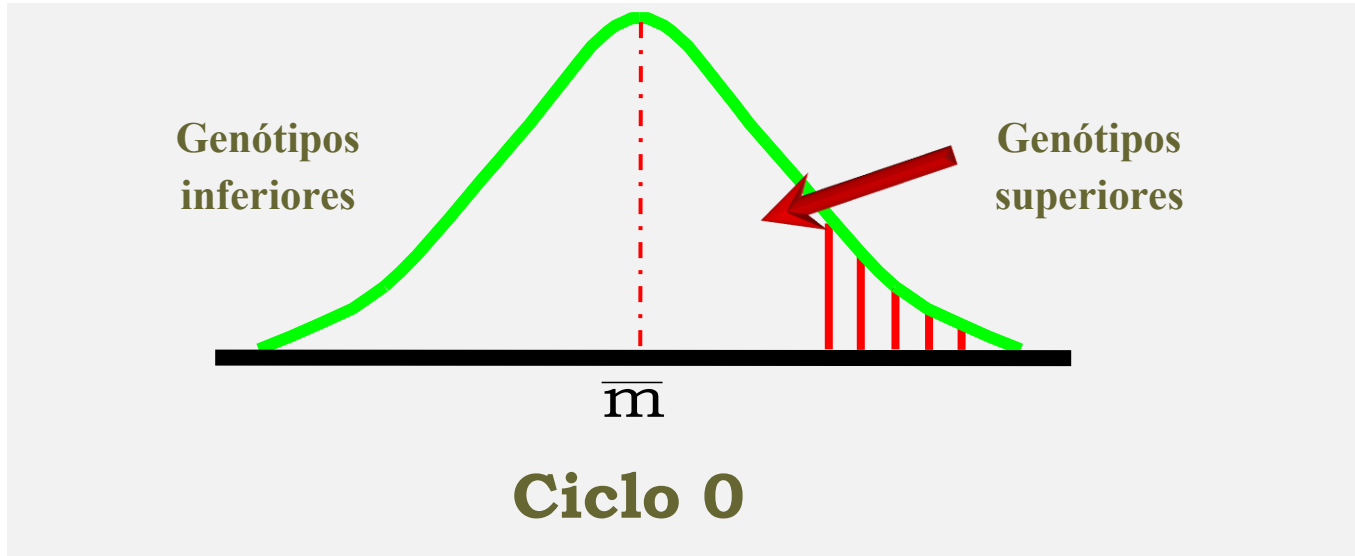
Processo de fixação e seleção de genótipos superiores (seleção clonal e híbridos), é um processo estático:



**Genótipo superior: extraído da população.
Portanto, necessita-se de um processo que gere
novos genótipos superiores.**

Seleção recorrente

Aumentar continuamente e progressivamente as frequências dos alelos favoráveis nas populações, melhorando-as geneticamente, com conseqüente aumento da frequência dos genótipos superiores e geração de genótipos superiores aos existentes.



	C_0	C_1	C_2	...	C_n
$f(A)$	0,30	0,35	0,39	...	0,70
$f(a)$	0,70	0,65	0,61	...	0,30

$AA = 0,09$
 $Aa = 0,42$ } = 51%
 $aa = 0,49$

$AA = 0,49$
 $Aa = 0,42$ } = 91%
 $aa = 0,09$

Devido à recombinação (acasalamento ao acaso) a cada geração entra-se em E.H.W; e uma população em E.H.W. não se altera mais, como já foi visto anteriormente.

$C_n - C_0 = 40\% \Rightarrow G_s = 78,4\% =$ aumento na frequência de genótipos superiores na população.

Nota:

Generalizar para caracteres quantitativos.

- Isto acontece para todos os genes envolvidos no controle do caráter. Consegue-se assim aumentar gradativamente a média da população para um dado caráter quantitativo como, por exemplo, a produção de grãos.

2. Procedimentos

Um ciclo de seleção recorrente é composto de 4 fases:

1. Obtenção de progênes:

- Meios-irmãos;
- Irmãos germanos (completos).

2. Avaliação de progênes em experimentos com repetições:

- 100 a 500 progênes.

2. Procedimentos

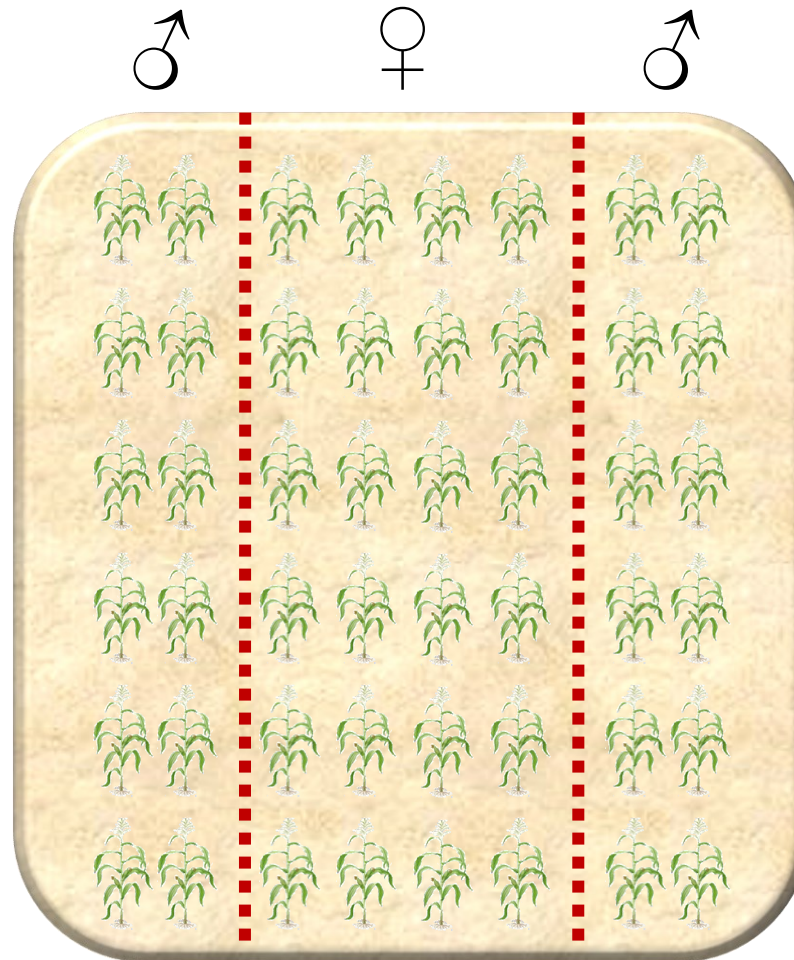
Um ciclo de seleção recorrente é composto de 4 fases:

3. Seleção das progênes superiores:

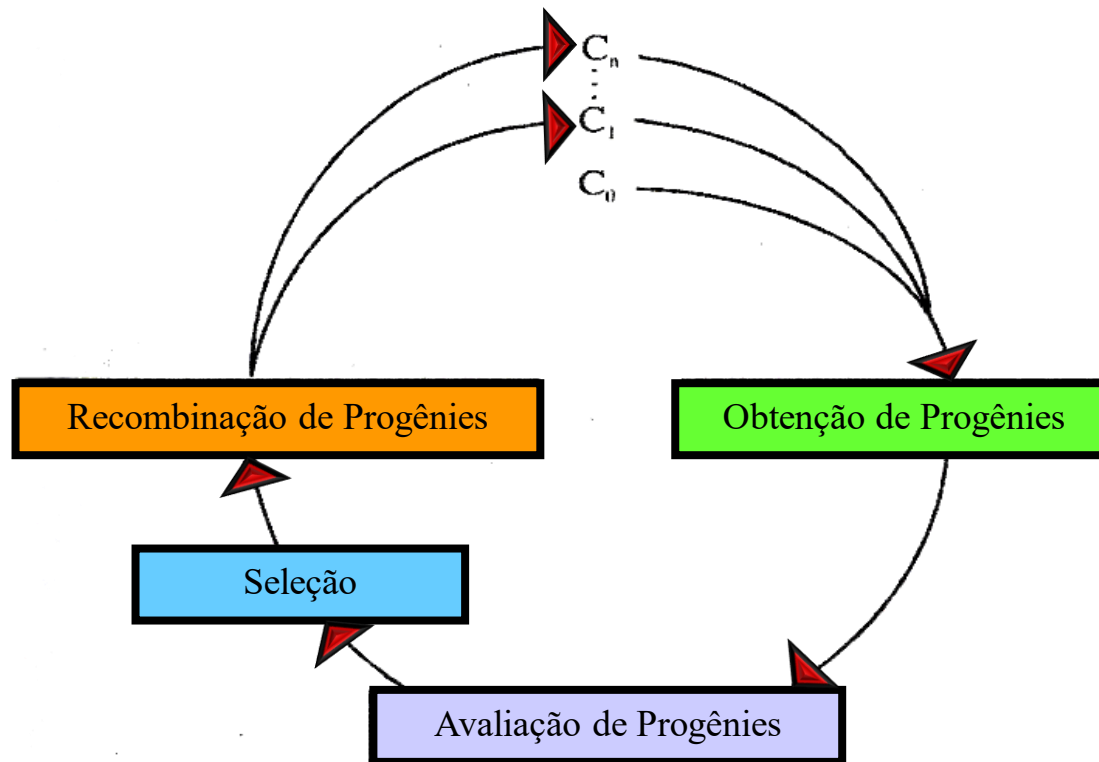
- 10 a 20% das progênes avaliadas.

4. Recombinação das progênes selecionadas:

- Gerar variabilidade para o próximo ciclo seletivo.



- **Macho:** mistura das sementes das progênes selecionadas;
- **Fêmea:** progênes selecionadas.



- **Seleção massal ou fenotípica:** caracteres de alta herdabilidade.
- **Seleção com progênies:** caracteres de baixa herdabilidade.

3. Seleção recorrente e fixação de genótipos

- **Processos complementares:**

GENÓTIPO SUPERIOR: extraído da população via seleção clonal ou de híbridos. Após este processo não se obtém genótipos superiores aos selecionados.

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas, 1971. Cap. 14.
2. BORÉM, A. Melhoramento de plantas. Viçosa: UFV. 1997. Cap. 17 e 20.

Obrigado!
jbaldin@usp.br

