

# Melhoramento de Espécies Alógamas



## INTRODUÇÃO

Espécies alógamas ⇨ 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:**

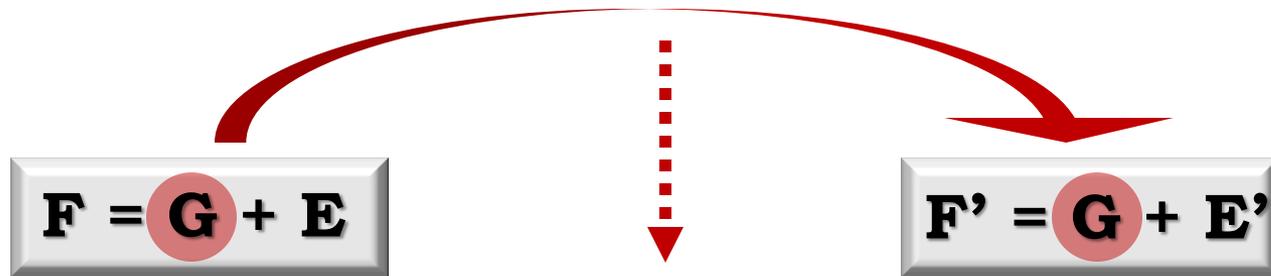
6. Como os genitores não transferem o genótipo aos descendentes, o melhoramento destas espécies visa aumentar a frequência dos alelos favoráveis, e com isto melhorar o comportamento da população;
7. A fixação de genótipos é feita através do método de híbridos, que são obtidos via endogamia e posterior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

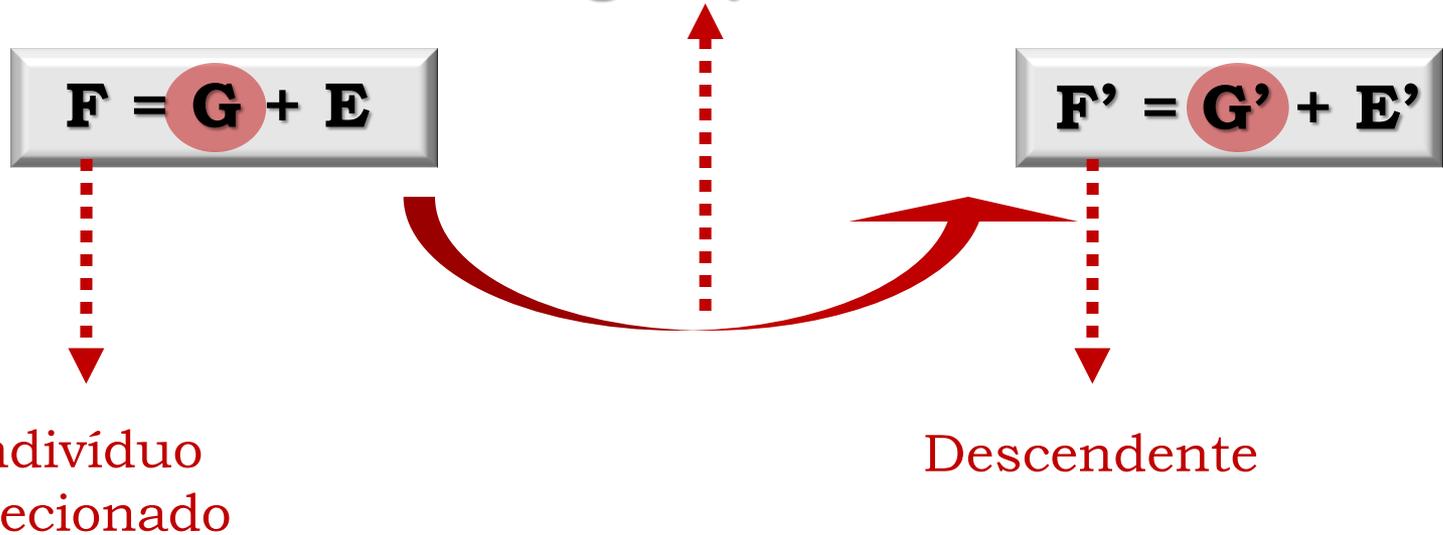


## Reprodução integral do genótipo

**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
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>1,00</b>	<b>510</b>	<b>1,00</b>

- 
- 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:

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

➤ Resumindo ⇔ 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**

**F<sub>1</sub>: Aa = 20**

**F<sub>2</sub>: 1AA : 2Aa : 1aa**

**Média da F<sub>2</sub> = (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**

**F<sub>1</sub>: Aa = 25**

**F<sub>2</sub>: 1AA : 2Aa : 1aa**

**Média da F<sub>2</sub> = (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**

**F<sub>1</sub>: Aa = 40**

**F<sub>2</sub>: 1AA : 2Aa : 1aa**

**Média da F<sub>2</sub> = (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

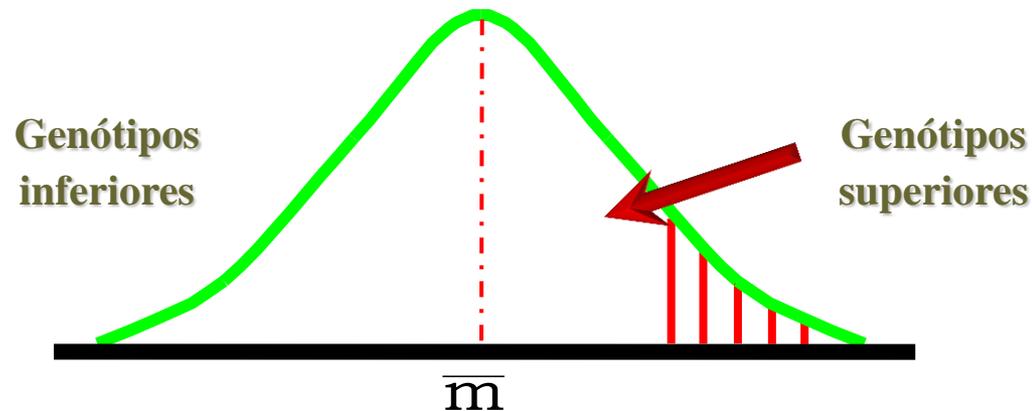
## 2. Seleção de híbridos

- 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:

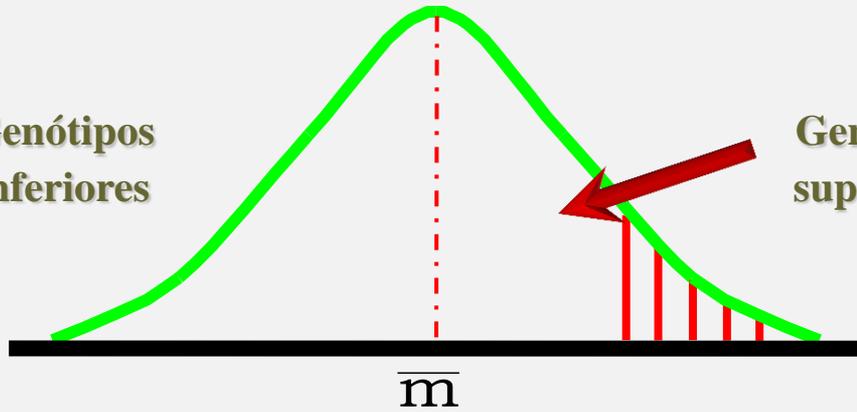


**Genótipo superior: extraído da população.  
Portanto, necessita-se de um processo que gere  
novos genótipos superiores.**

## 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.

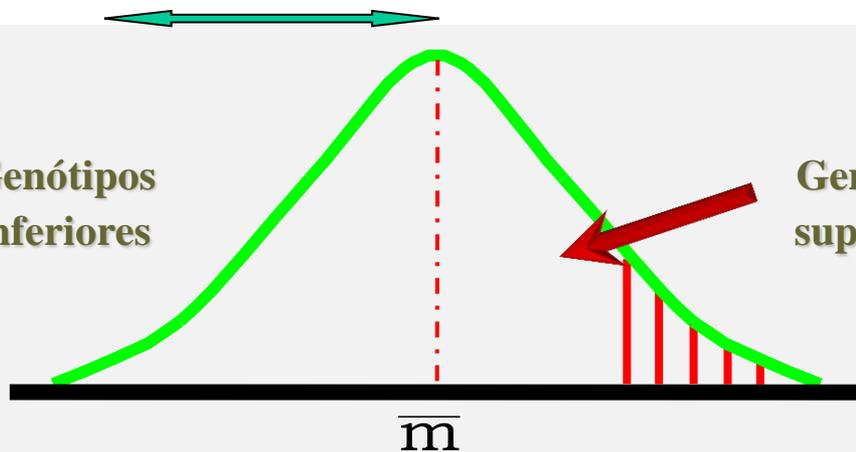
Genótipos inferiores



Genótipos superiores

**Ciclo 0**

Genótipos inferiores



Genótipos superiores

**Ciclo n**

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

$$\left. \begin{array}{l} AA = 0,09 \\ Aa = 0,42 \\ aa = 0,49 \end{array} \right\} = 51\%$$

$$\left. \begin{array}{l} AA = 0,49 \\ Aa = 0,42 \\ aa = 0,09 \end{array} \right\} = 91\%$$

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.

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



## 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 progênies:

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

2. Avaliação de progênies em experimentos com repetições:

- 100 a 500 progênies.

## 2. Procedimentos

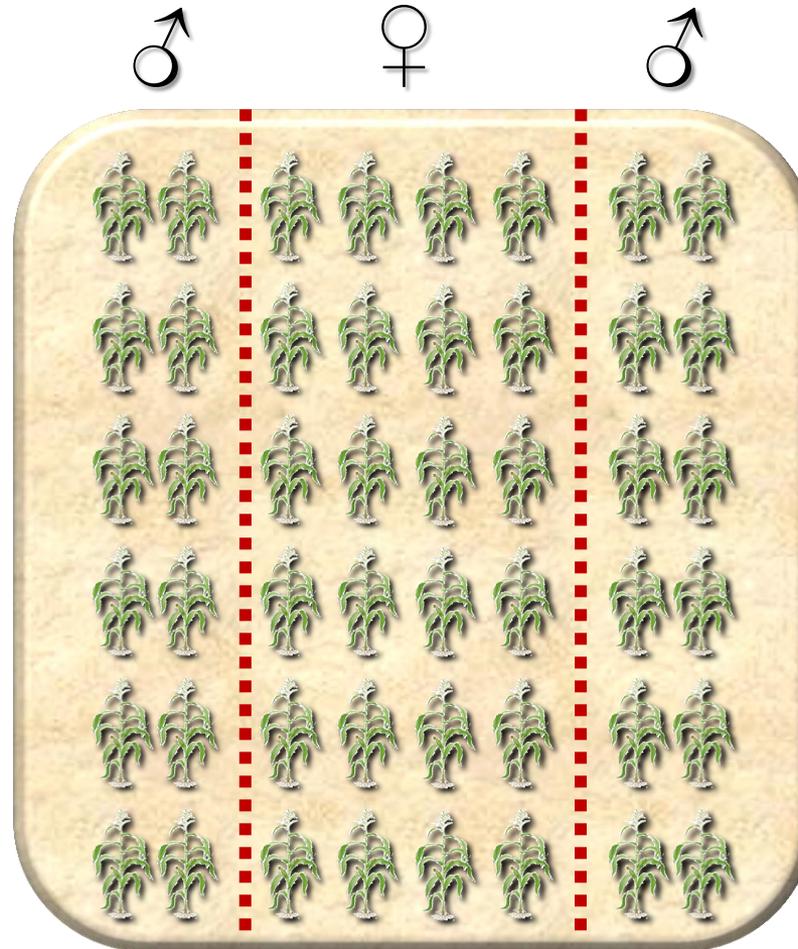
Um ciclo de seleção recorrente é composto de 4 fases:

3. Seleção das progênes superiores:

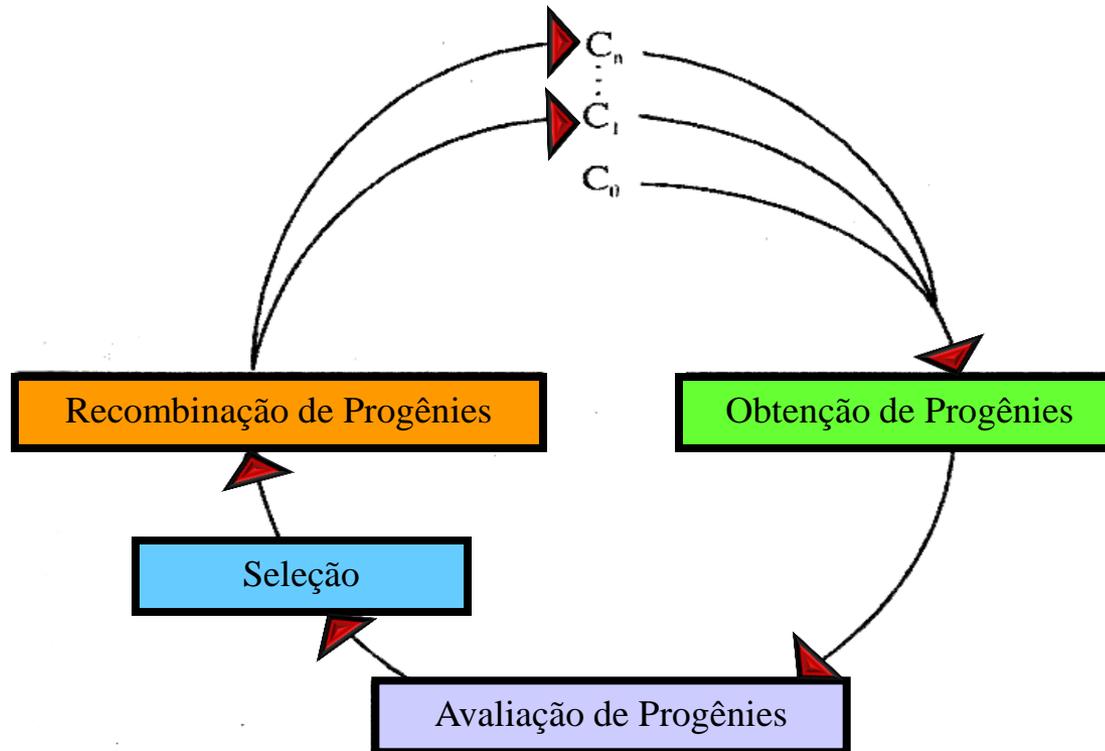
- 10 a 20% das progênes avaliadas.

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***