

# Métodos de melhoramento de espécies autógamas



# *Método em que a variabilidade deve ser gerada artificialmente*


- Método da População (Bulk);
- Método do Genealógico (Pedigree);
- Método do SSD (descendente de uma única semente);
- Método do Retrocruzamento (caracteres qualitativos).

## Geração de variabilidade

### ➤ Hibridação

- A hibridação deve ser utilizada quando o objetivo do programa de melhoramento é reunir em um único indivíduo - linhagem - os alelos desejáveis que se encontram em linhagens distintas.
- A hibridação é um método utilizado para ampliar a variabilidade nos programas de melhoramento.

**Exemplo:****P1 AAbb****X****P2 aaBB****F<sub>1</sub> Aa Bb ⊗****F<sub>2</sub> AAbb; aaBB; AaBb; **AABB**; AaBB.....**



➤ Para aplicação de métodos de melhoramento em que a variabilidade deve ser gerada, existem duas etapas fundamentais:

1. A escolha de genitores a serem cruzados;

2. Tipo de população segregante.

# 1. Seleção de Genitores

## ➤ Aspectos a serem considerados

- a. Caracteres agronômicos chaves;
- b. Herança dos caracteres a serem melhorados:


### Caracteres qualitativos

A decisão sobre os genitores é mais fácil. Nesse caso, normalmente é realizada a hibridação de uma linhagem portadora do alelo de interesse com outra que apresente boas características agronômicas.



## Caracteres quantitativos


A escolha dos genitores já não é tão simples. Estes genitores devem possibilitar a obtenção de populações segregantes com média alta, associada à grande variabilidade para o caráter sob seleção.



➤ Os métodos de escolha de genitores, visando ao melhoramento de um **caráter quantitativo**, podem ser classificados em duas categorias:

- A primeira delas envolve os procedimentos que utilizam apenas informações dos pais;
- A segunda utiliza o desempenho de suas progênes.



- 
- Entre as alternativas de escolha dos genitores utilizando o seu próprio desempenho, o mais empregado é a média do caráter.

**Desvantagem:** impossibilidade de antever a variabilidade genética no cruzamento. O fato de dois pais apresentarem média alta não implica que o híbrido entre eles irá gerar uma população segregante com variabilidade suficiente para obter sucesso com a seleção.

- Avaliação da divergência entre os genitores.

- Dentre os procedimentos disponíveis de escolha de genitores, utilizando o desempenho de suas progênes, temos os cruzamentos dialélicos.
- Tipos de cruzamentos dialélicos:

- Completos

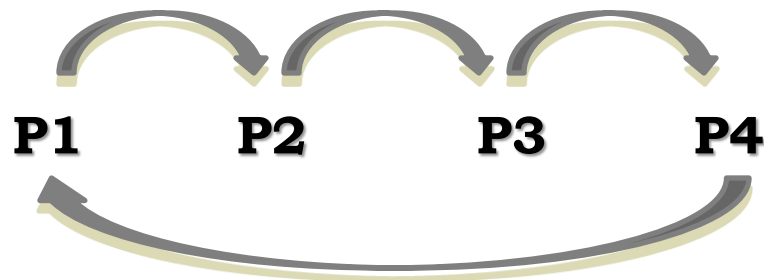
	P1	P2	P3	P4
P1		$F_1(1,2)$	$F_1(1,3)$	$F_1(1,4)$
P2	$F_1(2,1)$		$F_1(2,3)$	$F_1(2,4)$
P3	$F_1(3,1)$	$F_1(3,2)$		$F_1(3,4)$
P4	$F_1(4,1)$	$F_1(4,2)$	$F_1(4,3)$	

**Cruzamentos recíprocos: avaliar herança materna**

- Parciais

	P1	P2
P3	$F_1(1,3)$	$F_1(2,3)$
P4	$F_1(1,4)$	$F_1(2,4)$

- Circulantes



### c. Divergência genética:

- Dar indicações das combinações com maior probabilidade de se obter sucesso em programa de melhoramento;
- Análise multivariada;
- Marcadores isoenzimáticos;
- Marcadores moleculares;
- Coeficiente de parentesco.

## d. Fontes de Germoplasma:

- Cultivares comerciais;
- Linhagens puras-elites;
- Linhagens para usos especiais (alta proteína/óleo);
- Introdução de plantas;
- Espécies relacionadas.

### e. Gene marcador:

Fator importante a ser considerado caráter qualitativo contrastante nos pais e de fácil visualização.

Exemplo:

**Cultivar Paraná**  
(feminino/branca)

**x**

**Cultivar UFV-1**  
(masulino/roxa)

**F<sub>1</sub>**

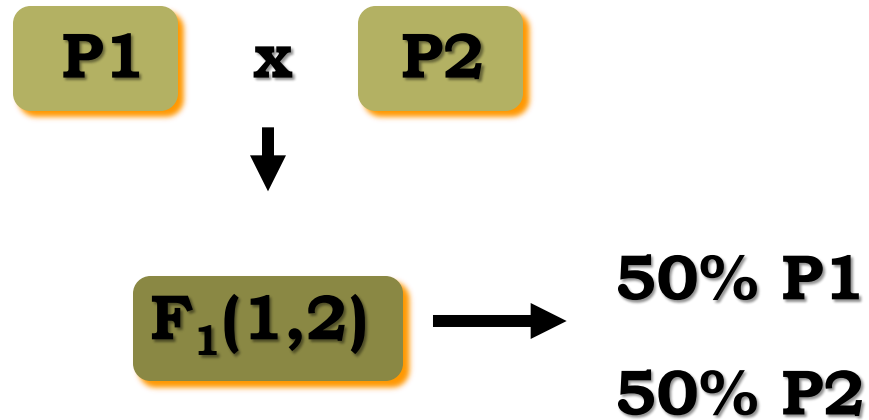
**Flor roxa: cruzamento (confirmação);**  
**Flor branca: autofecundação (descarta).**

## 2. Tipo de população segregante

### Tipos de cruzamentos:

#### a. Simples:

##### 1. Cruzamentos biparentais:



## 2. Utilizando 3 parentais:

**P1** X **P2**



**F<sub>1</sub>(1,2)** X **P3**



**F<sub>1</sub>(1,2,3)**



**25% P1 e P2**

**50% P3**



## 3. Utilizando 4 parentais

**P1** x **P2**



**F<sub>1</sub>(1,2)** x **P3**



**F<sub>1</sub>(1,2,3)** x **P4**



**F<sub>1</sub>(1,2,3,4)**



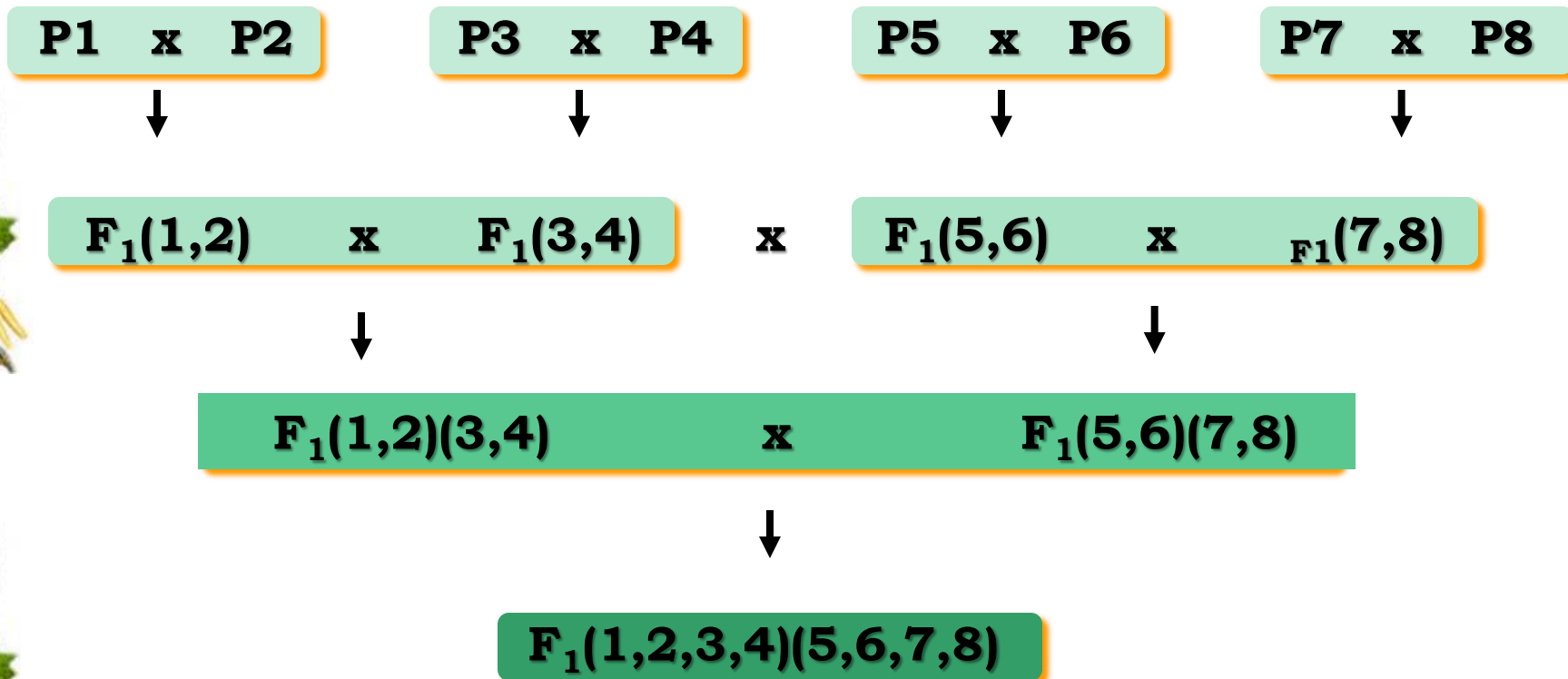
**12,5% P1 e P2**

**25% P3**

**50% P4**

b. Cruzamentos múltiplos: cruzamentos envolvendo mais de 4 genitores

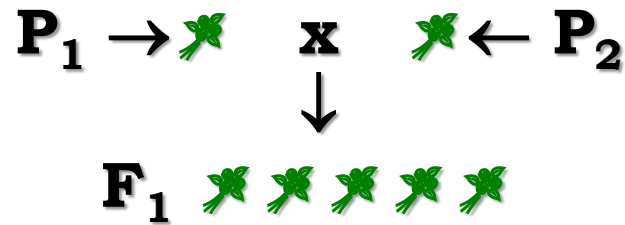
Exemplo: 8 genitores



## Métodos de condução de população segregante

Os métodos de condução das populações segregantes podem ser incluídos em duas categorias:

- A primeira é aquela que não separa as fases de endogamia da de seleção;
- A segunda incluem os métodos que separam essas duas fases, isto é, a seleção só é iniciada após a maioria dos locos estarem em homozigose.

**F2****F3****F4****F5****F6**

Etapas em que  
as fases dos  
métodos de  
seleção diferem  
entre si

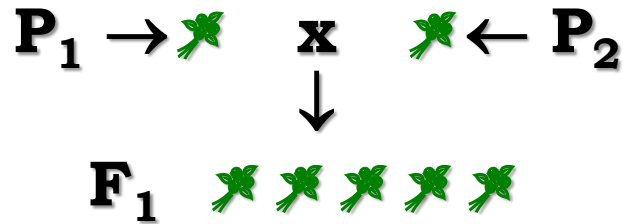


**Procedimentos comuns para  
todos os métodos**

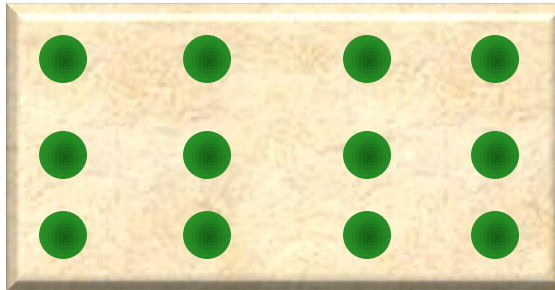
# 1. Métodos que não separam as fases de endogamia e seleção

## ➤ Método Massal

- Por esse procedimento é efetuada a seleção fenotípica de indivíduos superiores a partir da geração  $F_2$  e continua, como mencionado, nas sucessivas gerações.
- Ele utiliza basicamente a habilidade dos melhoristas em, visualmente, identificar os indivíduos genotipicamente superiores.
- Assim é fácil entender que ele só será eficiente para caracteres de alta herdabilidade.



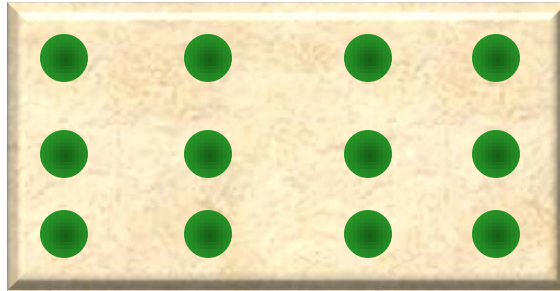
$F_2$



Selecionam-se plantas. As sementes são misturadas e semeadas para formar a população da geração  $F_3$ .

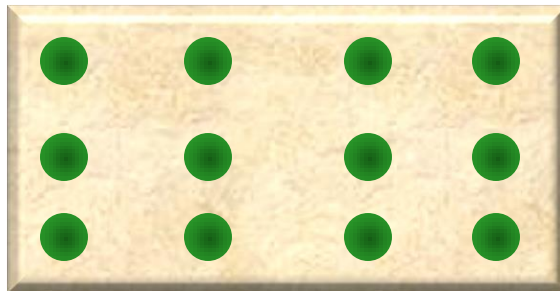


**F<sub>3</sub>**

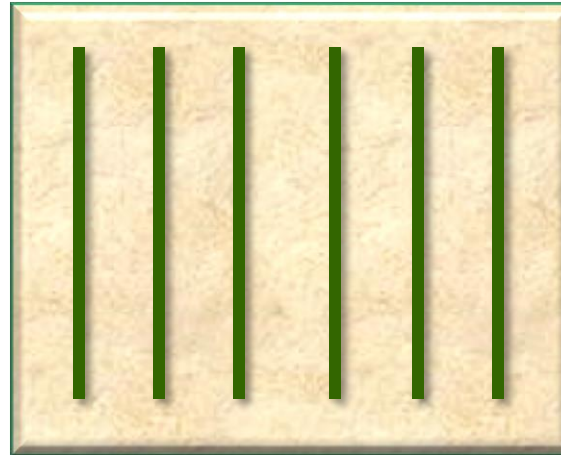


Selecionam-se plantas. As sementes são misturadas e semeadas para formar a população da geração F<sub>4</sub>.

**F<sub>6</sub>**



Nesta geração, colhem-se as plantas individualmente, para dar origem às linhagens ou famílias da geração F<sub>7</sub>.

**F<sub>7</sub>**

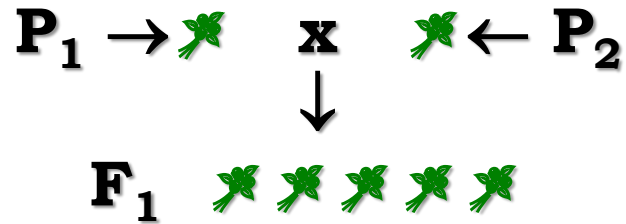
As linhas ou famílias são avaliadas em experimentos com repetição. Esta etapa de avaliação é repetida em diferentes locais e anos.



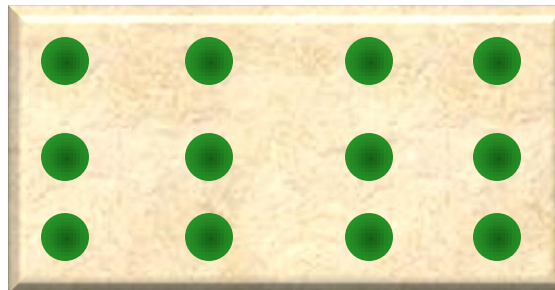


## ➤ Método Genealógico - Pedigree

▪ Tem como princípio a seleção de plantas individuais a partir da geração  $F_2$ , as quais são colhidas isoladas e semeadas em linha na geração  $F_3$ , quando ocorre a seleção das melhores famílias e dos melhores indivíduos dentro destas famílias. O processo se repete até que a maioria dos locos esteja em homozigose, quando as melhores linhagens identificadas irão participar de experimentos regionais de competição de cultivares.



**F<sub>2</sub>**

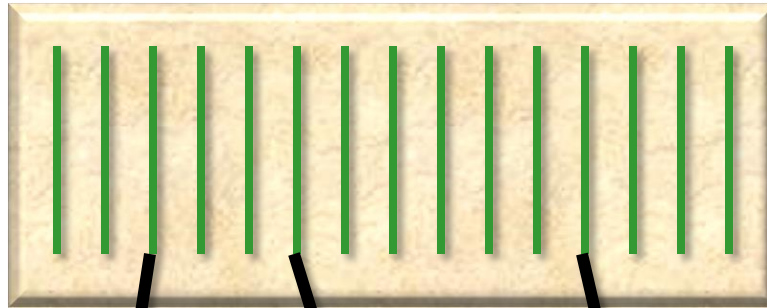


Plantas espaçadas





**F<sub>3</sub>**



Plantas em fileiras.

**F<sub>4</sub>**



Famílias de plantas em fileiras. Processo se repete até F<sub>7</sub>.



**F<sub>7</sub>**



Família de plantas em fileiras.



**F<sub>8</sub>**



Ensaio de produção preliminar.



**F<sub>9</sub>**  
a  
**F<sub>13</sub>**




Ensaio de produção



**Nova Variedade**

➤ Aspectos favoráveis do método genealógico

- Conhecimento detalhado dos genótipos;
- Maximização da variabilidade genética;
- Trabalho de seleção subdividido;
- Menor número de linhagens puras para teste.

- 
- Aspectos desfavoráveis do método genealógico
    - Necessita de muitas anotações;
    - Requer maior trabalho e área experimental;
    - Necessidade de pessoas experientes.


## 2. Métodos que separam as fases de endogamia e seleção


### ➤ Método da população - Bulk

- A partir da geração  $F_2$ , as plantas são colhidas em conjunto – massalmente – e tomada uma amostra de sementes para a obtenção da população  $F_3$ . O processo se repete por algumas gerações, quando o *bulk* é “aberto”, ou seja, são colhidas plantas individuais, que darão origem às famílias para serem avaliadas em experimentos com repetição, até serem identificadas as melhores linhagens puras. Essas deverão, então, comprovar a sua superioridade nos experimentos regionais de competição de linhagens.



- Na utilização desse método há alguns questionamentos.
- O primeiro deles é qual o número de indivíduos que deve estar presente em cada geração. Na prática, tem sido utilizado um número mais ou menos constante de indivíduos que está entre 1000 e 2000.

- 
- A segunda questão é quando abrir o *bulk*. Esse método tem como princípio avançar a população, sem nenhuma seleção artificial, até que a maioria dos locos esteja em homozigose, para só então iniciar o processo seletivo propriamente dito.



➤ **População segregante de plantas autógamas com a endogamia:**

- A frequência de heterozigotos reduz-se a metade à cada geração e a homozigose completa irá sendo atingida rapidamente. Na geração  $F_5$ , por exemplo, é esperado que 93,75 % de todos locos segregantes já estejam em homozigose. A partir de então o acréscimo na proporção de homogizotos é menor e não há vantagem em se protelar mais a abertura do *bulk*.

## Redução de heterozigose e aumento da homozigose em função das autofecundações sucessivas:

GERAÇÃO	PROPORÇÕES GENOTÍPICAS			PROPORÇÃO DE HOMOZIGOSE NA POPULAÇÃO
	AA	Aa	aa	(AA + aa)
<b>F<sub>1</sub></b>	0	100	0	0
<b>F<sub>2</sub></b>	25	50	25	50
<b>F<sub>3</sub></b>	37,5	25	37,5	75
<b>F<sub>4</sub></b>	43,65	12,5	43,65	87,5
<b>F<sub>5</sub></b>	46,875	6,25	46,875	93,75
<b>F<sub>6</sub></b>	48,4375	3,125	48,4375	96,875
<b>F<sub>7</sub></b>	49,2188	1,5625	49,2188	98,4375
<b>F<sub>n</sub></b>	50	0	50	100

$P_1 \rightarrow$    $\times$    $\leftarrow P_2$

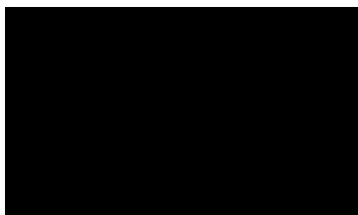


$F_1$      

Plantas espaçadas



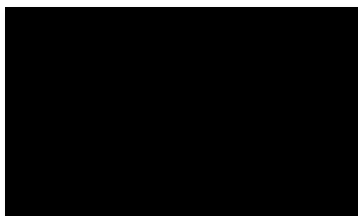
$F_2$



População



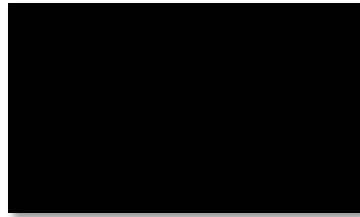
$F_3$



População



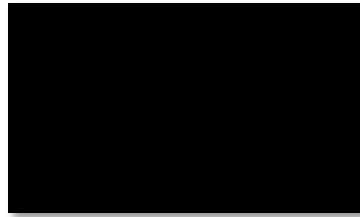
**F<sub>4</sub>**



População



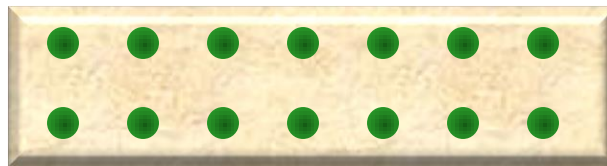
**F<sub>5</sub>**



População



**F<sub>6</sub>**



Plantas espaçadas



**F<sub>7</sub>**



Plantas em fileiras



**F<sub>8</sub>**



Ensaio de produção preliminar




**F<sub>9</sub>**  
**a**  
**F<sub>13</sub>**




Ensaio de produção



**Nova Variedade**

- 
- Aspectos favoráveis do método da população
    - Simplicidade e baixo custo;
    - Permite mecanização;
    - Importância da seleção natural;
    - Pode ser facilmente associada com outros métodos.



- 
- Aspectos desfavoráveis do método da população
    - Parte da geração  $F_2$  não representada nas gerações posteriores;
    - Necessidade de se testar um grande número de linhagens;
    - Seleção natural pode favorecer plantas agronomicamente não desejáveis.

## Comparação entre os métodos da população e genealógico

<b>População (Bulk)</b>	<b>Genealógico (Pedigree)</b>
seleção natural até F <sub>5</sub> ou F <sub>6</sub>	seleção artificial a partir da geração F <sub>2</sub>
menos trabalhoso	mais trabalhoso
utiliza-se populações grandes	utiliza-se populações menores
mais barato e simples	mais caro e trabalhoso
mais demorado	mais rápido
uso de máxima variabilidade (cruzamento)	usa menor variabilidade (cruzamento)
não conhecimento da linhagem	conhecimento da linhagem
não serve para estudos de herança	serve para estudos de herança

## Bibliografia

1. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. Cap. 6, 7, 8, 9 e 10.
2. BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV. Cap. 10, 13 e 14. 1997.
3. RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. Melhoramento de espécies autógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.) **Recursos genéticos e melhoramento**. Rondonópolis: Fundação-MT, 2001. pp.201-230.

## Bibliografia

4. DEONÍSIO DESTRO E RICARDO MONTALVAN.  
Melhoramento genético de plantas. Londrina: UEL.  
Cap. 14, 15, 16, 17, 199.

**Obrigado!**

***jbaldin@usp.br***