

# **Melhoramento de espécies de propagação vegetativa**



## Introdução

➤ Em espécies em que existe uma variabilidade intra e interespecífica como: produção de biomassa, taxa de crescimento, resistência a geadas e déficit hídrico, entre outros, uma forma de manter as características favoráveis, evitando a variabilidade encontrada em árvores obtidas a partir de sementes, é recorrer à propagação vegetativa.

## Exemplos



**Cacau**



**Eucalipto**

## Exemplos



**Mandioca**



**Seringueira**



**Cana-de-açúcar**

## Princípios básicos da propagação vegetativa

- O processo da propagação vegetativa não inclui meiose, portanto as brotações originárias da planta doadora são geneticamente idênticos aos da planta doadora.
- O estado de maturação (ontôgenia=desenvolvimento biológico) tem um grande efeito na facilidade de propagação e subsequente crescimento dos propágulos originários de estacas ou da cultura de tecidos.
- Técnicas para manter ou reduzir a juvenilidade são as chaves do sucesso para qualquer programa de propagação vegetativa.

## Métodos de propagação clonal

➤ A propagação clonal pode ser alcançada pela macropropagação ou pela micropropagação. A propagação vegetativa pela macropropagação envolve métodos convencionais, como a estaca e a enxertia, enquanto que na micropropagação se utiliza a técnica de cultura de tecidos.

# Métodos de propagação clonal

## *Exemplos*

**Geração 1**



**1 planta**

**Geração 2**



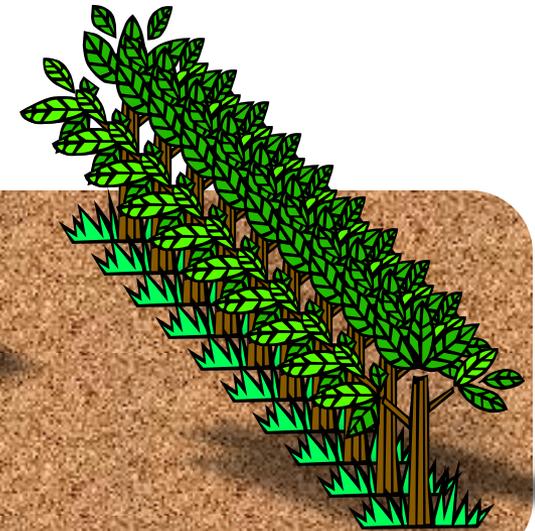
**100 plantas**

**Geração 3**



**1.000 plantas**

**Geração 4**



**10.000 plantas**

- Os genótipos são idênticos em todas as gerações

$$F_1 = G_1 + E_1 \xrightarrow{\text{Reprodução}} F'_1 = G_1 + E'_1$$

- O número de clones de cada planta (genótipo) aumenta de forma exponencial
- As plantas das espécies que apresentam reprodução vegetativa são altamente heterozigóticas (apresentam algum grau de cruzamento) e possuem alta carga genética ⇨ acasalamento entre clone aparentados ⇨ elevada

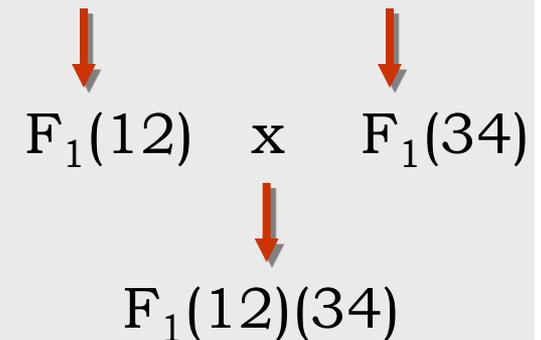
**DEPRESSÃO POR ENDOGAMIA.**

## Geração da variabilidade genética

### 1. Tipos de cruzamentos

Cruzamentos de cultivares comerciais:

- Biparentais  $\Rightarrow C_1 \times C_2$
- Multiparentais  $\Rightarrow (C_1 \times C_2) \times C_3$  ou  $(C_1 \times C_2) \times (C_3 \times C_4)$



## Variabilidade genética em função da heterozigosidade dos clones

$$C_1(A_1A_2) \times C_2(A_3A_4)$$



$$F_1 \Rightarrow \frac{1}{4} A_1A_3 : \frac{1}{4} A_1A_4 : \frac{1}{4} A_2A_3 : \frac{1}{4} A_2A_4$$

$\sigma_G^2$  disponível para seleção

São obtidos 4 genótipos, pois cada parental forma  
 $2^n = 2^1$  gametas, logo:  $2^1 \times 2^1 = 4$

**Exemplo:**

a) parentais diferem em 20 locos com 2 alelos:

Gametas<sub>A</sub> =  $2^{20}$  gametas diferentes

Gametas<sub>B</sub> =  $2^{20}$  gametas diferentes

Nº de genótipos diferentes:  $2^{20} \times 2^{20} = 2^{40} \cong 10^{12}$

b) parentais diferem em 50 locos com 2 alelos:

Nº de genótipos diferentes:  $2^{50} \times 2^{50} = 2^{100} \cong 10^{30}$

## Exemplo (cont.):

Nº de genótipos diferentes  $\cong 10^{12}$  e  $10^{30}$

**Variabilidade Genética Considerável**

Clones altamente heterozigotos, populações altamente heterozigóticas  $\Rightarrow$  grande número de genótipos diferentes.

## 2. Escolha de cultivares parentais

➤ **Cultivares parentais** ⇔ **cultivares comerciais**,  
formados de apenas um genótipo:

- Motivo: procura-se aproveitar os efeitos da seleção já praticada para produzi-los.
- Aumenta-se a probabilidade de concentração de alelos favoráveis em um genótipo.
- Estes clones geralmente apresentam um nível já elevado de produtividade e uma série de características favoráveis, como resistência a doenças e pragas, acamamento, precocidade, etc.

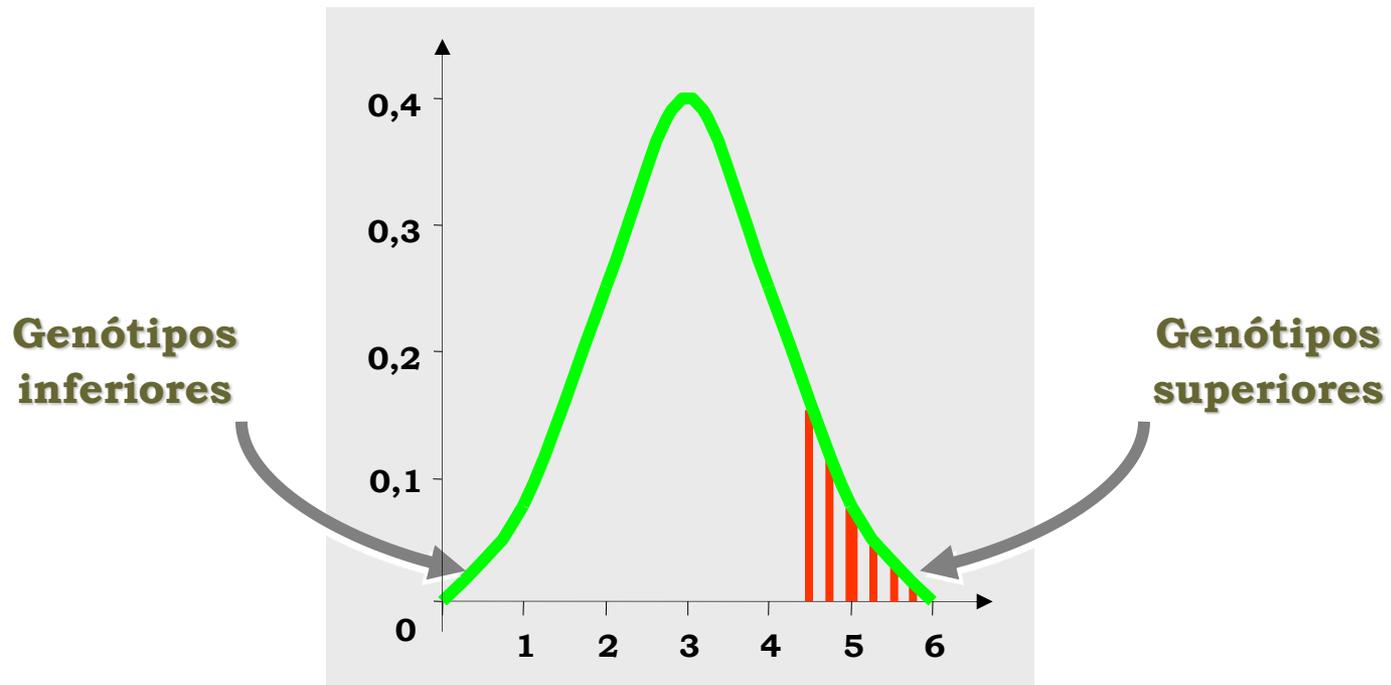
Assim, a variabilidade genética para os caracteres menos complexos que a produtividade é menor, permitindo que a seleção seja intensa para produtividade.



**Exemplo:** florescimento em cana-de açúcar: normalmente são cruzados parentais que não florescem na região do cultivo comercial.



b) Divergência genética: maximizar variabilidade em  $F_1$ , heterose



c) Complementariedade: concentrar características favoráveis em um único genótipo.

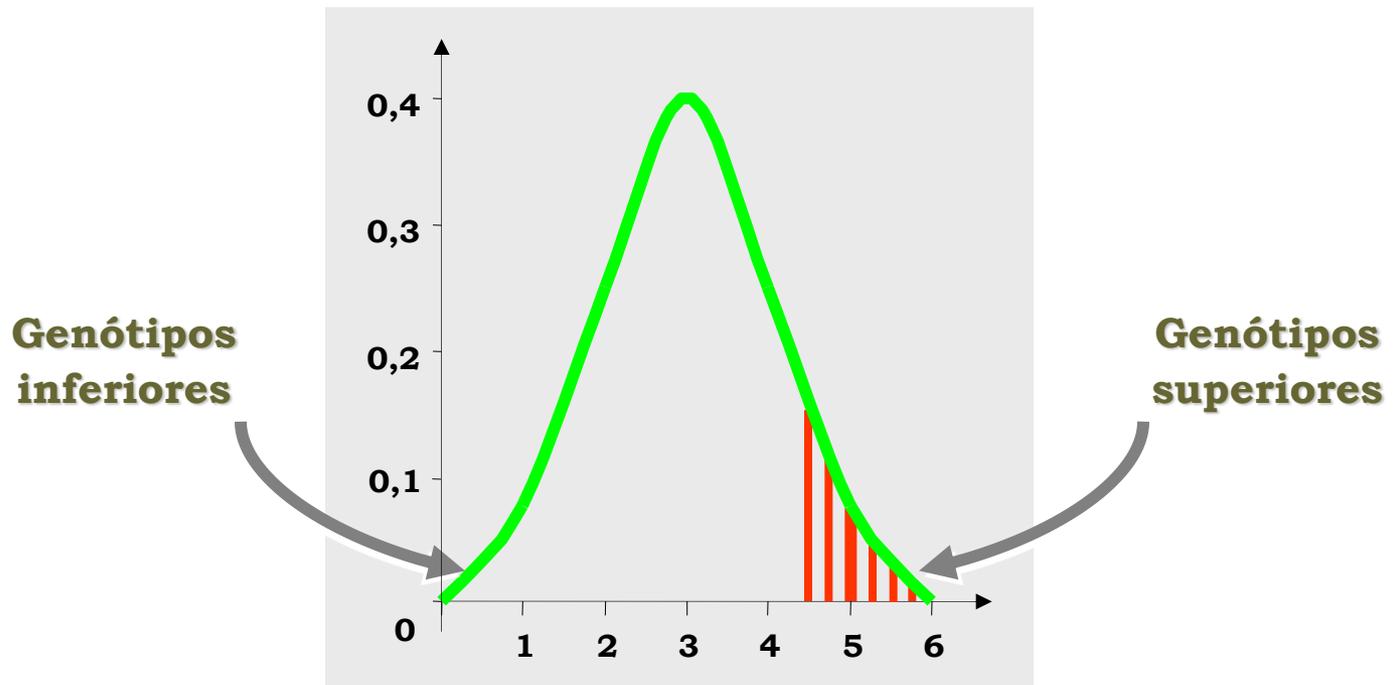
$$C_1(R_A S_B) \times C_2(S_A R_B) \Leftrightarrow \text{Objetivo: } C_3(R_A R_B)$$

d) Performance: Presença de Genes de interesse.

Banco de dados com informações sobre:  
Genealogias e divergências genéticas,  
complementariedade e performance dos caracteres  
de importância agronômica e/ou econômica.

## Avaliação e seleção

Objetivos: identificar, selecionar e multiplicar os genótipos superiores.



$$F = G + E$$

$$F_X = G_X + E_X$$

$$F_Y = G_Y + E_Y$$

➤ Sem repetições:

$$(F_X - F_Y) = (G_X - G_Y) + (E_X - E_Y)$$

➤ Com repetições:

$$(F_X - F_Y) = (G_X - G_Y) + \left(\frac{1}{r}\right)(E_X - E_Y)$$

➤  $h^2$  plantas individuais:

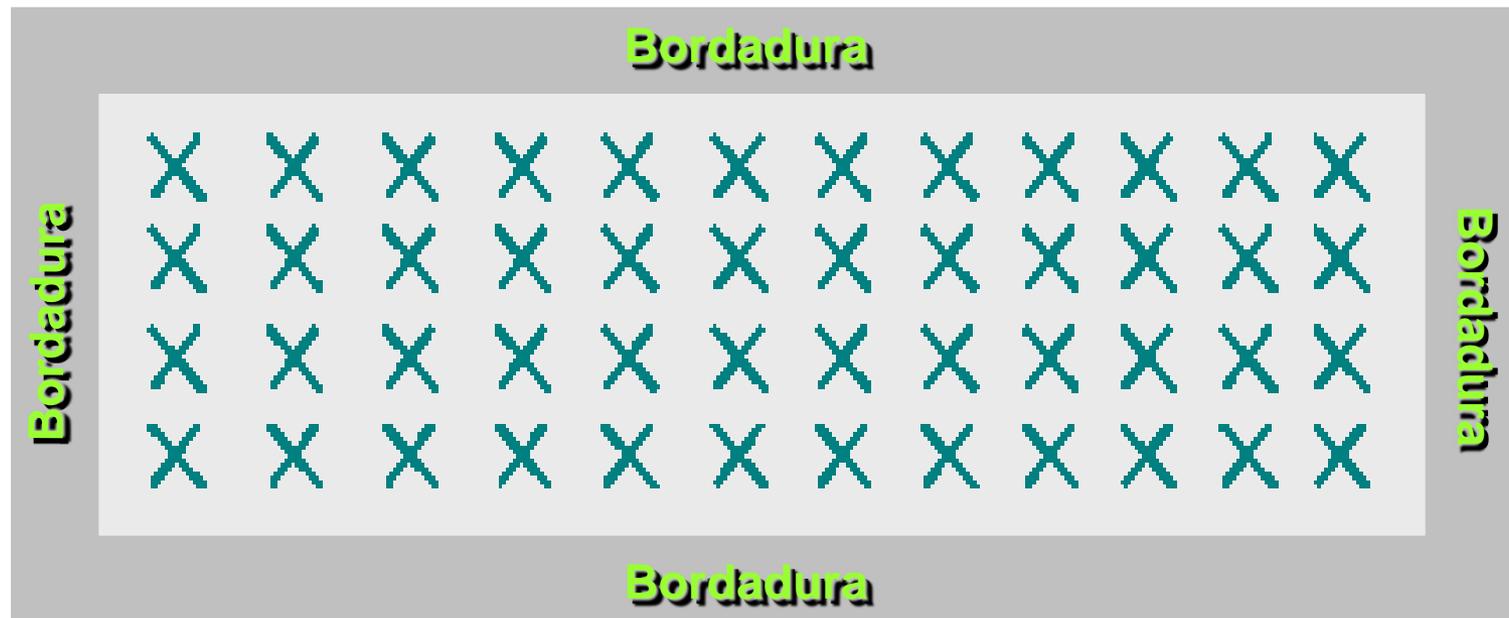
$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2} \rightarrow GS = ds \times h^2$$

➤  $h^2$  nível de médias de repetições:

$$h_{\bar{X}}^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \frac{\sigma_E^2}{r}} \rightarrow GS = ds \times h_{\bar{X}}^2$$

## Exemplo: Etapas de um programa de melhoramento

**1ª Etapa** ⇨ Obtenção dos indivíduos  $F_1$  ⇨ Sementes ⇨ Plantas individuais (10.000 a 20.000 em cana-de-açúcar).



- 
- Avaliação de plantas individuais:
    - competição completa.
  
  - Cada genótipo é diferente dos demais.
  
  - **Seleção massal**
    - Caracteres de alta herdabilidade (p. ex. resistência doenças e pragas, altura, precocidade).

**2ª Etapa** ⇒ cada planta selecionada é clonada.

Características desta fase:

- Experimentos com poucas repetições (reduzido número de clones/planta);
- Seleção com base nas médias;
- Poucas repetições: seleção para caracteres de herdabilidade alta e mediana.

Genótipos	I	II	Médias
<b>1</b>	$Y_{1I}$	$Y_{1II}$	$\bar{Y}_1$
<b>2</b>	$Y_{2I}$	$Y_{2II}$	$\bar{Y}_2$
...	...	...	...
<b>n</b>	$Y_{nI}$	$Y_{nII}$	$\bar{Y}_n$

**3ª Etapa** ⇒ avaliação dos genótipos selecionados na etapa anterior.

- Aumento do número de repetições;
- Seleção com base nas médias;

Genótipos	I	II	III	IV	V	VI	Médias
<b>15</b>	$Y_{15I}$	$Y_{15II}$	$Y_{15III}$	...	...	...	$\bar{Y}_{15}$
<b>22</b>	...	...	...	...	...	...	$\bar{Y}_n$
<b>38</b>	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
<b>n</b>	$Y_{nI}$	$Y_{nII}$	$Y_{nIII}$	...	...	...	$\bar{Y}_n$

Genótipos	I	II	III	IV	V	VI	Médias
<b>15</b>	$Y_{15I}$	$Y_{15II}$	$Y_{15III}$	...	...	...	$\bar{Y}_{15}$
<b>22</b>	...	...	...	...	...	...	$\bar{Y}_n$
<b>38</b>	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...
<b>n</b>	$Y_{nI}$	$Y_{nII}$	$Y_{nIII}$	...	...	...	$\bar{Y}_n$

- Valores fenotípicos mais precisos;
- Seleção com intensidade alta para caracteres de herdabilidade mediana e intensidade média para os de baixa herdabilidade.

**4ª Etapa** ⇒ Avaliação dos genótipos selecionados na etapa anterior.

- Aumento do número de repetições;
- Avaliação em diversos locais;
- Seleção com base nas médias (de repetições e de locais);
- Intensidade de seleção alta para caracteres de baixa herdabilidade.

**5ª Etapa** ⇨ seleção dos poucos genótipos selecionados na etapa anterior.

- Aumento do número de repetições;
- Aumento do número de locais onde são instalados os experimentos;
- Seleção do genótipo superior;
- **Origem dos cultivares.**

## **Atenção: Redução da Base Genética**

### **Causas e conseqüências:**

- Vulnerabilidade genética;
- Redução da  $\sigma_G^2$ ;
- Patamar de produtividade;
- Riscos: doenças e pragas.

Ampliar a base genética com introdução de material exótico que tenha potencial para integrar programas de melhoramento.

**Exemplo:** $Ce \quad X \quad Cc_1$  $F_1 \quad (50\% \ Ce; \ 50\% \ Cc_1) \quad X \quad Cc_2$  $F_1 \quad (25\% \ Ce; \ 25\% \ Cc_1; \ 50\% \ Cc_2)$  $75\% \ Cc$

## Bibliografia

1. Valois, A.C.C; Paiva, J.R.; Ferreira, F.R.; Filho, W.S.S.; Dantas, J.L.L. Melhoramento de espécies de propagação vegetativa. In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S. e Valadares-Inglis, M.C. (Eds.) Recursos genéticos & melhoramento – Plantas. p. 283-291, 2001.
2. Pereira, A.B. Melhoramento clonal. In: Dias, L.A.S. (Ed) Melhoramento genético do cacaueiro. p. 361-384, 2001.

**Obrigado!**

***jbaldin@usp.br***