



# ESALQ

## **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**



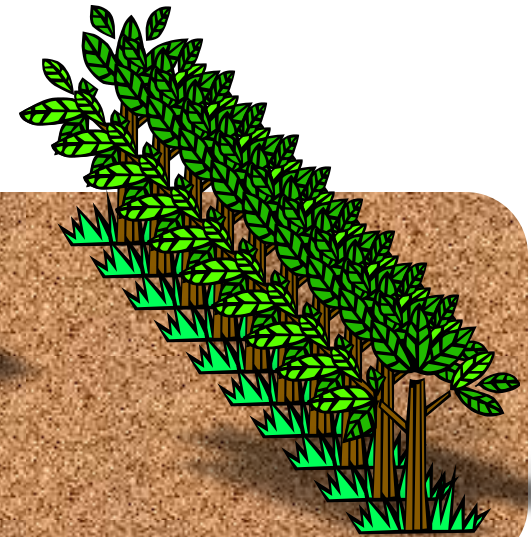
**100 plantas**

**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.**

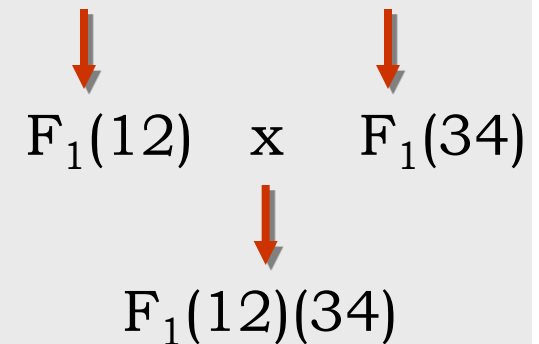


## Geração da variabilidade genética

### 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  $\Leftrightarrow$  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.

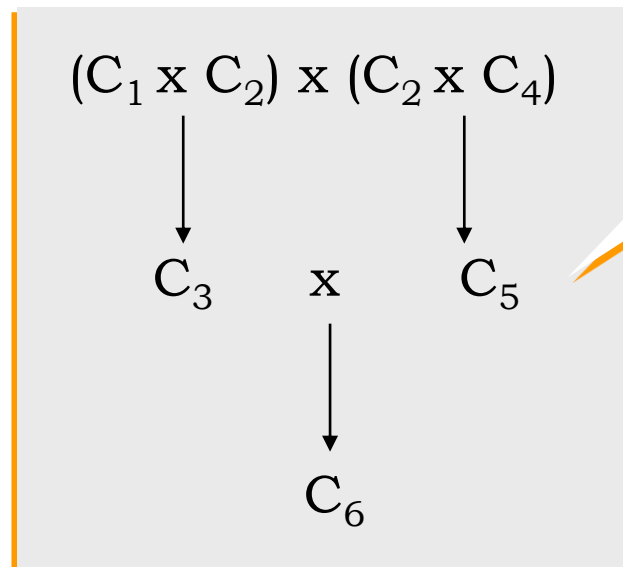


**Exemplo:** florescimento em cana-de açúcar: normalmente são cruzados parentais que não florescem na região do cultivo comercial.

## Escolha dos parentais

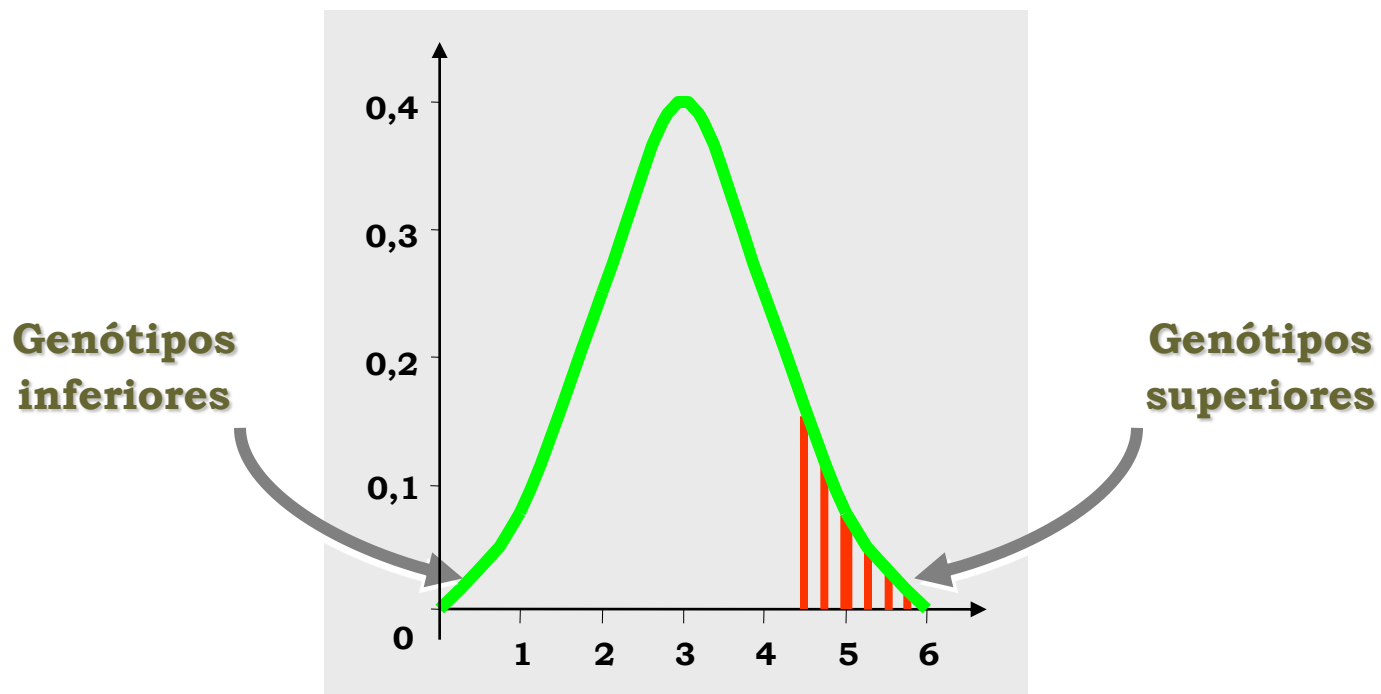
genealogias, divergência genética, complementariedade e performance

- a) Genealogias: evitar cruzamento de indivíduos aparentados (endogamia).



**$C_3$  e  $C_5$   
são meio-irmãos**

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





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

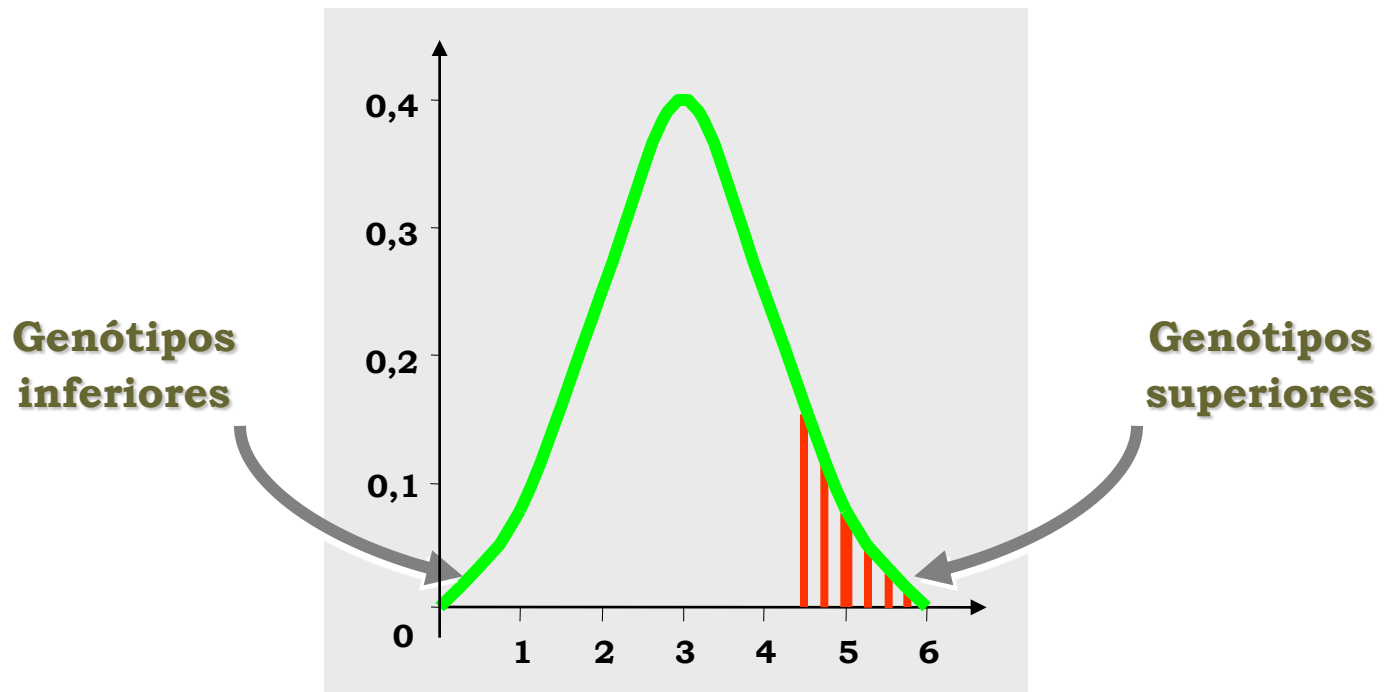
$$C_1(R_A S_B) \times C_2(S_A R_B) \Leftrightarrow \text{Objetivo: } C_3(R_A R_B)$$

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:

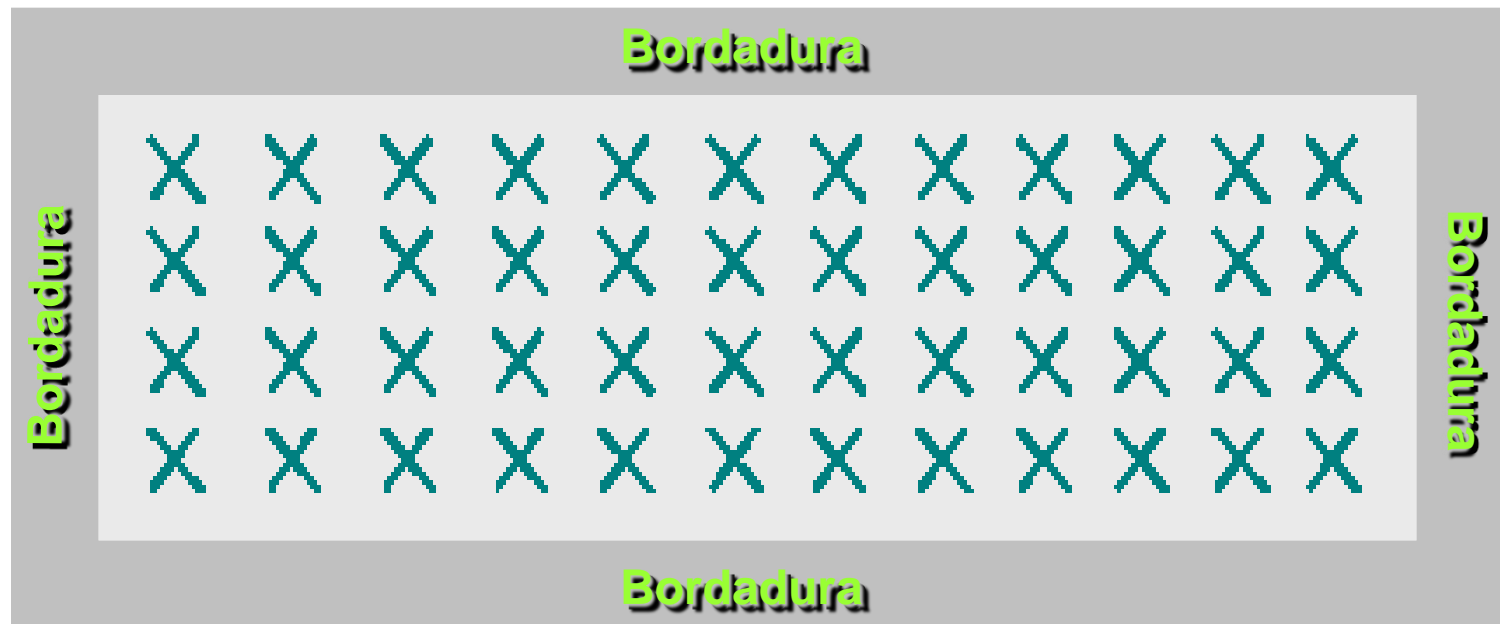
$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2} \rightarrow GS = ds \times h^2$$


➤  $h^2$  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**  $\Rightarrow$  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.



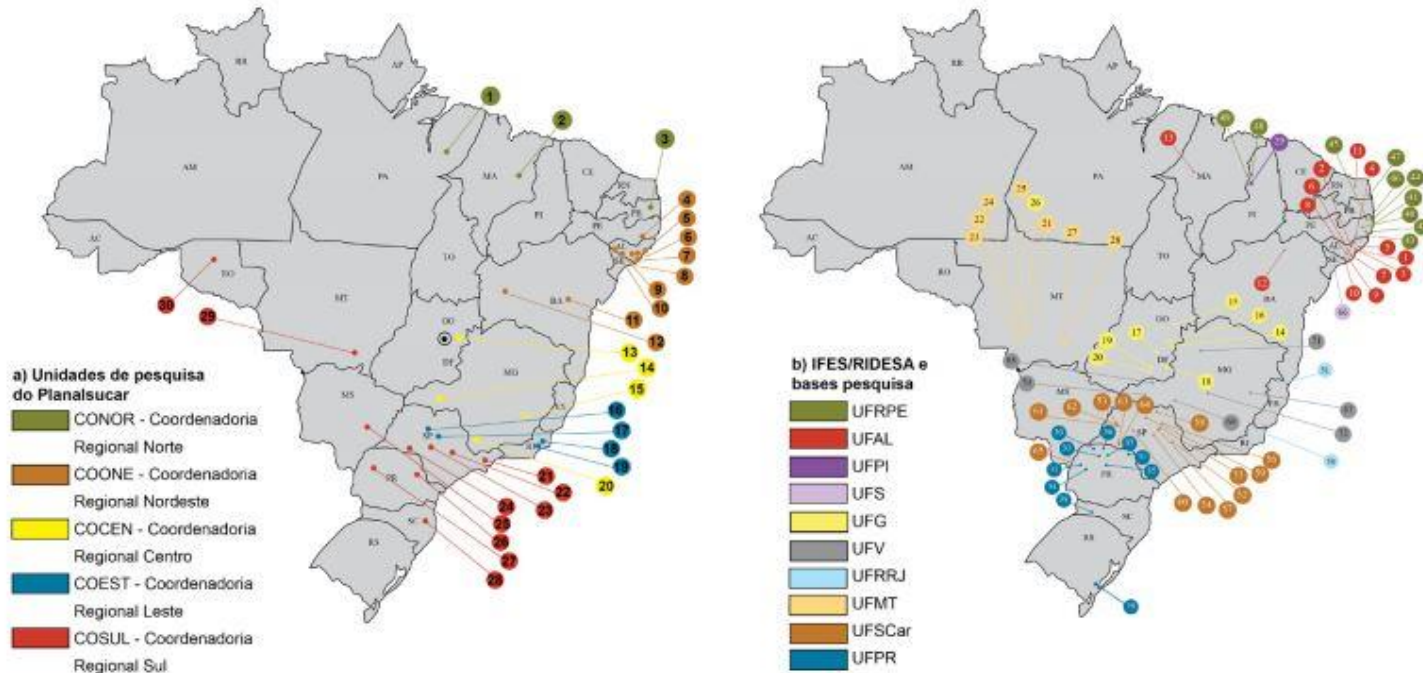
**4ª Etapa** ⇒ Avaliação dos genótipos selecionados na etapa anterior.

- 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.**

# RIDESA : Rede Interuniversitária para Desenvolvimento do Setor Sucroenergético do Brasil



**Figure 2.** (a) Areas that comprised PLANALSUCAR, which was formed by 30 experimental stations for research and their respective regional coordinators. (b) Later, PLANALSUCAR was incorporated in 1990 to federal universities (UFRPE, UFAL, UFPI, UFS, UFG, UFV, UFRRJ, UFMT, UFSCar and UFPR) and the coordination and areas were passed to RIDESA, which currently has 72 research bases, distributed by university.

## **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***