

LGN 313

Melhoramento Genético

Professores: Antonio Augusto Franco Garcia
José Baldin Pinheiro
Natal Antônio Vello

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Genética - ESALQ/USP
Segundo semestre - 2010

aafgarci@esalq.usp.br
baldin@esalq.usp.br
naavello@esalq.usp.br



Melhoramento de Espécies Alógamas

Introdução

Espécies alógamas

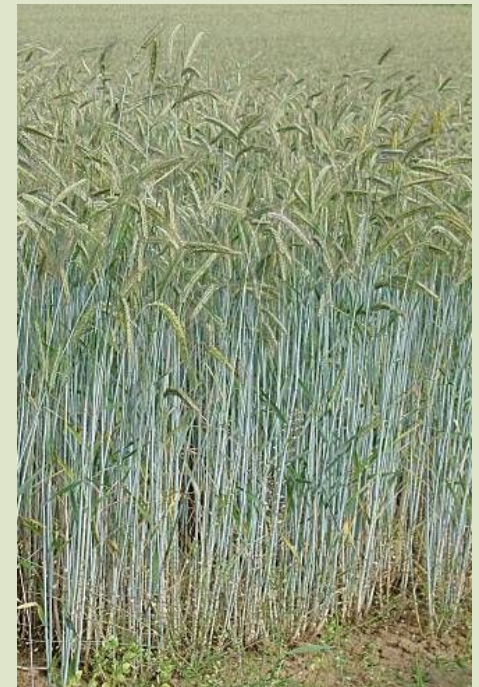
Reprodução: fecundação cruzada (mais de 95% de cruzamentos).

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

Introdução

Exemplos:

Cereais: Milho, milheto, girassol, centeio...



Introdução

Exemplos:

Hortalças (cebola, cenoura, beterraba e as brássicas):



Introdução

Exemplos:

Frutíferas: maçã, kiwi, maracujá, manga



Introdução

Mecanismos que favorecem a alogamia

- **Monoicia:** milho
 - **Dioicia:** kiwi e araucária
 - **Protoginia**
 - **Protandria**
- } frutíferas (abacate)
- **Auto-incompatibilidade:** brássicas e cacau

Estrutura Genética

Estrutura genética:

Determinada pela forma de acasalamento.

Populações de espécies alógamas:

Indivíduos “trocam” genes por ocasião da reprodução; uma população partilha de um mesmo conjunto gênico através das gerações.

Estrutura Genética

Considerando 1 loco com dois alelos:

$$f(A) = p \qquad f(a) = q$$

$$p + q = 1$$

Gametas ♀

Gametas ♂

	p(A)	q(a)
p(A)	$p^2 (AA)$	$pq (Aa)$
q(a)	$pq (Aa)$	$q^2 (aa)$

Cruzamentos ao acaso

Estrutura Genética

Proporção gamética na geração seguinte:

$$f(A) = p^2 + 1/2(2pq)$$

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

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

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

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: ***EQUILÍBRIO DE HARDY-WEINBERG.***

Estrutura Genética

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;
3. Parentais não transferem integralmente o genótipo a descendência; estes são formados a cada geração aleatoriamente;

Estrutura Genética

Conseqüências da alogamia:

4. Variabilidade genética associada a homozigose e heterozigose;
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;

Estrutura Genética

Conseqüências da alogamia:

6. Como os genitores não transferem o genótipo aos descendentes, o melhoramento destas espécies visa aumentar a freqüência 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.

Seleção de Híbridos

Base Genética:

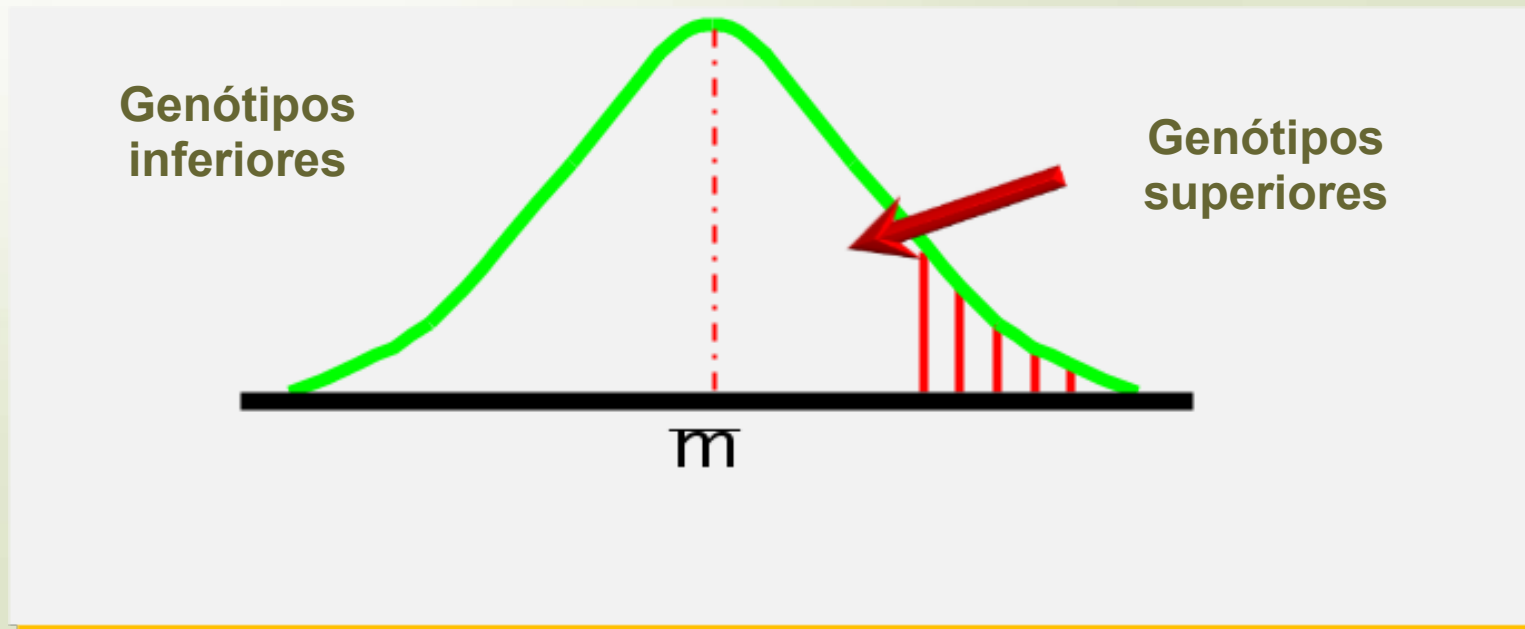
Espécies alógamas que não podem ser propagadas vegetativamente (ex: milho e girassol)



seleção feita via **endogamia-hibridação**
(método de obtenção de híbridos).



Seleção de híbridos



Objetivo: selecionar e reproduzir os genótipos das plantas superiores.

Seleção de Híbridos

Procedimentos:

1. As plantas são submetidas a endogamia até se obterem linhagens homozigóticas ou puras que podem ser reproduzidas indefinidamente;
2. As diferentes linhagens homozigóticas são cruzadas e os melhores híbridos são selecionados;
3. Os híbridos selecionados podem ser sempre obtidos uma vez que as linhagens são passíveis de manutenção

Seleção de Híbridos



Linhagem B73 (esquerda), linhagem Mo17 (centro) e o híbrido B73 x Mo17 (direita).
Universidade de Nebraska (2004)



Linhagem B73 (esquerda), o híbrido B73 x Mo17 (centro) e linhagem Mo17 (direita).
Universidade de Nebraska (2004)

Seleção de Híbridos

Observação:

O híbrido selecionado refere-se a um genótipo já existente na população, que é apenas identificado e fixado. Portanto, o programa de híbridos não gera novos genótipos.

Seleção de híbridos

Populações base:

Os híbridos são, geralmente, obtidos de cruzamentos de linhagens oriundas de Grupos Heteróticos diferentes, visando explorar a **heterose**.

Os híbridos formados por cruzamentos de linhagens oriundas de diferentes grupos heteróticos apresentarão **performances superiores** daqueles híbridos formados por cruzamentos de linhagens oriundas do mesmo grupo heterótico (Hallauer *et al.*, 1988).

Exemplo 1

Duas linhagens homozigotas (podem ser reproduzidas):

L_1 : AAbbCCDDeeff

L_2 : aaBBccDDeeFF

Gametas: AbCDef

Gametas: aBcDeF

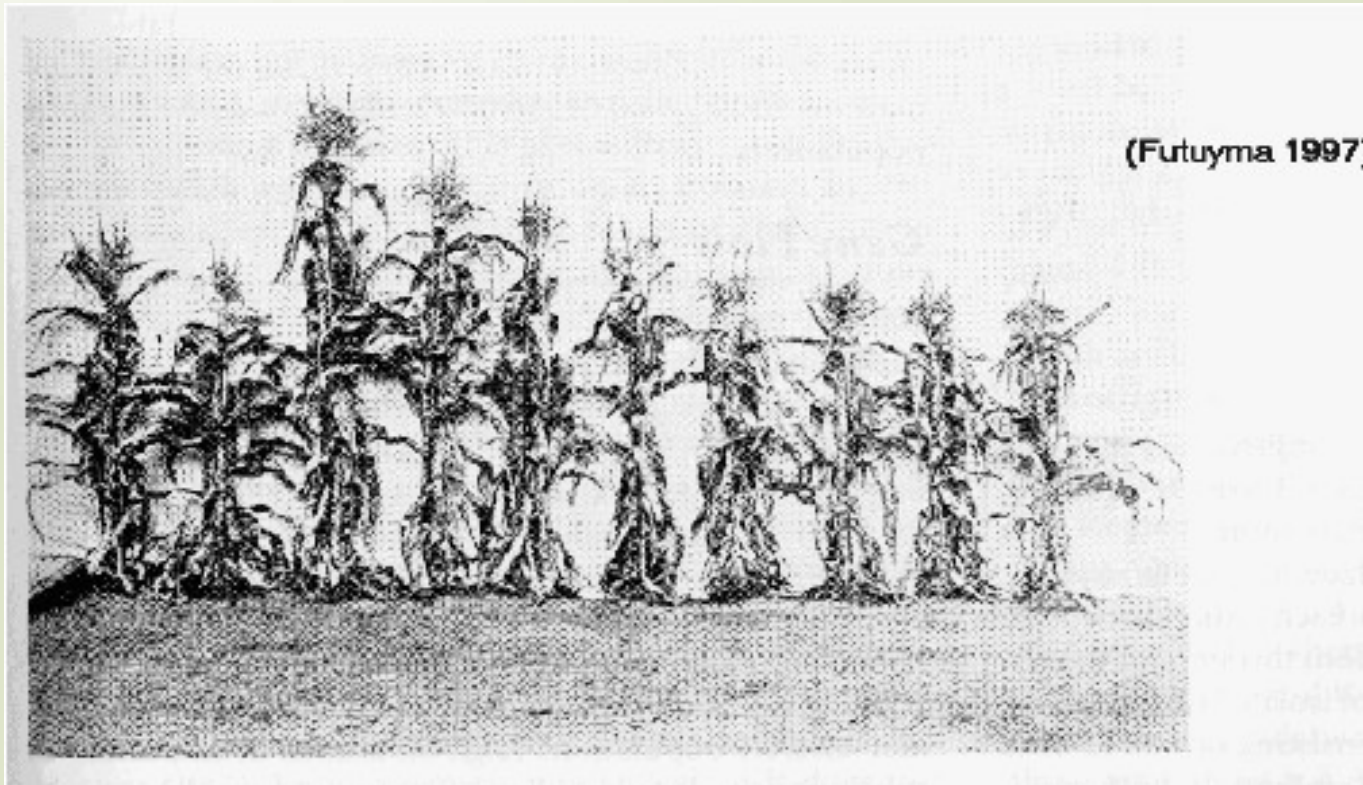
$L_1 \times L_1$: AAbbCCDDeeff = L_1

$L_2 \times L_2$: aaBBccDDeeFF = L_2

Híbrido $\rightarrow L_1 \times L_2$: AaBbCcDDeeFf

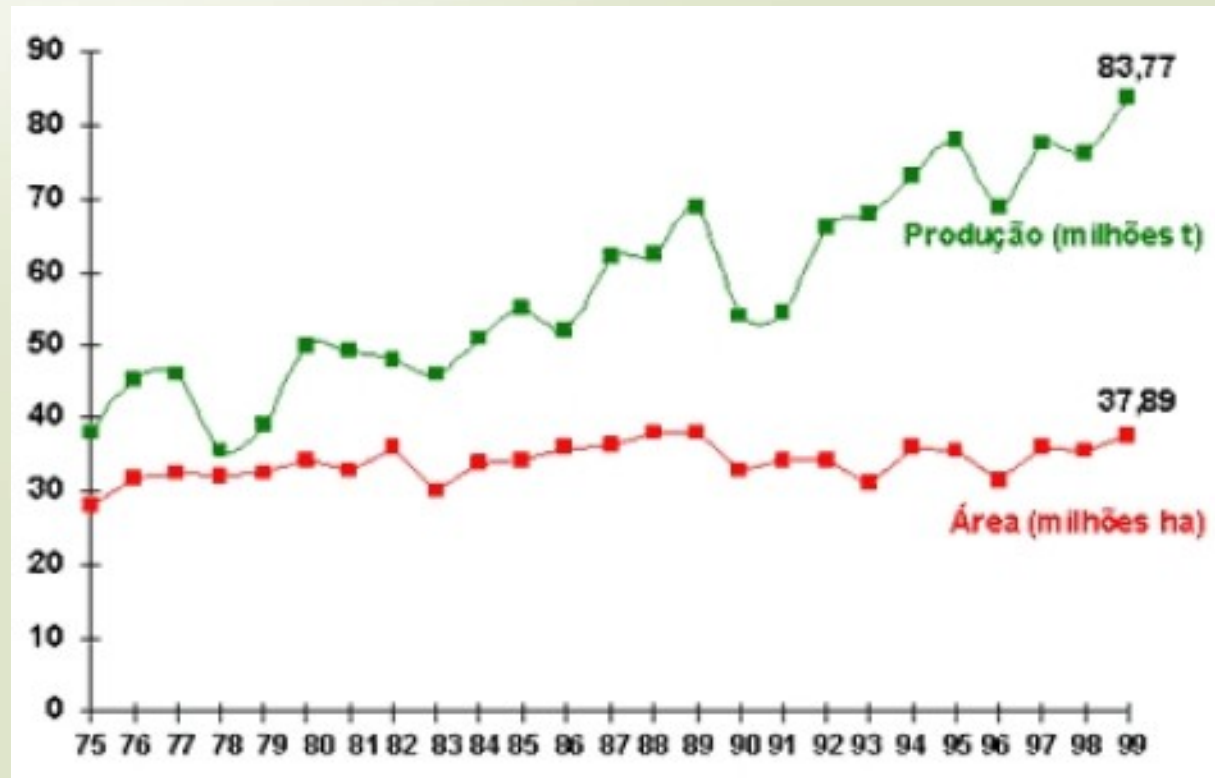
Exemplo 02

Depressão por endogamia e heterose em milho



Exemplo 03

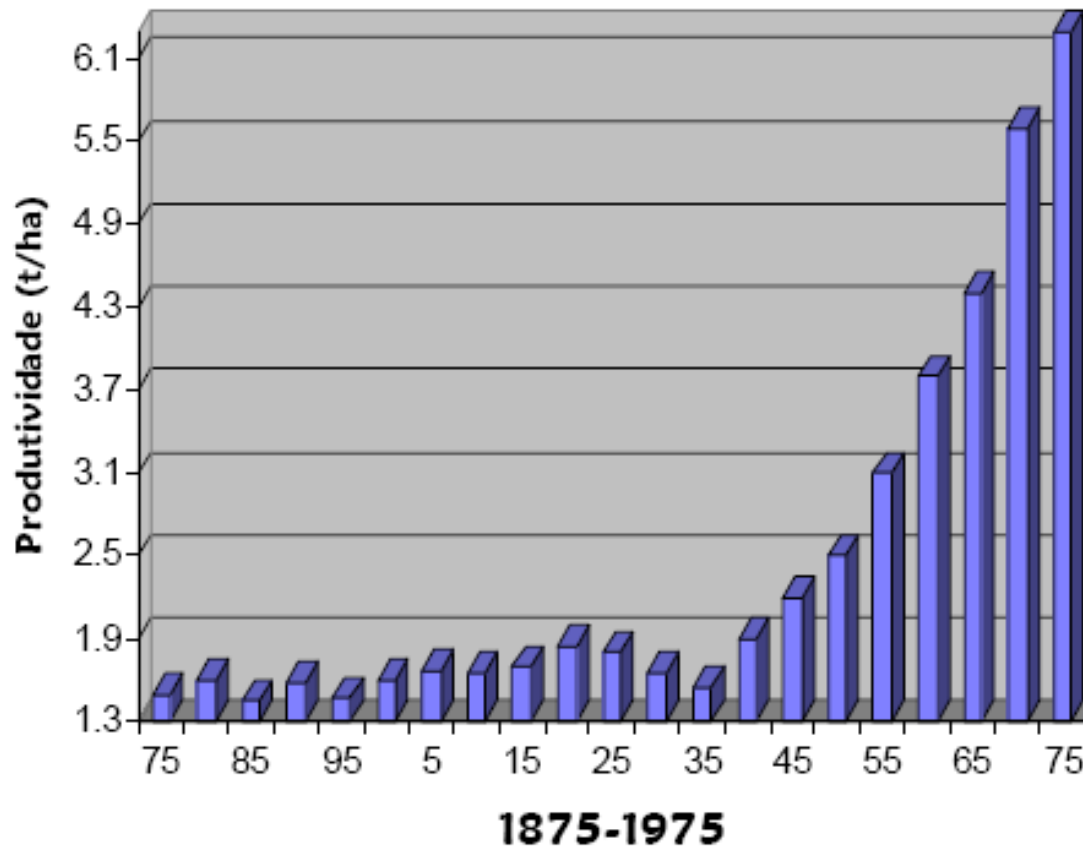
Evolução da área de produção de grãos no Brasil



(Fonte Contini, 1999)

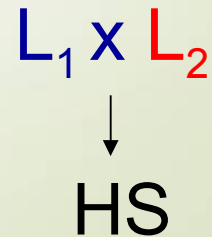
Exemplo 04

Produtividade de milho nos EUA

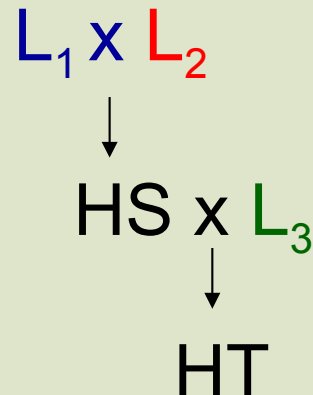


Tipos de Híbridos

Híbrido simples: cruzamento de 2 linhagens



Híbrido triplo: cruzamento de 1 HS com 1 linhagem



Obtenção de Linhagens

Problemas:

- Depressão por endogamia muito acentuada para caracteres de baixa herdabilidade, tais como a produtividade.
- A linhagem deve ter um nível mínimo de performance para ser considerada aceitável.
- Não há correlação entre o comportamento das linhagens e seus híbridos.
- Com n linhagens tem-se:

O b t e n ç ã o d e l i n h a g e n s

Com n linhagens tem-se:

$$HS = \frac{n(n-1)}{2}$$

$$HT = \frac{n(n-1)(n-2)}{2}$$

$$HD = \frac{n(n-1)(n-2)}{8}$$

Obtenção de linhagens

Para n = 20	Para n = 100
190 HS	4.950 HS
3.420 HT	485.100 HT
14.535 HD	11.763.675 HD

Não é possível obter e avaliar todos os genótipos!

Seleção de linhagens para capacidade geral de combinação

As linhagens obtidas são cruzadas com um testador (variedade, linhagem), e os cruzamentos são avaliados em experimentos com repetições. Com base nos resultados dos experimentos, são selecionadas as linhagens cujos cruzamentos apresentaram melhor comportamento.

Predição de híbridos

$$HT_{(AB)(C)} = (1/2)(HS_{(AC)} + HS_{(BC)})$$

$$HD_{(AB)(CD)} = (1/4)(HS_{(AC)} + HS_{(AD)} + HS_{(BC)} + HS_{(BD)})$$

Logo, tendo-se os comportamentos dos híbridos simples, pode-se **predizer** o comportamento de todos os híbridos triplos e duplos possíveis.

Grupos Heteróticos

População A

População B

$$Heterose = F_1 - \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right)$$

