

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Aula 04

Sistemas Reprodutivos das plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Introdução

- Na natureza as espécies vegetais podem se reproduzir assexuadamente ou sexuadamente.
- Pode-se ter as seguintes classificações:
 - Assexuada;
 - Sexuadas:
 - Autógamas
 - Alógamas


Aula 4.1

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento



ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Exemplos

Reprodução vegetativa



Alógama

Autógama

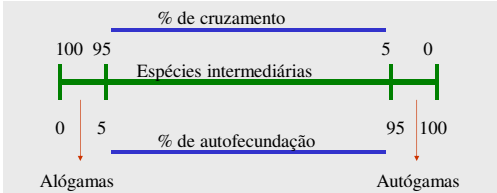
Aula 4.1

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Definições:

- Plantas alógamas: apresentam acima de 95% de fecundação cruzada.
- Plantas autógamas: apresentam até 5% de fecundação cruzada.



Aula 4.1

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Por possuírem diferentes estruturas genéticas, existem diferentes métodos para se desenvolver cultivares que levam em consideração o sistema de reprodução da espécie (espécie de reprodução vegetativa, autógama ou alógama).

Aula 4.1

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Importância de conhecer o sistema reprodutivo:

- Melhoramento e manejo varietal;
- Autógamas:
 - possibilidade de usar semente própria;
- Alógamas:
 - exploração da heterose ou vigor híbrido.

Aula 4.1

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Estrutura Genética

Espécies autógamas

► São espécies em que predominam a autofecundação natural.

Implicações

Como as espécies praticam a autofecundação natural, a frequência de locos heterozigotos (Aa) deve ser muito baixa (próxima de zero), uma vez que em cada geração de autofecundação os heterozigotos são reduzidos a metade.

Aula 4.2

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Exemplo: cruzamento de duas variedades

	$V_1 (AA) \times V_2 (aa)$		
F_1		Aa	
F_2	(1/4) AA	(1/2) Aa	(1/4) aa
F_3	(3/8) AA	(1/4) Aa	(3/8) aa
F_4	(7/16) AA	(1/8) Aa	(7/16) aa
...
F_n	$[1-(1/2)^n]/2$	$(1/2)^n$	$[1-(1/2)^n]/2$
...
F_∞	1/2	0	1/2

Aula 4.2

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Assim têm-se:

$(1/2)^n = \text{heterozigotos}$

$1 - (1/2)^n = \text{homozigotos}$

Portanto, temos:

Coeficiente de endogamia: $F = 1 - (1/2)^n$

Sendo assim:

Na sexta geração de \otimes : $F = 98,4375\%$ de homozigotos

Aula 4.2

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Importância para o melhoramento

► Uma população de uma espécie autógama é constituída de uma mistura de genótipos homozigóticos, pois os indivíduos são independentes quanto a reprodução, não ocorrendo troca de genes entre plantas, tendo-se, portanto, plantas homozigóticas.

► Neste caso a variabilidade genética é devido a presença de diferentes genótipos homozigóticos.

Aula 4.2

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

► Note que há presença de variabilidade, que é função do número de genes que controlam o caráter.

► Os programas de melhoramento das espécies autógamas são delineados para que no final do processo a homozigose seja restaurada, produzindo apenas plantas homozigotas (linhas, linhas puras, linhagens, linhagens endógamas).

Aula 4.2

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Exemplos de espécies autógamas

Cereais	Frutíferas	Leguminosas
Cevada	Abricó	Grão-de-bico
Trigo	Nectarina	Feijão
Aveia	Pêssego	Amendoim
Arroz	Citros	Ervilha
Sorgo		Soja

Aula 4.2

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Espécies alógamas

- São espécies em que predominam o cruzamento natural, ocorrendo troca de genes entre os indivíduos de uma mesma população.
- Sendo p e q as frequências dos alelos A e a, e com cruzamentos ao acaso, tem-se:

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

Aula 4.2
Sistemas Reproditivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Genótipos	Frequência
AA	p^2
Aa	pq
aa	q^2

Devido ao cruzamento, têm-se p^2 plantas com genótipo AA, $2pq$ plantas com genótipo Aa e q^2 plantas com genótipo aa.

Aula 4.2
Sistemas Reproditivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Tem-se, então, variabilidade genética devido à presença de genótipos homocigóticos e heterocigóticos.

- Espécies alógamas:
 - **Depressão por endogamia** (diminuição do valor fenotípico médio de uma população devido aos acasalamentos consanguíneos).
 - **Carga genética** (qualquer redução da adaptabilidade média de uma população devido à existência de genótipos com adaptabilidade menor que aquela do genótipo mais adaptado).

Aula 4.2
Sistemas Reproditivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Exemplos de espécies alógamas

Cereais	Frutíferas	Leguminosas
Molho	Maçã	Alfafa
Azevém	Abacate	Trevo
	Uva	
	Manga	
	Mamão	

Aula 4.2
Sistemas Reproditivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos de controle da polinização

Cleistogamia: mecanismo que permite a autofecundação antes da abertura da flor.



Soja



Feijão

Aula 4.3
Sistemas Reproditivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos que favorecem o cruzamento

Protoginia: O estigma fica receptivo antes do amadurecimento do grão-de-pólen.



Abacate

Aula 4.3
Sistemas Reproditivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos que favorecem o cruzamento

Protandria: pólen é liberado antes do estigma estar receptivo.



Milho

Aula 4.3

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos que favorecem o cruzamento

Monoicia: sexo separados na mesma planta.



Curcubitaceae

Aula 4.3

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos que favorecem o cruzamento

Dioiccia: sexos separados em plantas femininas e masculinas.



Mamão

Aula 4.3

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos que favorecem o cruzamento

Dioiccia: sexos separados em plantas femininas e masculinas.



Mamão

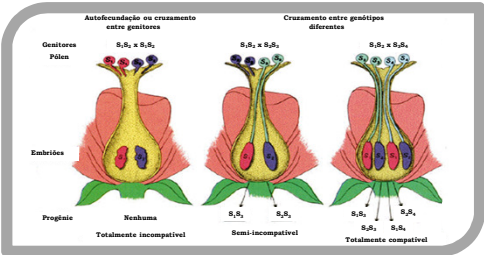
Aula 4.3

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Mecanismos que favorecem o cruzamento

Autoincompatibilidade: loco com série alélica S_1, S_2, S_3, \dots



Aula 4.3

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Autoincompatibilidade

Gametofítica

- O fenótipo do pólen, para a reação de incompatibilidade é determinado pelo alelo S que ele possui. Na flor feminina, cada alelo S é responsável por uma glicoproteína específica, ocorrendo portanto uma interação alélica do tipo codominância.

Aula 4.3

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Autoincompatibilidade

➤ **Esporofítica**

- O fenótipo do pólen, para a reação de incompatibilidade é determinado pelo genótipo da célula mãe do grão de pólen, em vez de seu próprio alelo S.
- Há produção de um “antígeno” na célula mãe do grão de pólen, para em seguida terminar a meiose e formar os grãos de pólen, os quais já recebem o “antígeno”.

Aula 4.3
Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Autoincompatibilidade

➤ **Esporofítica**

- Uma interação freqüentemente observada é a dominância completa e, nesse caso, forma-se apenas o “antígeno” devido ao alelo dominante, que é passado a todos os grãos de pólen.

Aula 4.3
Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

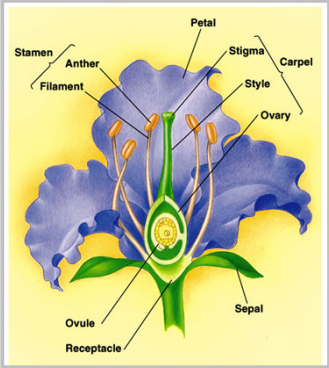
Determinação do modo de reprodução

A) Exame da estrutura floral:

- Flores hermafroditas: alógamas ou autógamas.
- Flores dióicas: alógamas.
- Flores monóicas: alógamas.

Aula 4.4
Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro



Aula 4.4
Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Determinação do modo de reprodução

B) Exame da polinização:



Ex.: Algodão e espécies da mesma família

Aula 4.4
Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Tipos de polinização:

- autofecundação: **autógamas**
- polinização pelo vento, insetos, pássaros: **alógamas**



Exemplo de polinização em soja

Aula 4.4
Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Tipos de polinização:

➤ Polinização realizada por insetos



Aula 4.4

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Tipos de polinização

➤ Exemplo de polinização pelo vento



Aula 4.4

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Determinação do modo de reprodução

C) Produção de sementes de plantas isoladas:

- Produção de sementes ⇔ autógama?
- Não produção de sementes ⇔ alógama?

Aula 4.4

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Determinação do modo de reprodução

C) Hibridação artificial :



Autógama


Aula 4.4

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Determinação do modo de reprodução

C) Autofecundação artificial :



Alógama

Aula 4.4

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento

ESALQ/USP - LGN-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Bibliografia

1. Allard, R.W. (1971) Princípios do Melhoramento Genético das Plantas. Editora Edgard Blücher Ltda. Capítulos 4 e 5.
2. Borém, A. (Ed.) (1999) Hibridação artificial de plantas. Editora UFV. Pg. 269-294 e 401-426.

Aula 4.4

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento



ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro

Aula 04

Obrigado!
jbaldin@usp.br

Sistemas Reprodutivos das Plantas cultivadas e suas relações com o melhoramento