

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

Aula 07

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

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).

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 7.1

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 7.2

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

Exemplo:

P1 AAbb X P2 aaBB

↓

F₁ Aa Bb ⊗

↓

F₂ AAbb; aaBB; AaBb; **AABB**; **AaBB**.....

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 7.2

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

- 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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 7.2

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

1. Seleção de Parentais

- **Aspectos a serem considerados**
 - a. **Caracteres agrônômicos 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 agrônômicas.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 7.2

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.2

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.2

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.2

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

Dentre os procedimentos disponíveis de escolha de pais, 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

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.2

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

- Parciais

	P1	P2
P3	F ₁ (1,3)	F ₁ (2,3)
P4	F ₁ (1,4)	F ₁ (2,4)

- Circulantes

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.2

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

c. Divergência genética:

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

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.2

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

$P_1 \rightarrow \star \times \star \leftarrow P_2$
↓
 $F_1 \star \star \star \star \star \star$
⊗
F2
F3
F4
F5
F6

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

↓
Procedimentos comuns para todos os métodos

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

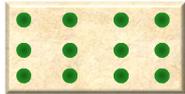
1. Métodos que não separam as fases de endogamia e seleção

- 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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

$P_1 \rightarrow \star \times \star \leftarrow P_2$
↓
 $F_1 \star \star \star \star \star \star$
⊗
F2



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

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

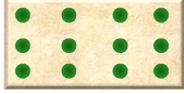
F3



Selecionam-se plantas. As sementes são misturadas e semeadas para formar a população da geração F_4 .

↓

F6

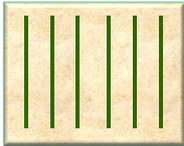


Nesta geração, colhem-se as plantas individualmente, para dar origem às linhagens ou famílias da geração F_7 .

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

F7



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

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

➤ **Método Genealógico - Pedigree**

▪ Tem como princípio a seleção de plantas individuais a partir da geração F₂, as quais são colhidas isoladas e semeadas em linha na geração F₃, 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.

Aula 7.3

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

P₁ → ♂ × ♀ ← P₂

↓

F₁ ♂ ♀ ♂ ♀ ♂ ♀

⊗

F₂

Plantas espaçadas

Aula 7.3

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

F₃

Plantas em fileiras.

↓

F₄

Famílias de plantas em fileiras. Processo se repete até F₇.

Aula 7.3

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

F₇

Família de plantas em fileiras.

↓

F₈

Ensaio de produção preliminar.

Aula 7.3

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

F₉
a
F₁₃

Ensaio de produção

↓

Nova Variedade

Aula 7.3

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

➤ Aspectos favoráveis do método genealógico

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

Aula 7.3

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

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

Aspectos desfavoráveis do método genealógico

- Necessita de muitas anotações;
- Requer maior trabalho e área experimental;
- Necessidade de pessoas experientes.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

- 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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

- 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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

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 homozigotos é menor e não há vantagem em se protelar mais a abertura do *bulk*.

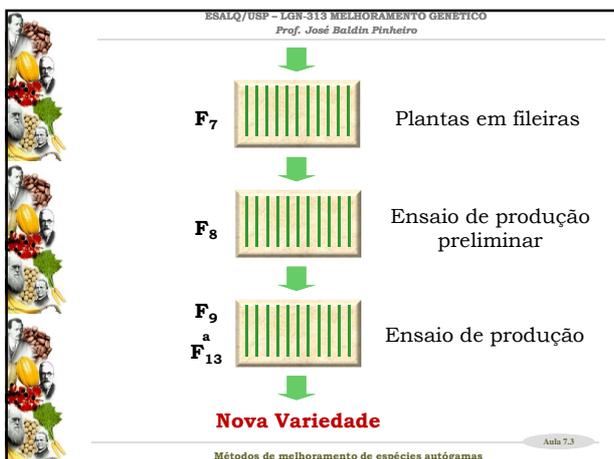
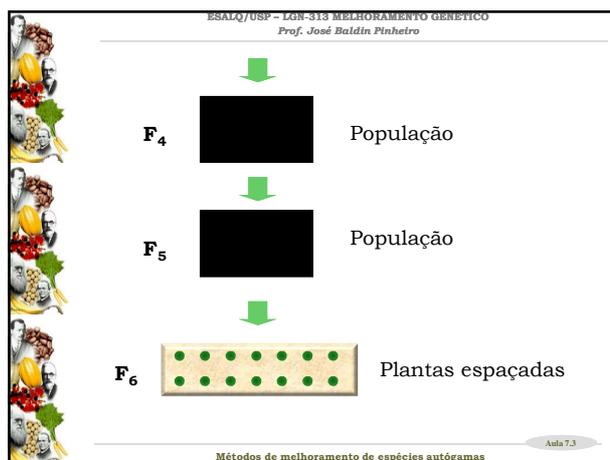
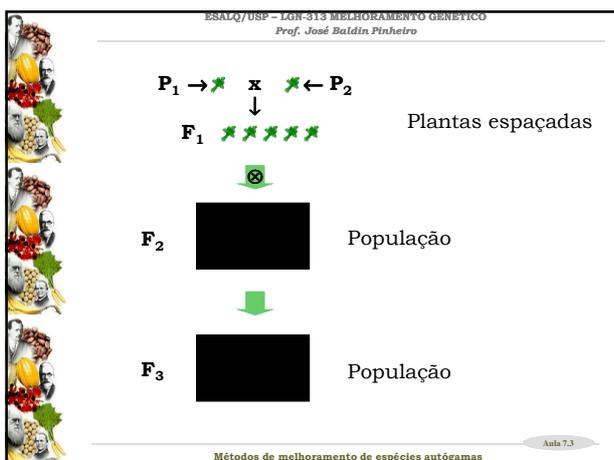
Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

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)
F_1	0	100	0	0
F_2	25	50	25	50
F_3	37,5	25	37,5	75
F_4	43,65	12,5	43,65	87,5
F_5	46,875	6,25	46,875	93,75
F_6	48,4375	3,125	48,4375	96,875
F_7	49,2188	1,5625	49,2188	98,4375
F_n	50	0	50	100

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3



- ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro
- Aspectos favoráveis do método da população
 - Simplicidade e baixo custo;
 - Permite mecanização;
 - Importância da seleção natural;
 - Pode ser facilmente associada com outros métodos.
- Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

- ESALQ/USP - LGR-313 MELHORAMENTO GENÉTICO
Prof. José Baldin Pinheiro
- 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.
- Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

Comparação entre os métodos da população e genealógico

População (Bulk)	Genealógico (Pedigree)
seleção natural até F_5 ou F_6	seleção artificial a partir da geração F_2
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

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.3

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

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.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.4

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

Bibliografia

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

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 7.4

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

Aula 07

Obrigado!
jbaldin@usp.br

Métodos de melhoramento de espécies autógamas