

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

Aula 08

Melhoramento de espécies autógamas - Método SSD, Método do Retrocruzamento

1

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

MÉTODO DESCENDENTE DE UMA SEMENTE (SSD - SINGLE SEED DESCENDENT)

- Foi proposto com o intuito de reduzir o tempo requerido para se atingir uma alta proporção de locos em homozigose, por meio do avanço das gerações fora da época normal de sementeira da cultura;

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 8.1

2

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

- Consiste em avançar as gerações segregantes, tomando uma única semente de cada indivíduo, já a partir da geração F_2 , para obter a geração seguinte;
- Dessa forma, cada linhagem corresponde a uma planta F_2 diferente e, portanto, reduz-se a perda devido à amostragem deficiente.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 8.1

3

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

Método SSD

$P_1 \rightarrow \times \leftarrow P_2$
 F_1

F_2

Uma única semente por planta

Colhe-se apenas uma semente de cada planta da população, as quais são misturadas para a obtenção da geração F_3

F_3

Uma única semente por planta

Novamente colhe-se uma semente por planta, tomando-se uma amostra de todos os indivíduos da população. Estas sementes são misturadas e sementes para formar a geração F_4 . O processo se repete até a geração F_n .

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Aula 8.1

4

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

Método SSD (cont.)

Nesta geração colhem-se plantas individuais cujas sementes darão origem às famílias $F_{6.7}$.

As famílias serão avaliadas em experimentos com repetição

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Anla 8.1

5

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

Seleção pelo Método SSD (Single Seed Descendent)

Variedade A x Variedade B

F_2 (plantas espaçadas)	●	●	●	●	...	●
F_3 idem	↓	↓	↓	↓	...	↓
F_4 idem	●	●	●	●	...	●
F_5 (plantas individuais)	↓	↓	↓	↓	...	↓
F_7 (plantas em fileiras)					...	
F_8 (ensaio de produção)					...	
F_9 a F_{12} (ensaios de produção)					...	

Nova variedade

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Anla 8.1

6

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

Variações do método:

- ▶ **Método SPD** - "Single Pod Descendent" (Descendente de uma única vagem);
- ▶ **Método SPDS** - "Single Pod Descendent with Selection" (Descendente de uma única vagem com seleção);
- ▶ **Método SHD** - "Single Hill Descendent" (Descendente de uma cova por planta F_2);
- ▶ **Método SHDT** - "Single Hill Descendent Thinned" (Descendente de uma cova por planta F_2 com desbaste).

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Anla 8.1

7

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

▶ Método SPD - "Single Pod Descendent" (Descendente de uma única vagem)

- Consiste em colher, a partir da geração F_2 até F_4 , uma vagem com duas ou três sementes por planta e debulhá-las conjuntamente para a semeadura da geração seguinte (recomendável a colheita de duas amostras).

Métodos de melhoramento de espécies autógamas

Anla 8.1

8

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

► Método SPDS - “Single Pod Descendent with Selection” (Descendente de uma única vagem com seleção)

- Conduzido da mesma maneira que o SPD, apenas não colhendo vagens de plantas pobres agronomicamente nas gerações F_2 a F_4 ;
- Por exemplo, na cultura da soja, a altura de planta recomendada para um cultivar comercial varia de 70 a 100 cm, as que estiveram fora deste padrão não contribuirão com vagens na próxima geração.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

9

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

► Método SHD - “Single Hill Descendent” (Descendente de uma cova por planta F_2)

- Consiste em se utilizar algumas sementes (12 na cultura da soja) de cada planta F_2 para constituir cada cova de plantas F_3 , todas as plantas da cova F_3 são trilhadas conjuntamente e uma nova amostra formará a cova F_4 ;
- Em F_5 colhe-se uma planta por cova para formar uma linhagem pura.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

10

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

Método SHD

$P_1 \rightarrow \times \leftarrow P_2$
 F_1

F_2 Colheita de sementes F_3 de cada planta F_2 individualmente.

F_3 Cultivo da população F_3 em covas. Colheita e debulha de todas as plantas de cada cova conjuntamente.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

11

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

Método SHD (Cont.)

F_3 Colheita e debulha de uma planta individual agronomicamente superior dentro de cada cova (nível elevado de homozigose)

$F_{6.5}$ Testes de linhagens avançadas $F_{6.5}$
 $L_1, L_2, L_3, L_4, \dots, L_n$

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

12

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

➤ Método SHDT - “Single Hill Descendent Thinned” (Descendente de uma cova por planta F₂ com desbaste)

- Quando a maioria das plantas da cova apresentam a primeira trifoliolada completamente desenvolvida, é feito o desbaste deixando-se uma única planta por cova.

Aula 8.1
Métodos de melhoramento de espécies autógamas

13

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

Aspectos favoráveis dos métodos SSD e derivados:

- Maneiras fáceis de conduzir populações em gerações segregantes;
- A seleção natural não influencia as populações, a não ser que os genótipos não produzam pelo menos uma semente;
- O cultivo das populações segregantes pode ser feito em qualquer ambiente (verão, inverno, telados, casa-de-vegetação e locais diferentes).

Aula 8.1
Métodos de melhoramento de espécies autógamas

14

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

Aspectos desfavoráveis dos métodos SSD e derivados:

- Quando é realizada a seleção artificial em gerações segregantes, a mesma é baseada no fenótipo de plantas individuais e não no desempenho da progênie;
- A seleção natural não pode influenciar a população de um maneira positiva, a não ser que os genótipos não germinem ou não deixem sementes na descendência.

Aula 8.1
Métodos de melhoramento de espécies autógamas

15

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

Aspectos específicos dos métodos SSD e derivados:

- **SSD - aspectos favoráveis**
 - A essência desse método é o rápido avanço das gerações segregantes;
 - Requer menos área que o método SHD;
 - Qualquer planta na população é descendente de uma planta F₂ diferente, o que resulta em maior variabilidade genética nas populações.

Aula 8.1
Métodos de melhoramento de espécies autógamas

16

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

▶ **SSD - aspectos desfavoráveis**

- Parte das plantas F_2 não são representadas por linhagens F_5 em função de falhas na germinação ou não produção de sementes por planta durante as gerações segregantes;
- O tamanho da população para o método SSD deve ser ajustado para a porcentagem de germinação;
- No método SSD gasta-se mais tempo que no método SPD para a colheita de uma amostra para a semeadura e outra para a reserva.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

17

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

▶ **SPD - aspectos favoráveis**

- Condução de populações segregantes de maneira simples;
- Quando o número de plantas F_2 é limitado pode-se aumentar o número de plantas a partir da geração F_2 .

▶ **SPD - aspectos desfavoráveis**

- Perde-se a identidade de plantas F_2 ao longo das gerações segregantes.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

18

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

▶ **SHD - aspectos favoráveis**

- Possibilita trabalhar, desde a geração F_2 , com o tamanho populacional desejado na geração F_6 , função das poucas falhas na condução das gerações segregantes;
- Cada cova, a partir da geração F_3 , é descendente de uma planta F_2 diferente, o que resulta em maior variabilidade genética nas populações.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

19

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

▶ **SHD - aspectos desfavoráveis**

- A segregação para ciclo é um aspecto que complica a condução de populações segregantes;
- Requer mais tempo na semeadura e colheita que os outros dois métodos;
- Necessita de mais área do que os outros dois.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.1

20

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

MÉTODO DO RETROCRUZAMENTO

- ▶ Método eficiente para melhorar variedades que são muito boas, com relação a um grande número de atributos, porém deficientes em algumas características;
- ▶ Como o próprio nome indica o método utiliza uma série de retrocruzamentos para a variedade a ser melhorada sendo que o carácter a ser melhorado é mantido por seleção;

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

21

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

Método do Retrocruzamento

- ▶ O genitor que contém o alelo desejável é denominado de não recorrente, ou doador. O genitor submetido aos sucessivos cruzamentos com os indivíduos da população segregante é denominado de recorrente;
- ▶ Resultado final é uma variedade com as mesmas características do genitor recorrente, sendo porém superior a esse em relação ao carácter selecionado.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

22

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

Método do Retrocruzamento

- ▶ Para que se tenha sucesso no retrocruzamento os seguintes requisitos devem ser satisfeitos:
 - a) deve existir um progenitor recorrente satisfatório;
 - b) deve ser possível manter, com boa intensidade, o carácter em transferência por meio dos vários retrocruzamentos;
 - c) um número suficiente de retrocruzamentos deve ser feito para reconstituir, num alto grau o progenitor recorrente.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

23

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

1. Base genética do Retrocruzamento

- ▶ Nas gerações segregantes obtidas por autofecundação, espera-se que metade dos indivíduos homocigotos seja do tipo desejado para qualquer loco em particular.

Ex.:

- \otimes de uma população F_1 do cruzamento $AA \times aa$ consiste de $(1/4 AA: 1/2 Aa: 1/4 aa) \rightarrow$ apenas $1/4 AA$.
- Retrocruzando a população F_1 para o progenitor AA , temos:

$(1/2 AA: 1/2 Aa) \rightarrow$ assim $1/2 AA$

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

24

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

► Por meio de várias gerações de retrocruzamento, a população vai se tornando cada vez mais semelhante ao progenitor recorrente, ou seja, a população converge para um único genótipo ao invés de se dividir em $2n$ (n = número de genes envolvidos) genótipos homozigóticos;

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

25

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

► No retrocruzamento a homozigose é atingida na mesma proporção da \otimes , conforme a fórmula:

Proporção de homozigose = $(2^m - 1)^n / 2^m$

m = número de gerações de retrocruzamentos;
 n = número de genes envolvidos.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

26

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

► O procedimento a ser utilizado no retrocruzamento depende do controle genético do caráter a ser transferido e da necessidade de realizar ou não testes da descendência para determinar seu genótipo;

► Alelo dominante ou recessivo.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

27

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

Alelo dominante

Parentais: Doador (Não recorrente) BB x Recorrente bb

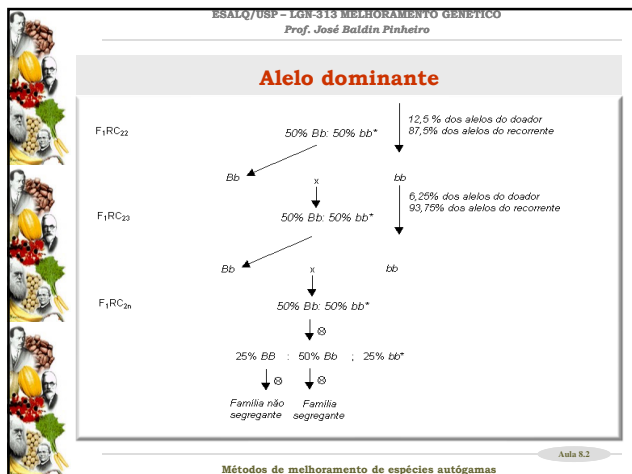
F_1 Bb x bb

F_1RC_{21} 50% Bb : 50% bb^* 25% dos alelos do doador, 75% dos alelos do recorrente

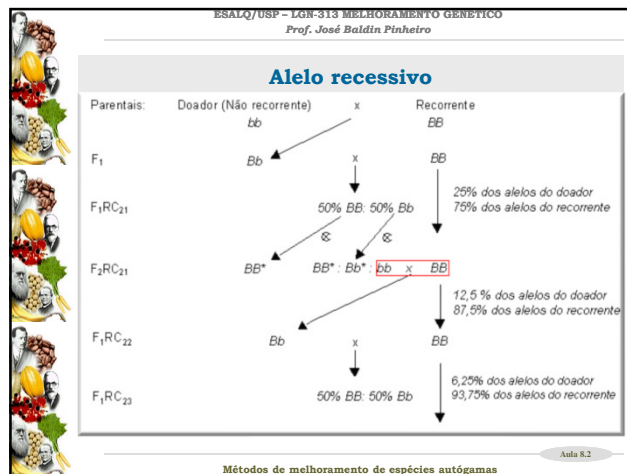
F_1RC_{22} Bb x bb 50% Bb : 50% bb^* 12,5% dos alelos do doador, 87,5% dos alelos do recorrente

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

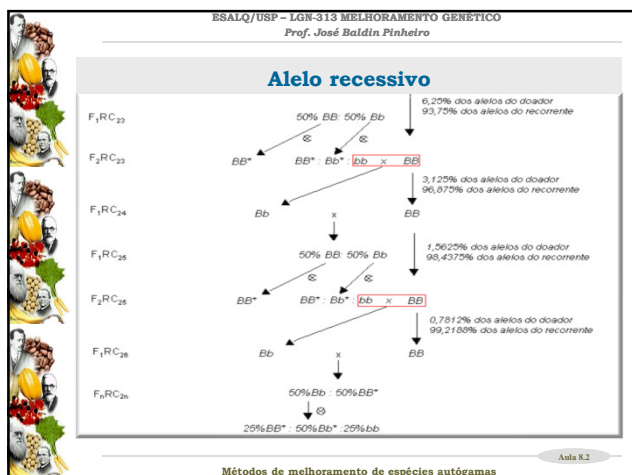
28



29



30



31

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

2. Seleção do progenitor recorrente

- Genitor recorrente com boas características agrônômicas.

3. Manutenção do caráter em transferência

- A herdabilidade não tem qualquer consequência especial para o progresso do programa, exceto para o caráter em transferência;
- Maior facilidade de aplicação, quando o caráter a ser transferido pode ser facilmente identificado por inspeção visual ou por testes simples;

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

32

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

► Um caráter de alta herdabilidade governado por vários genes pode ser mais facilmente transferido por retrocruzamento, do que um caráter de baixa herdabilidade.

4. Influência das condições ambientais

► O retrocruzamento pode ser conduzido em qualquer ambiente que permita o desenvolvimento do caráter em transferência;

► Cultivo em várias gerações por ano.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

33

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

5. Uso de marcadores moleculares em programas de retrocruzamento

► Sem marcador:

- 6 gerações para recuperar 99% do genoma recorrente.

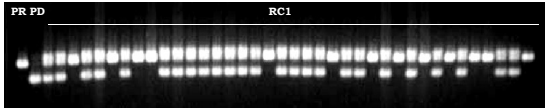
► Com marcador:

- 2 a 3 gerações para introgressão da característica e recuperação do genótipo recorrente - baixo "linkage drag".

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

34

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



Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

35

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

► **Vantagens**

- Pode dispensar os testes finais dos novos cultivares obtidos;
- O cultivar já é conhecido tendo passado o período de testes pelo agricultor;
- O programa de retrocruzamento pode ser conduzido fora da região onde o cultivar é utilizado;

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

36

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

➤ **Vantagens**

- É um método com alto nível de previsibilidade de resultado, pois apenas o caráter em transferência precisa ter herdabilidade alta;
- Confere características de excelência a genótipos já excepcionais.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

37

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

➤ **Desvantagens**

- A liberação de genótipos excepcionais, obtidos por outros métodos de melhoramento, pode tornar o parental recorrente ultrapassado;
- O tempo gasto para obter o novo genótipo pode tornar produtivamente obsoleto este cultivar;
- É um método muito trabalhoso e mais adequado para transferência de um ou poucos genes.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

38

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

6. Observações gerais sobre o método do retrocruzamento

- Maioria dos exemplos referentes a resistência à doenças;
- Adequado também para melhoramento de caracteres morfológicos, características de cor e caracteres quantitativos e de herança simples, tais como precocidade, altura da planta, tamanho e forma da semente, dentre outros ⇒ qualquer caracter de média a alta herdabilidade.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.2

39

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

BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas, 1971. Cap. 14.
2. BORÉM, A. Melhoramento de plantas. Viçosa: UFV. 1997. Cap. 17 e 20.
3. DESTRO, D. & MONTALVÁN, R. Melhoramento genético de plantas. Londrina: Ed. UEL, 1999. Cap. 18 e 19.

Métodos de melhoramento de espécies autógamas Aula 8.3

40



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

Aula 08

Obrigado!
jbaldin@usp.br

Métodos de melhoramento de espécies autógamas