

Manutenção e Multiplicação de Cultivares e Sementes Genéticas de Algodoeiro

45

**Circular
Técnica**Campina Grande, PB
Maio, 2001**Autores**

Luiz Paulo de Carvalho
Eng. agrôn., D.Sc., da Embrapa
Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143,
Centenário, CEP 58107-720,
Campina Grande, PB.
E-mail: lpaulo@cnpa.embrapa.br



Taxa de Cruzamento Natural em Algodoeiro

O algodoeiro possui flores hermafroditas; ainda assim, apenas parte de suas sementes provém da autofecundação de algumas flores, sendo o restante oriundo de

cruzamentos naturais, segundo Stephens e Finkner (1953).

Esta condição tem feito com que o algodoeiro seja classificado como planta do grupo intermediário quanto ao modo de reprodução. A taxa de cruzamento natural é muito variável, de acordo com a região. Simpson (1954) apresenta uma revisão na qual a frequência de cruzamentos naturais se situou entre 1% e 35%, havendo um relato de 81% de cruzamento natural. Na literatura, têm sido citadas taxas de cruzamento natural variáveis, de acordo com a região, dentre as quais se citam: 5% no Estado americano do Texas, segundo Finkner (1954); 47% no Tennessee, conforme Simpson e Duncan (1956) e de mais de 50% na Carolina do Norte, de conformidade com Stephens e Finkner (1953). No Brasil, Cavaleri e Griddi-Papp (1963) encontraram valores de 33%; já Scotti et al. (1980) obtiveram taxas variando de 2 a 22% no Paraná e Castro et al. (1982) encontraram uma taxa de 32% para cada planta dentro de uma população em Minas Gerais. Enfim, Santos e Freire (1980) encontraram variações de 35% a 59% em Pernambuco.

Pode-se verificar, pelos dados apresentados, que a taxa de polinização cruzada varia muito de acordo com a região. Neste sentido, Phoelman (1959) comenta que o total de polinização cruzada varia de campo para campo, dependendo da quantidade de insetos presentes, da extensão da lavoura, da presença de vegetação nativa e da quantidade de defensivos utilizados.

Agentes polinizadores

Os principais agentes polinizadores no algodoeiro, são os insetos e aqueles das espécies *Bombus* spp são os mais ativos (ALLARD, 1910); POPE et al. 1944; AFZAL, 1950; THIES, 1953). Tanto abelhas melíferas (*Aphis mellifera*) quanto as silvestres, realizam o cruzamento sendo que, existindo alta população de melíferas, elas são tão eficientes quanto as silvestres em realizarem a polinização cruzada, Mc Gregor (1955). O vento, ao contrário do que ocorre em algumas espécies, não é importante na polinização cruzada do algodoeiro (KHAN e AFZAL, 1950; THIES, 1953).

Thies (1953) comenta que o pico de visitas de abelhas é entre 9 horas e 30 minutos e 10 horas e 30 minutos. Cada abelha visita 150 a 200 flores antes de retornar ao abrigo. Cada flor pode receber, em média, cerca de 45 visitas de abelha por dia. As abelhas melíferas podem voar até 13 km a procura de alimento, se a colméia é colocada em local onde ele é escasso, segundo Eckert (1933). O hábito das abelhas é bem definido, ou seja, elas retornam sempre à mesma porção da área em dias seguidos, para coleta de pólen, mesmo havendo outras fontes mais próximas.

Segundo Simpson e Duncan (1959) a primeira flor que o inseto visita em um campo, o abastece com uma carga inicial de pólen; depois disso, o inseto realiza vôos curtos, no sentido da próxima flor visível. A transferência maior de pólen ocorre para a primeira flor visitada, após o inseto ter recebido a carga inicial. A medida em que o inseto vai visitando as flores, ocorre diluição da carga anterior e uma recarga com pólen da última flor. Quando vai de um campo para outro, no início o inseto provoca um inter cruzamento maior, que irá diminuindo pela diluição da carga inicial de pólen, provocando também maior inter cruzamento, devido a novas e consecutivas recargas.

Isolamento de campos de algodoeiro

Por um lado, a polinização cruzada é benéfica, pois permite recombinação de genes, resultando em variabilidade genética mas, por outro lado, é indesejável, porque provoca contaminações durante a manutenção e multiplicação de materiais genéticos. O conhecimento da taxa de cruzamento, além de ser importante na escolha de métodos de melhoramento, orienta quanto ao grau de isolamento, necessário para evitar pólen estranho, na multiplicação de sementes, Stephens e Finker (1953). A composição genética de uma cultivar de algodoeiro raramente será como de uma linha pura, Lewis (1970). Dependendo do modo como as linhagens foram selecionadas, da heterozigiosidade do material inicial e da taxa de cruzamento natural, a composição de uma variedade incluirá desde genótipos mais ou menos homozigóticos até grandes quantidades de plantas com variados graus de heterozigose, Stephens e Finkner (1953) e isto pode ter importância na manutenção de uma cultivar.

Num programa de melhoramento, freqüentemente os materiais genéticos são plantados próximos ou em campos adjacentes e, como já visto, sempre há possibilidade de inter cruzamentos, causando impureza de cultivares, presença de híbridos e causando deterioração, Brown (1938). Uma questão que sempre surge, é: qual a percentagem de cruzamentos naturais que ocorre quando duas cultivares ou linhagens são plantadas lado a lado no campo, ou em campos adjacentes, ou mesmo separadas por pequenas distâncias? Essas questões foram estudadas e as taxas de cruzamento determinadas, mas poucos autores fizeram recomendações práticas sobre distância, para se prevenir os cruzamentos naturais. Os dados de literatura evidenciam que há efetividade de distância entre campos em diminuir a taxa de cruzamento natural, bem como efeito de fileiras de milho e outras espécies na redução da taxa de polinização cruzada.

Isolamento pela distância

Trabalho de Webber (1902) citado por Green e Jones (1913) mostra que seriam necessários de 8.000 m a 16.000 m de distância para isolamento de campos de algodoeiro, evitando-se o inter cruzamento mas, de maneira mais prática, o autor afirma que o isolamento pode ser obtido por distâncias de 400 m a 800 m.

Pope et al. (1944) estudaram a efetividade da distância entre pequenos campos, que variaram de 230 m a 1.386 m, em reduzir a taxa de cruzamentos naturais, os quais ocorreram em distâncias superiores a 1.282 metros. Como encontraram baixa percentagem de cruzamentos naturais na região em que estudaram, Afzal e Khan (1950) concluíram que distâncias de 30-35 m eram seguras para isolar campos.

Brown (1938) encontrou resultados que mostram que a percentagem de cruzamentos naturais diminuía, à medida em que se afasta a fonte de pólen. Green e Jones (1953) estudaram o efeito da distância da fonte de pólen sobre o cruzamento natural. Os resultados mostraram que houve redução na percentagem de cruzamentos naturais a medida em que aumentava a distância da fonte de pólen. Em campos distanciados 0 m, 5 m, 10 m,

25 m e 50 m da fonte de pólen, eles encontraram taxas de cruzamento de 19,5%, 6%, 4,7%, 2,0% e 0,6%, respectivamente, para a primeira fileira de cada bloco - Tabela 1; dentro de cada bloco, independentemente da distância da primeira fileira da fonte de pólen, as fileiras mais afastadas desta tiveram menores taxas de cruzamentos naturais, Tabela 1.

Tabela 1. Percentagem de cruzamento natural entre algodoeiro normal distanciado de algodão de folha vermelha.

Fileira dentro do bloco (nº)	Distância do algodão normal da fonte de pólen (algodão de folha vermelha)				
	0 m	5 m	10 m	25 m	50 m
1	19,50	6,00	4,73	0,61	0,60
2	14,83	6,73	4,10	0,96	0,47
3	9,22	4,23	2,50	1,49	0,08
4	6,31	-	2,21	2,30	0,00
5	4,21	2,15	2,64	0,72	0,27
6	3,75	1,11	3,98	1,45	0,00
7	3,80	1,42	1,93	0,15	0,55
8	3,83	2,36	2,59	0,54	0,29
9	2,62	1,23	2,36	1,00	0,07
10	1,04	0,82	1,50	0,67	0,27

Fonte: Green e Jones (1953). Adaptada pelos autores.

Estes últimos autores mostraram, também, que a bordadura com o próprio algodoeiro foi muito eficiente em reduzir o cruzamento natural. Obtiveram taxas de cruzamento de 19,5%, 3,8% e 1%, quando usaram zero, cinco e nove fileiras adjacentes de algodoeiro entre os dois estoques plantados como pode ser observado no bloco plantado adjacente à fonte de pólen, Figura 1. Vê-se, nesta figura, que fileiras com a mesma distância da fonte de pólen como, por exemplo, fileira nº 6 do bloco adjacente à fonte de pólen e fileira nº 1 do bloco distanciado de 5 m da fonte de pólen (uma é continuação da outra) que, porém, diferiam quanto ao número de fileiras bordaduras de algodão diferiram na taxa de cruzamento natural, sendo que as fileiras com maior número de bordaduras obtiveram menores taxas de cruzamento.

Isolamentos por barreira

Pope et al. (1944) estudaram a efetividade de barreiras de milho em evitar cruzamentos naturais entre pequenos campos de algodão e encontraram que a taxa de cruzamento diminuía com o aumento

do número de fileiras de milho. Os autores testaram barreiras formadas por três, seis e nove fileiras. Quando os blocos entre o algodão normal e o vermelho eram adjacentes, houve 27,2% de cruzamento e, quando se utilizaram 9 fileiras de milho entre aqueles algodões, a taxa de cruzamento reduziu para apenas 12,9%, uma percentagem alta, segundo os autores, para se manter a pureza dos materiais. Como não obtiveram evidências quanto ao número de fileiras de milho necessárias para uma boa proteção contra a polinização cruzada, os autores sugeriram que seria mais prático o isolamento pela distância, isto é, no mínimo uma milha, ou 1.609 m, entre campos de multiplicação. Brown (1938) recomenda o uso de 25 fileiras de milho para isolar campos e manutenção da pureza de estoques.

Castro et al. (1982) estudaram o efeito de barreiras de milho, sorgo, algodoeiro e crotalaria sobre os cruzamentos naturais entre campos de algodoeiro. A largura das barreiras foi de 4 m. A melhor barreira foi a de milho, que reduziu a taxa de cruzamento, de 15,1% para 5,2%, destacando-se das demais, que não diferiram estatisticamente entre si; contudo, nenhuma delas evitou totalmente a polinização cruzada.

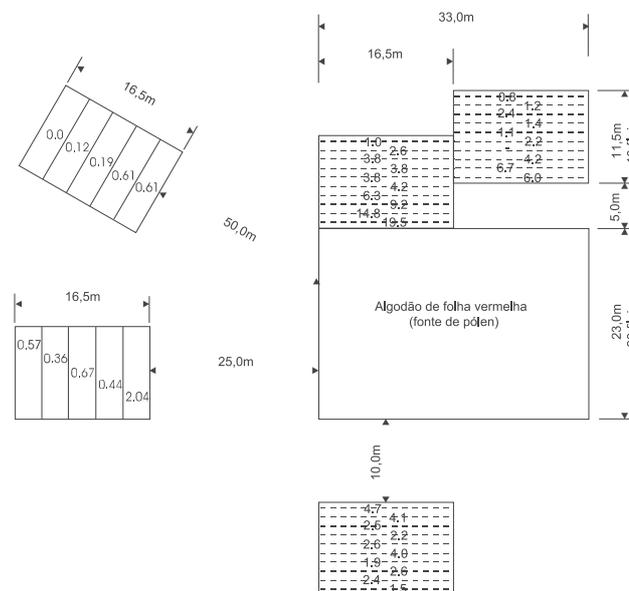


Fig. 1. Disposição do campo plantado como algodão de folha vermelha (fonte de pólen) e dos demais com algodão de folha verde. As percentagens de cruzamento natural são mostradas para cada linha, nos campos distanciado 0,0, 5,0 e 10,0 m da fonte de pólen e para seções de 3,3 m nos campos distanciado 25 m e 50 m da fonte de pólen.

Fonte: Green e Jones (1953). Adaptada pelos autores.

A efetividade da barreira de milho pode ser comparada com a de algodão, comparando-se iguais números de fileiras das duas espécies em proteger cruzamentos naturais em algodão, de acordo com a Tabela 2. Vê-se, nesta tabela, que em dois casos, no de Brown (1938) e no de Green e Jones (1913) o algodão foi mais eficiente como barreira para o próprio algodão que o milho, pois reduziu a percentagem de cruzamentos para 1,04 e 1,9%, respectivamente, enquanto o milho reduziu para apenas 12,9% quando se usam 10 fileiras de milho e algodão, como barreira.

Tabela 2. Percentagem de cruzamento natural entre algodoeiro normal distanciado de algodão de folha vermelha.

Nº de Fileiras		% de Cruzamento Natural	Autor
Milho	Algodão		
9	-	12,90	Pope et al. (1944)
0	-	27,20	
-	9	1,04	Green et al. (1953)
-	0	19,48	
-	9	1,90	Brown (1938)
-	0	14,80	

Fonte: Green & Jones (1953). Adaptada pelos autores.

Baseados em seu trabalho, Green e Jones (1953) sugerem a seguinte recomendação para isolamento de campos de algodão, apresentada na Tabela 3.

Os autores sugerem, por exemplo, com base nos resultados, que para a classe de sementes produzidas pelo melhorista, em campos de qualquer tamanho, sejam eliminadas vinte, dez e zero fileiras bordaduras para aqueles plantados a menos de

Tabela 3. Número de fileiras bordaduras a serem descartadas em campos de multiplicação de sementes de algodão.

Classes de Semente	Tamanho do Campo	Distância de outro Campo	Nº de Fileiras Descartadas
Melhorista ou Básica	qualquer um	— 50m	20,00
		50 - 100m	10,00
		◇ 100m	0,00
Registrada	◇ 8 ha	◇ 50m	15,00
		≥ 50m	0,00
	≥ 8 ha	◇ 25m	10,00
		≥ 25m	0,00
Certificada	◇ 8 ha	◇ 25m	10,00
		≥ 25m	0,00
	≥ 8 ha	0,00	0,00

Fonte: Green e Jones (1953). Adaptada pelos autores.

50 m, de 50 a 100 m, e acima de 100 m, respectivamente. Segundo o autor, estas são apenas sugestões e sempre há possibilidade de cruzamentos. A exigência diminui a medida em que a semente sai do controle do melhorista, já que os híbridos produzidos por polinização cruzada, terão menos gerações de multiplicação nas classes de sementes mais afastadas do controle do melhorista.

Sugestões para isolamento de campos de algodão

Nota-se, pelos resultados revisados, que as barreiras de milho, como foram usadas, de até 10 fileiras, permitem ainda uma taxa de cruzamento natural, bem como distâncias deixadas sem plantar, de até 50 m. Coleções de germoplasma, onde se requer pureza total dos materiais, não deveriam, portanto, ser conservadas usando-se barreiras naquelas proporções, a não ser que se aumentasse o seu tamanho, o que é impraticável. As distâncias entre acessos, a não ser que sejam muito grandes e, portanto, sem senso prático, também permitem os cruzamentos naturais.

Seria recomendado, portanto, para coleções de germoplasma, a autofecundação para prevenção dos cruzamentos naturais e, eventualmente, para pequenas multiplicações.

Freqüentemente, o melhorista tem que multiplicar linhagens avançadas dentro de seu programa, em número de 20 - 30 materiais a cada ano. Esses materiais são os que comporão os ensaios de competição em suas diversas formas. Para esta classe de semente a exigência de pureza deve ser total, pois é a partir desses materiais que as cultivares serão originadas. Normalmente, estas linhagens são plantadas utilizando-se barreiras de 10 m de largura, com milho, sendo os campos de algodão do tamanho de 10 m x 10 m. Os trabalhos de revisão aqui relatados mostram que barreiras neste tamanho têm permitido o intercruzamento entre os campos de algodão. Haveria, então, duas alternativas para se evitar o cruzamento natural, sendo a primeira, de acordo com Brown (1938) o uso de 25 fileiras de milho para isolamento dos campos ou o uso da autofecundação.

Seguindo-se a recomendação de Green e Jones (1938) e extrapolando para nossas condições lotes de semente do melhorista e básica, poderiam ser

multiplicados por distância mínima de 100 m sem barreiras, sem a necessidade de descartar fileiras bordaduras de algodão na colheita, considerando-se que serão plantadas apenas cultivares de algodão herbáceo *G. hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch., ou semente de algodão arbóreo *G. hirsutum* L.r. *marie galante* Hutch. Caso haja necessidade de plantio de cultivares dos dois tipos de algodão, sem barreiras entre elas, sugere-se distância mínima de 500 m, sem necessidade de se colher bordaduras nos campos de algodão; outras classes de sementes podem seguir a recomendação constante na Tabela 3.

Outras causas de impurezas de cultivares

Um programa de melhoramento envolve o manuseio de grande número de seleções de plantas, a manutenção de sua pureza e identidade, passando pela colheita, pesagem, beneficiamento, tratamento de sementes, armazenamento e semeio. Isto pode levar a misturas, caso não haja uma rotina bem estabelecida. Munro (1987) comenta que é desconcertante se encontrar plantas totalmente fora do padrão, dentro de uma nova linhagem que está sendo multiplicada para constituir uma variedade, denotando a presença de erros e, ainda, que a rotina não está bem estabelecida.

Deve-se planejar para que haja sementes suficientes em todas as fases do melhoramento, desde semente para semear uma progênie, até alguns hectares, para se iniciar a multiplicação de nova cultivar. Quando há taxa elevada de cruzamento, o melhorista faz um equilíbrio entre autofecundação e outras formas isolamento.

Na manutenção de cultivares, deve-se estar atento a mais comum das fontes de contaminação de cultivares, que é a mistura mecânica. Segundo Munro (1987) ela pode acontecer pela falta de cuidado no manuseio, incluindo distribuição das sementes, plantio, colheita, beneficiamento, marketing, preparação e estocagem de sementes. Por isso, uma rotina bem estabelecida nesses processos, é útil em evitar erros, além de ajudar, evitando-se decisões apressadas e possíveis equívocos sobre os materiais Munro (1987).

Autofecundação

A existência da polinização cruzada em níveis elevados, freqüentemente obriga o melhorista a

decidir se ele vai evitar pólen estranho na população que deseja melhorar ou multiplicar, através da autofecundação. Segundo Munro (1987) há quatro fases em que a autofecundação no algodoeiro é desejável.

- a) na manutenção de germoplasma;
- b) durante um programa de seleção e melhoramento;
- c) na manutenção de novas linhagens, enquanto elas estão em ensaios de competição;
- d) na manutenção de sementes genéticas com vistas à sua manutenção.

Segundo Munro (1987) pode-se agrupar as sementes em cinco graus de pureza, dependendo de sua origem, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4. Grau de pureza de sementes, de acordo com sua origem. Munro (1987).

Tipo de Semente	Grau de Pureza
Semente autofecundada	1
Semente de lotes de multiplicação	
Central	2
Bordaduras	3
Sementes não autofecundadas de lotes de autofecundação	5
Sementes de fileiras centrais de testes varietais	4

Fonte: Munro (1987).

Até pelo seu custo, as sementes autofecundadas devem ser usadas para plantio de novos campos de autofecundação e de multiplicação. A semente para ensaios de cultivares deve ser a mais pura possível e esses ensaios só deveriam ser preparados após terem sido gastas todas as sementes autofecundadas, para se plantar os campos de autofecundação e de multiplicação. Sobrando sementes autofecundadas elas deverão ser usadas para os ensaios de cultivares; do contrário, sementes com outros graus de pureza constantes da Tabela 4, poderiam ser usadas nos testes varietais, já que uma pequena quantidade de híbridos não afetaria o resultado dos ensaios, Munro (1987); neste caso, as sementes dos vários graus de pureza, deveriam ser misturadas antes de se preparar os ensaios. Em nossas condições, são utilizadas para testes varietais sementes oriundas dos campos de pequeno aumento circundados por barreiras de milho.

Manutenção de cultivares

O esforço para suprir o agricultor de uma boa semente, envolve três atividades distintas:

1. o desenvolvimento de cultivares através de programas de melhoramento genético;
2. a multiplicação controlada das sementes das diversas categorias genética, básica, registrada e certificada;
3. a manutenção das cultivares.

Como se sabe e está bem documentado na literatura, uma cultivar, com o passar dos anos, se deteriora, a menos que se empreguem esforços para evitar este fato. Uma linha pura de algodão, constituída de genótipos essencialmente homozigóticos em todos os loci, propagada sem presença de cruzamentos naturais, não mudaria sua constituição genética, a não ser por mutação, Balls (1902) citado por Lewis (1970). Este último pondera que uma cultivar de algodão é raramente uma linha pura e geralmente as cultivares são propagadas sob algum grau de exposição a cruzamentos naturais. Pelo fato de não serem linhas puras, mesmo o cruzamento natural entre plantas da mesma cultivar poderia alterar a sua constituição genética. Dependendo do modo como as linhagens foram selecionadas, da heterozigose do material inicial sob seleção, da taxa de cruzamento natural, a composição da cultivar compreende genótipos homozigóticos e uma percentagem de heterozigotos, Stephens e Finkner (1953).

Lewis (1970) afirma que uma cultivar, mesmo quando é inicialmente distribuída, não é uma linha pura. Há mistura de genótipos, alguns dos quais mostrando considerável heterozigose. A frequência gênica de uma variedade originalmente distribuída, é considerada a base genética da cultivar. Os genótipos das plantas selecionadas formam a nova base genética de uma nova população de plantas. O melhorista, ao fazer a seleção, está fazendo amostragem deste novo pool gênico e as plantas selecionadas para a próxima geração, formam a nova base genética para subsequente aumento da cultivar. A frequência gênica nas populações selecionadas poderá variar de acordo com o tipo de seleção, ou seja, da seleção massal à seleção

pedigree. Se uma cultivar é uma linha pura, o número de plantas selecionadas não altera a frequência gênica e, neste caso, o propósito da manutenção é apenas retirar as misturas, eliminar mutantes e híbridos naturais, não sendo a mudança com a frequência gênica um problema decorrente das seleções. Segundo Munro (1987) uma causa de deterioração de cultivares é a segregação de heterozigotos, que permanecem mesmo em uma cultivar bastante melhorada. Se a seleção natural atua, os segregantes que possuem maior vantagem na reprodução como, por exemplo, maior número de sementes, alterarão a composição da variedade. Essas mudanças estão sempre associadas à deterioração na qualidade da fibra.

A manutenção e a multiplicação de cultivares, são atividades distintas. A manutenção envolve os procedimentos utilizados para renovação periódica das sementes genéticas, exercidos ou supervisionados pelos melhoristas e obtentores da cultivar; ela tem, portanto, a finalidade principal de evitar a degeneração genética da cultivar. A multiplicação compreende as operações de sucessivas gerações de aumento das sementes genética, básica, registrada e certificada, tendo sempre o objetivo de conservar a pureza varietal. A conservação da pureza varietal permite que a cultivar, após vários ciclos de multiplicação, seja entregue ao produtor com as mesmas características, ou com características próximas às que existiam, quando o melhorista liberou a semente genética.

A manutenção de cultivares baseia-se na possibilidade de ocorrência de mudanças em sua base genética e, com isso, ocorrer mudanças negativas nos padrões das características.

As principais causas de mudanças na base genética das cultivares, são:

- a) misturas mecânicas;
- b) cruzamentos naturais;
- c) mutações;
- d) mudanças na frequência gênica, causadas por amostragens (oscilação genética) e por seleção natural;

- e) mudanças na frequência gênica, pela seleção exercida pelo melhorista;
- f) perda de heterozigose.

É importante se distinguir as causas que afetam a base genética de uma variedade das mudanças que ocorrem no ambiente em que ela é cultivada. Uma cultivar pode parecer deteriorada porque está exposta a novas doenças, pragas e outros fatores, apresentando mau desempenho, mas isto não significa, necessariamente, que esteja deteriorada. Quando está deteriorada, podem ser realizados trabalhos para que ela deixe de apresentar essas deficiências, mas isto é objetivo do melhoramento genético e não da manutenção da cultivar, Lewis (1970).

A manutenção de cultivares pode constituir-se numa operação de risco, porque se os procedimentos para executá-la forem mal concebidos e mal executados, podem levar à sua deterioração.

No sentido restrito, a manutenção de cultivares visa conservar a variedade sem mudanças genéticas, porém alguns programas são desenvolvidos com o intuito de se aperfeiçoar a cultivar durante o processo de manutenção; então, os procedimentos para manutenção de uma cultivar dependerão do melhorista, isto é, se ele quer fazer apenas prevenção ou aprimoramento da cultivar, pela seleção de planta. Caso a seleção de planta seja prevista, os métodos se diferenciam pela intensidade de seleção e pelos métodos de avaliação das plantas ou progênies que deverão compor a população a ser multiplicada. Se uma cultivar deve ser mantida sem nenhuma alteração genética, o processo de manutenção mais recomendado é o armazenamento das sementes em condições que minimizem a perda na viabilidade da semente. Uma porção da semente é removida periodicamente para iniciar outro ciclo de aumento, dentro do processo de multiplicação. A quantidade de semente a ser armazenada, depende da porção que será retirada a cada ano, para multiplicação, e da previsão de vida útil da variedade.

O armazenamento envolve disponibilidade de espaço adequado, no qual o ambiente natural ou controlado assegura a longevidade da semente. Este método é o que oferece menos chance de mudanças genéticas,

embora ela possa ocorrer se acontecer deterioração fisiológica e perda de viabilidade de semente não casual no armazenamento, favorecendo apenas uma porção especial das sementes.

A escolha do sistema de manutenção depende dos fatores que estão causando a deterioração, e da possibilidade de ganhos genéticos. Os variados tipos de seleção têm potencial para modificação das frequências gênicas. A magnitude das mudanças dependerá do número de seleções efetuadas, de ocorrer avaliações e descarte nelas e da existência de testes de progênies e linhagens, para decidir quais linhagens serão misturadas para compor a próxima geração. À medida que os critérios se tornam mais objetivos e específicos com relação a como descartar ou reter plantas ou progênies, as mudanças serão maiores. A medida em que se diminui a população de plantas, aumenta-se a endogamia e a variabilidade genética diminui. O melhorista enfrenta a dificuldade em decidir se é melhor manter a variabilidade genética original e assim obter uma performance constante da variedade, ou fazer mudanças favoráveis na frequência gênica, para obter uma performance melhor da cultivar. Lewis (1970) acredita que os trabalhos de seleção para manutenção de cultivares não asseguram, necessariamente, ganhos genéticos, pelos motivos resumidamente citados:

- a) não existe um genótipo único que teria o potencial de produzir como o de uma população geneticamente variável. As misturas de genótipos protegem contra pragas, doenças e outros fatores adversos;
- b) o melhorista pode não ter sucesso em reconhecer os genótipos superiores;
- c) a perda de variabilidade resulta em perda de adaptabilidade;
- d) o uso contínuo do sistema pedigree reduz a heterozigose, e alguns autores têm mostrado perda em produção, de 12 - 15%, com o uso de linhas puras; reduz, também, a variabilidade e diminui a possibilidade de ganhos genéticos futuros;
- e) dificuldade para se estimar os ganhos genéticos advindos da seleção para manutenção, devido os mesmos serem de muito pouca magnitude.

Os métodos de manutenção que envolvem seleção, são:

Seleção massal de plantas típicas

Este método consiste na seleção de grande número de plantas com características desejáveis, porém de plantas que possuem o padrão característico da cultivar. As sementes das plantas selecionadas são então misturadas, sendo que não há previamente nenhuma determinação ou medida nas plantas ou progênes. A seleção é apenas visual; o novo lote de sementes genéticas será composto de plantas selecionadas, porém não testadas. Quanto mais representativa for a área onde se pratica a seleção, maior a eficiência do método. Neste caso, uma área em torno de 2 ha, é o suficiente para os trabalhos. O objetivo deste método é manter a variedade, usando-se pouco ou nenhum esforço de melhoramento durante a manutenção.

Este método e o de eliminação de plantas atípicas, resultam em menor mudança de frequência gênica. Os dois métodos tendem a aumentar a frequência daqueles genes que contribuem mais para o desenvolvimento do fenótipo e que o melhorista considera como sendo a representação ideal da cultivar a ser mantida (NILES, 1984).

Eliminação de plantas atípicas (rouging)

Como no método anterior, cada novo lote sucessivo de sementes genéticas é baseado em grande número de plantas não testadas, mas com a diferença de que, neste caso, são identificadas as piores plantas e aquelas fora do padrão, que são eliminadas e não participam da nova população. Objetiva-se, também, com este método, manter a cultivar com pouca ênfase em melhorá-la.

A área a ser plantada deve ser representativa das condições de cultivo e uma população em torno de 10.000 plantas, é o suficiente. De acordo com Lee (1970) não se tem avaliado a eficiência deste método através de experimentos, mas a prática revela que o mesmo é um procedimento satisfatório de manutenção de cultivares.

Sistema de composto modal (modal Bulk)

Por este método, a seleção se inicia no campo, visualmente para algumas características, como

plantas produtivas, dentro do padrão, de hábito de crescimento satisfatório; em seguida, são feitas análises em laboratório, para os caracteres de fibra que se deseja preservar. Em relação aos métodos anteriores, aumenta-se a pressão de seleção e se exerce controle sobre as plantas que irão contribuir para a nova população. Para isto, estabelecem-se parâmetros, por exemplo o desvio-padrão para cada característica, eliminando-se as plantas cujas medidas se desviam da média, por valores maiores que os do parâmetro escolhido. No final, misturam-se as sementes das plantas que subsistirem após a eliminação das demais plantas em todas as características. Walker (1964) e Riggs (1967) concluíram que o ganho genético advindo para a característica do rendimento com este método, é muito pequeno e que o mesmo não poderia ser recomendado como método de melhoramento mas, sim, como um bom método de manutenção de cultivar.

O número de plantas a serem selecionadas no campo, varia de acordo com o número e a natureza das características a serem avaliadas, porém se pode situá-lo entre 500 e 1.000 plantas.

Seleção individual com teste de progênie (Plant-to-progeny row test)

Por este processo, um grande número de plantas individuais é selecionado nos campos de semente genética, com base em avaliações visuais. Posteriormente, fazem-se avaliações em laboratório, de características agrônômicas e de fibra, em cada planta, selecionando-se as plantas superiores nesta característica, cujas progênes são plantadas no ano seguinte. As progênes que não atingem o padrão desejado, são eliminadas e as demais serão selecionadas e suas sementes misturadas, formando assim nova população.

Em relação aos métodos anteriores, o controle das plantas selecionadas é mais rígido, pois uma planta só poderá constituir a nova população a ser obtida, após ter sua progênie avaliada.

Seleção individual com teste de progênie sob repetição (Plant to Progeny Row to Replicated Strain Test)

Este método é uma extensão do anterior, com a diferença de que as progênes só são selecionadas

após ensaio com repetições em que as características desejadas são avaliadas. Em relação ao método anterior, aumenta-se o rigor no teste de avaliação das progênes e, também, o tempo de tomada de decisão sobre quais progênes selecionar, aumentando-se a probabilidade de ganhos genéticos no processo. Lee (1970) comenta que, quando faz opção por este método, o melhorista tem em mente não apenas preservar a variedade em si, mas ele espera, também, que a pressão de seleção exercida resulte em uma população com maior mérito que a descartada.

Método do pedigree ou genealógico

Este método, de todos o mais complexo, envolve seleção individual de plantas, testes entre e dentro de progênes, avaliações por 2-3 anos e, portanto, é o método que envolve maior controle sobre os materiais a serem selecionados. É um método semelhante ao genealógico utilizado nos esquemas de melhoramento. Vários autores o têm descrito com variações entre eles, como Brown e Ware (1958), Harland (1949), Hutchinson (1959) citado por Lee (1970) e Turner (1963) citados por Lee (1970). Segundo Brown e Ware (1958) por exemplo, no primeiro ano muitas plantas individuais são selecionadas e, no segundo, aquelas que passam nos testes de laboratório têm suas progênes avaliadas. No terceiro ano, é feito um ensaio com repetição para avaliação das progênes. Nos 2-3 anos seguintes, novos testes são realizados, incluindo-se também aumento das linhas promissoras. No final, uma linhagem ou mistura das melhores sementes, é misturada, formando-se a nova semente genética. Outras variações têm sido feitas no método. Por exemplo, Hutchinson (1959) discute o método desenvolvido por Panse e Manning, em que os procedimentos envolvem seleções de planta, testes com repetições, índices de seleção, estimativas de variância genética e herdabilidade.

Os procedimentos para manutenção podem variar quanto ao número de plantas selecionadas, progênes e linhagens avaliadas, e em relação à duração do processo. Quanto mais as decisões se basearem em testes com repetições e mais rigorosos os critérios de avaliação, maiores serão os chances de se aumentar os ganhos genéticos. Em todos os casos, porém, deve-se considerar a

possibilidade de diminuir muito o número de linhagens ou progênes retidas para a próxima geração, sob pena de provocar estreitamento da base genética da cultivar.

Deve-se ter em mente, ainda, que a atividade de manutenção, como comentado anteriormente, envolve riscos, pois se mal planejada e executada, poderá acarretar degeneração da variedade.

Referências Bibliográficas

- AFZAL, M.; KHAN, A.H. Natural crossing in cotton in western Punjab. I. Natural Crossing in contiguous plants and rows. **Agronomy Journal**, v.42, p.14-19, 1950.
- ALLARD, H.A. Preliminary observations concerning natural crossing in cotton. **American Breed. Mag.**, v.1, p.347-261, 1910.
- BROWN, H.B. Cotton Breeding. In: Brown, H.B. **Cotton**. New York: Mc Graw-Hill, 1938. p.183-215.
- BROWN, H.B.; WARE, J.O. **Cotton**. New York: Mc Graw-Hill. 1958.
- CASTRO, E.M.C.; GRIDDI-PAPP, I.L.; PATERNIANI, E. Eficiência de barreiras vegetais no isolamento de parcela de algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.17, p.1154-1161, 1982.
- CAVALERI, P.A.; GRIDDI-PAPP, I.L. Estudo da taxa de cruzamento natural no algodoeiro. **Ciência e Cultura**, v.15, p.204, 1963.
- ECKERT, J.E. The flight range of the honeybee. **Journal Agricultural Research**, v.47, p.257-285, 1933.
- FINKNER, M.D. An evaluation of genetic differences with respect to natural Crossing in upland Cotton. **Agronomy Journal**, v.48, p.70-75, 1954.
- GREEN, J.M.; JONES, M.D. Isolation of cotton for seed increase. **Agronomy Journal**, v.45, p.366-368, 1953.
- HARLAND, S.C. Methods and results of selection experiments with Peruvian Tanguis cotton. I. A survey of present methods of cotton breeding and a description of the mass pedigree-system. **Cotton Growing Review**, v.26, p.163-124.

KHAN, A.H.; AFZAL, M. Natural Crossing in cotton in west Punjab. IV. Agents for natural crossing. **Agronomy Journal**, v.42, p.236-238, 1950

LEWIS, C.F. Concepts of varietal maintenance in cotton. **Cotton Growing Review**, v.47, p.272-284, 1970.

MUNRO, J.M. **Cotton**. New York: John Wiley, 1987. 436p.

McGREGOR, S.E.; RHYNE, C.; WORLEY, S.; TODD, F.E. The role of honeybees in cotton pollination. **Agronomy Journal**, v.47, p.23-25, 1955.

NILES, G.A.; FEASTER, C.V. Breeding. In: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. **Cotton**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1984. Cap. 5, p.131-150.

POPE, O.A.; SIMPSON, D.M.; DUNCAN, E.N. Effect of corn barriers on natural crossing in cotton. **Journal Agricultural Research**, v.68, p.347-361, 1944.

POEHLMAN, J.N. Breeding cotton. In: POEHLMAN, J.N. **Breeding field crops**. 2.ed. Westport: Avi, 1959. p.306-327.

RIGGS, T.J. Response to modal selection in Upland cotton in northern and eastern **Uganda**, **Cotton**

Growing Review, v.44, p.176-183, 1967.

SANTOS, E.O.; FREIRE, E.C. Determinação da taxa de cruzamento em algodoeiro herbáceo. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 1., Londrina, 1980. **Resumos...** Londrina: IAPAR/EMBRAPA, 1980. p.45.

SCOTTI, C.A.; TURKIEWICZ.; DIAS, M.C.L.L. Avaliação da taxa de fecundação cruzada em algodoeiro no Estado do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 1., 1980, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa-CNP/ IAPAR, 1 980. p.47.

SIMPSON, D.N. **Natural Cross-pollination in cotton**: Washington: U.S. Dep. Agric. 1954. 17p. (USDA. Tech. Bull.)

SIMPSON, D.N.; DUNCAN, E.N. Varietal response to natural crossing in cotton. **Agronomy Journal** v.48, p.74-75, 1956.

STEPHENS, S.G.; FINKNER, M.D. Natural crossing in cotton. **Economy Botany**, v.7, p.257-269, 1953.

THIES, S.A. Agents concerned with natural crossing of cotton in Oklahoma. **Agronomy Journal**, v.45, p.481-484, 1953.

WALKER, J.T. Modal selection in Upland Cotton. **Heredity**, v.19, p.559-583, 1964.

**Circular
Técnica, 45**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Algodão
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174
58107-720 Campina Grande, PB
Fone: (83) 341 3608 Fax: (83) 322 7751
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição
Tiragem: 500



**Comitê de
Publicações**

Presidente: Alderi Emídio Araújo
Secretária Executiva: Nívia M.S. Gomes
Membros: Eleusio Curvelo Freire
Francisco de Sousa Ramalho
José da Cunha Medeiros
José Mendes de Araújo
José Wellington dos Santos
Lúcia Helena Avelino Araújo
Malaquias da Silva Amorim Neto

Expedientes: Supervisor Editorial: Nívia M.S. Gomes
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão
Tratamento das ilustrações: Maria do Socorro A. de Sousa
Editoração Eletrônica: Maria do Socorro Alves de Sousa