

MELHORAMENTO DA MAMONEIRA (*Ricinus Communis* L.)



Embrapa

ISSN 0103-0205

***MELHORAMENTO DA MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)**

José de Alencar Nunes Moreira
Emídio Ferreira Lima
Francisco José Correia Farias
Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevêdo



Embrapa

Embrapa-Algodão. Documentos, 44

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa - Algodão

Rua Osvaldo Cruz 1143 - Centenário

Telefone: (083) 341-3608

Fax (083) 322-7751

Telex: (083) 2236

<http://www.cnpa.embrapa.br>

E-mail: algodao@cnpa.embrapa.br

Caixa Postal 174

CEP 58107-720 Campina Grande, PB

Tiragem: 500 exemplares

Comitê de Publicações do CNPA

Presidente: José da Cunha Medeiros

Secretária: Maria José da Silva e Luz

Membros: Eleusio Curvêlo Freire

Emídio Ferreira Lima

Francisco de Souza Ramalho

José de Alencar Nunes Moreira

José Wellington dos Santos

Luiz Paulo de Carvalho

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Robério Ferreira dos Santos

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB)

Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.), por José de Alencar Nunes Moreira e outros. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1996.

30p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 44)

1. Mamona - Melhoramento. I. Moreira, J. de A.N. II. Lima, E.F.. III.. Farias, F.J.C.. IV. Azevedo. D.M.P. de. V. Título. V. Série.

CDD 665.3536

©Embrapa 1996

APRESENTAÇÃO

A literatura sobre a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é muito escassa no Nordeste do Brasil, onde os esforços de pesquisa têm sido pontuais e descontínuos. A partir de 1986, a Embrapa-Algodão iniciou estudos com o melhoramento da mamoneira no município de Monteiro, PB; posteriormente, estas pesquisas foram estendidas a Irecê-BA, principal região produtora do Brasil.

Neste documento são apresentadas as ferramentas disponíveis para os melhoristas da mamoneira no seu trabalho rotineiro de busca de novas cultivares. A Embrapa-Algodão espera, com esta publicação, estar contribuindo para o preenchimento da lacuna bibliográfica sobre o assunto.

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Chefe Geral do CNPA

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| 1. INTRODUÇÃO | 07 |
| 2. ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO | 08 |
| 3. DESCRIÇÃO BOTÂNICA | 08 |
| 3.1. Caule | 09 |
| 3.2. Folha | 09 |
| 3.3. Sistema Radicular | 09 |
| 3.4. Inflorescência | 09 |
| 3.5. Fruto | 11 |
| 3.6. Semente | 11 |
| 4. BIOLOGIA FLORAL | 12 |
| 5. MELHORAMENTO GENÉTICO | 13 |
| 5.1. Objetivos | 13 |
| 5.1.1. Porte da Planta | 13 |
| 5.1.2. Semi-Indeiscência da Cápsula | 13 |
| 5.1.3. Produtividade | 13 |
| 5.1.4. Tamanho e Teor de Óleo da Semente | 13 |
| 5.1.5. Precocidade | 13 |
| 5.1.6. Resistência às Doenças e Pragas | 13 |
| 5.2. Métodos de Melhoramento | 14 |
| 5.2.1. Seleção Massal | 14 |
| 5.2.2. Seleção Individual com Testes de Progenies | 15 |
| 5.2.3. Seleção Genealógica | 16 |
| 5.2.4. Hibridação | 17 |
| 5.2.5. Retrocruzamento | 19 |
| 5.3. Exploração da Heterose | 19 |
| 5.4. Organização da Coleção de Germoplasma | 22 |
| 5.5. Técnicas de Autofecundação e Cruzamento | 23 |
| 5.5.1. Autofecundação | 23 |
| 5.5.2. Cruzamento | 23 |
| 6. ASPECTOS IMPORTANTES NA UTILIZAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS | 24 |
| 7. CULTIVARES DE MAMONEIRA RECOMENDADAS PARA PLANTIO | 26 |
| 8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 27 |

MELHORAMENTO DA MAMONEIRA (*Ricinus communis* L.)

José de Alencar Nunes Moreira¹

Emídio Ferreira Lima¹

Francisco José Correia Farias¹

Demóstenes Marcos Pedrosa de Azevêdo¹

1. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de relevante importância econômica, apresentando inúmeras aplicações na área industrial e perspectivas de utilização como fonte energética.

O Brasil, que já foi um dos maiores produtores mundiais ao lado da Índia, de alguns países pertencentes à antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas - URSS e da China, vem apresentando produção declinante e perspectivas de perda de mercado no exterior.

O maior produtor nacional de mamona é o Estado da Bahia, seguido do Paraná, São Paulo, Ceará e Minas Gerais. Embora esta oleaginosa seja de grande importância econômica para o País, o seu cultivo, na grande maioria, ainda é efetuado utilizando-se sementes dos próprios produtores, o que leva a acentuado grau de heterogeneidade e a grande diversidade de tipos locais. Em virtude da escassa utilização de sementes selecionadas ocorrem, na maioria das grandes regiões produtoras de mamona, baixa produtividade, alto nível de suscetibilidade às principais doenças e várias características agrônômicas indesejáveis. Há, portanto, necessidade da utilização de métodos de melhoramento genético para obtenção e distribuição de cultivares de mamoneira mais produtivas, precoces, semi-deiscentes, com alto teor de óleo e elevado nível de resistência às principais doenças e pragas que ocorrem nas principais regiões produtoras do país.

¹ Pesquisadores da Embrapa-Algodão, CP 174, CEP 58107-720 - Campina Grande, PB

2. ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO

A origem da mamoneira não é bem definida e uma das razões é a facilidade e rapidez com que se torna estabelecida como planta nativa (Weiss, 1983). No entanto, tudo leva a crer que ela seja indígena do oeste da África e que, provavelmente, originou-se na Etiópia.

No Brasil, sua introdução ocorreu, provavelmente, com a importação dos escravos africanos, associada às condições favoráveis para o seu crescimento na nova área, o que possibilitou tornar-se uma planta de grande dispersão no país.

A mamoneira apresenta a seguinte classificação:

- Classe: Dicotiledônea
- Ordem: Geraniales
- Família: Euforbiaceae
- Gênero: Ricinus
- Espécie: *R. communis* L.

O gênero é monotípico e, assim, a única espécie conhecida é a *Ricinus communis* L. Para alguns autores, no entanto, o gênero engloba outras espécies, dentre as quais a *R. laciniatus* e a *R. sanguineus*.

Moshkin (1986) na tentativa de explicar a grande variedade de formas, considera a mamoneira uma espécie politípica, dividida em certo número de subespécies, as quais podem diferir quanto à morfologia e aos aspectos genético e ecológico.

3. DESCRIÇÃO BOTÂNICA

A mamoneira tem $2n = 20$ cromossomos e este número é constante em todas as suas subespécies e formas.

A espécie *R. communis* originou-se como tetraplóide de um progenitor diplóide, já extinto, com $2n = 10$ cromossomos (Narain, 1974) sendo variável quanto ao hábito de crescimento, tamanho, cor da folhagem e ao caule.

Seu porte é comumente classificado em:

- Anão: altura inferior a 1,8m

- Médio: altura variando entre 1,8m a 2,5m
- Alto: altura variando entre 2,5m a 5,0m
- Arbóreo: altura superior a 5m

3.1. Caule

A mamoneira tem caule com coloração que pode variar de verde a vermelha e arroxeadas; pode ser ou não coberto por uma substância cerosa, branca, que ocorre também nos pecíolos e inflorescências.

3.2. Folha

As folhas são longas, pecioladas, alternas, peltadas ou palmatodigitadas; apresentam cor verde-escuro lustroso, porém podem variar do verde-claro ao vermelho-escuro, dependendo do nível de pigmentos de antocianina presente; apresentam pecíolo longo e fistuloso, com glândulas nectaríferas.

3.3. Sistema Radicular

A mamoneira possui sistema radicular fistuloso, constituído de raiz principal, pivotante, cujo desenvolvimento varia com o porte da cultivar; as raízes secundárias são bem desenvolvidas, porém na mamoneira de porte anão elas são mais ramificadas e, de ordinário, penetram profundamente no solo.

3.4. Inflorescência

A haste principal comporta uma inflorescência terminal chamada racemo primário; só após o seu aparecimento é que surgem, nos nós, as ramificações laterais da haste, logo abaixo do primeiro racemo. Normalmente, a mamoneira apresenta dois ou três ramos, que nascem simultaneamente, na seguinte ordem: o primeiro é localizado no primeiro nó logo abaixo do racemo primário, o segundo no nó dois e o terceiro no nó três; cada um desses ramos é terminado por um racemo, chamado secundário. Do mesmo modo, surgem novos ramos depois que se formam os secundários, os quais serão também terminados por racemos,

agora denominados terciários (Figura 1).

Os racemos encerram flores masculinas na parte inferior e

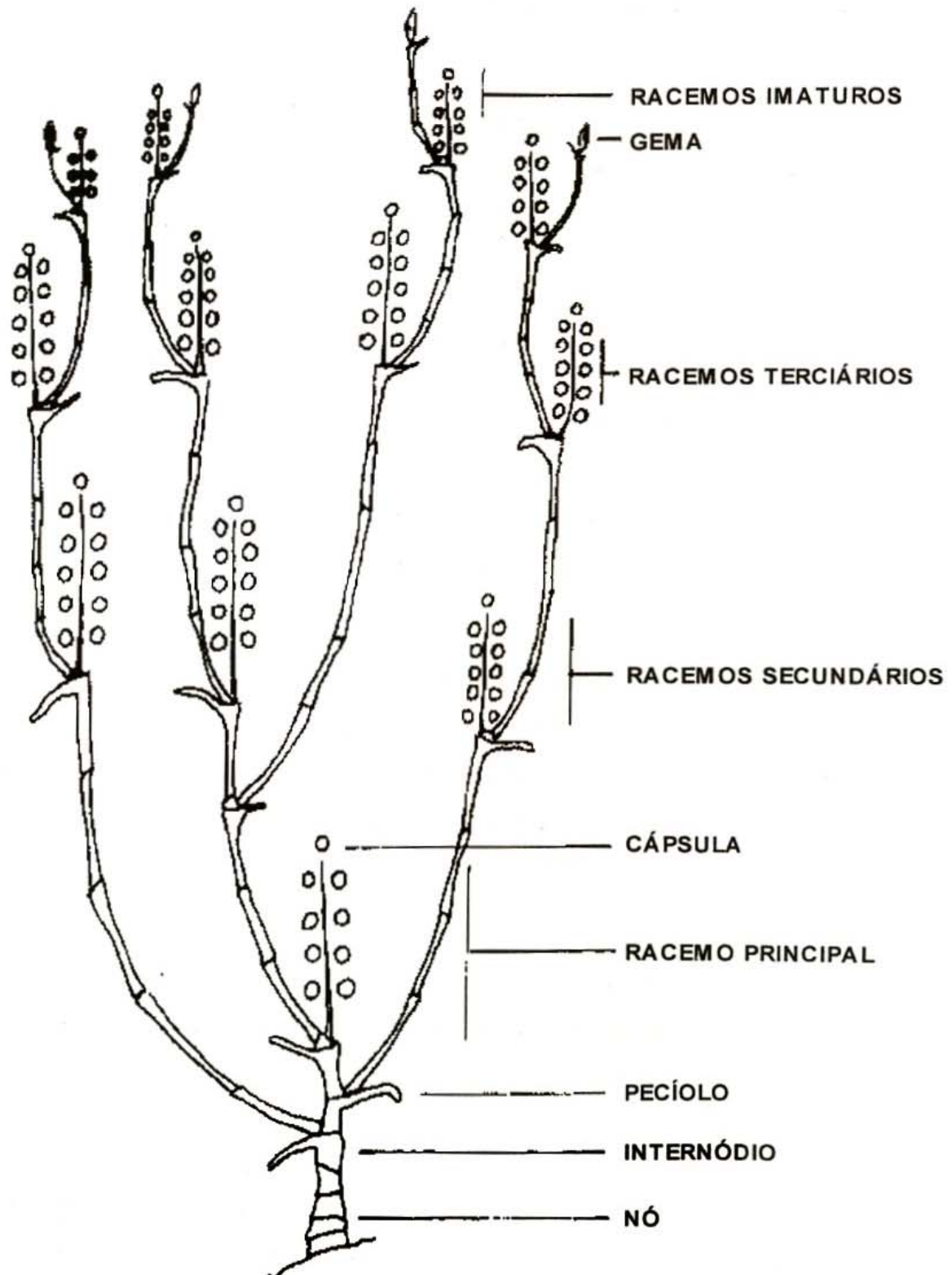


FIGURA 1. Desenho esquemático de uma mamoneira

FONTE: Távora (1982)

femininas na superior, e esta condição de flores dos dois sexos na mesma planta confere à mamoneira a condição de planta monóica; pode ocorrer, em casos excepcionais, a presença de flores hermafroditas no ápice da inflorescência.

A proporção de flores masculinas e femininas pode variar de planta para planta; em geral, as masculinas constituem 50 a 70% e as femininas, 30 a 50%.

As flores masculinas têm cálice com 5 lóbulos e estames com ramificações secundárias; a cor é amarelo-pálido por ocasião da antese; as femininas apresentam cálice com três divisões; o pistilo tem o ovário com três carpelos e estigmas sésseis; em cada carpelo é encontrado um ovário. Os estigmas têm cor vermelhana antese.

3.5. Fruto

O fruto é uma cápsula tricoca, provida ou não de papilas ou espinhos agrupados em racemos, de comprimento e formas variáveis. De acordo com o grau de deiscência, o fruto pode ser deiscente, semi-deiscente e indeiscente.

3.6. Semente

A semente tem forma variável, podendo ser ovóide ou oblonga, com superfície dorsal arqueada e proeminente carúncula; tem coloração bastante variável, como branca, cinza, preta, marrom, castanho, vermelha, rajada de diversas cores ou com mosqueamentos característicos.

É constituída de:

- tegumentos: externo e interno. Representam 20 a 25% do peso da semente, nas cultivares comerciais
- carúncula: estrutura esponjosa originada da divisão celular do tegumento próximo a micrópila
- endosperma: rico em óleo e proteína
- embrião: composto pelos cotilédones, radícula, hipocótilo e epicótilo.

4. BIOLOGIA FLORAL

Sob condições de campo, o pólen fino e leve da mamoneira é transportado ao estigma, principalmente pelo vento; no entanto, abelhas e outros insetos polinizadores podem ser encontrados nos racemos e, assim, realizarem também o transporte do pólen.

As anteras rompem-se bruscamente e isto permite a dispersão do pólen no campo, cuja liberação é máxima nas horas mais quentes do dia. Temperaturas abaixo de 15°C comprometem bastante a deiscência da antera e períodos prolongados de alta umidade podem comprometer a viabilidade e o vigor do grão de pólen.

A literatura evidencia que os estigmas entram em fase receptiva algum tempo antes das flores masculinas abrirem, havendo, portanto, ligeira protoginia (Gurgel, 1945) fato este não aceito pela maioria dos pesquisadores (Távora, 1982) que afirmam que as flores masculinas atingem a maturidade primeiro e a antese ocorre, usualmente, em um curto período de tempo, antes da abertura das flores femininas ou pistiladas (Brigham, 1980). Deste modo, há uma ampla fonte de pólen para as primeiras flores pistiladas que abrem e se tornam receptivas.

O estigma encontra-se plenamente receptivo, poucas horas depois que a flor abre, porém é difícil que a polinização ocorra logo em seguida à abertura da flor. O estigma, após a antese, permanece receptivo, dependendo das condições climáticas, por um período de 5 a 10 dias.

O sistema reprodutivo da mamoneira é caracterizado pela ocorrência simultânea da autofecundação e do cruzamento natural; trata-se, assim, de planta do tipo misto ou intermediário, com ambos os tipos de polinização. Pode-se considerá-la, assim, parcialmente autógama e a autofecundação pode ocorrer na mamoneira sob condições naturais, sendo mais pronunciada, todavia, nas flores dos racemos centrais.

A taxa de cruzamento natural é bastante variável, sendo de 40% em cultivares de porte médio e alto e de 25% nas do tipo anão, com ramificação fechada; esta taxa, no entanto, pode ser

bastante elevada, como a encontrada no Texas, Estados Unidos da América do Norte, para a mamoneira anã, que foi de 70% a 90% (Brigham, 1967). A autofecundação contínua não acarreta perda de vigor na mamoneira.

Esta cultura é predominantemente anemófila, podendo o transporte de pólen por insetos ser realizado apenas casualmente.

5. MELHORAMENTO GENÉTICO

5.1. Objetivos

Na mamoneira, em particular, o melhoramento genético visa à obtenção de cultivares com as seguintes características:

5.1.1. Porte da Planta

As cultivares de porte alto e médio têm maior adaptação às condições do semi-árido nordestino, visto apresentarem sistema radicular mais profundo e desenvolvido; as cultivares de porte baixo facilitam a colheita e proporcionam economia de espaço no campo.

5.1.2. Semi-Indeiscência da Cápsula

A obtenção de cultivares com frutos semi-indeiscentes é de fundamental importância para evitar perdas, antes e durante a colheita.

5.1.3. Produtividade

Obtenção de genótipos com rendimentos maiores que aqueles apresentados pelas cultivares em distribuição.

5.1.4. Tamanho e Teor de Óleo da Semente

Obtenção de cultivares com sementes de tamanho médio e com alto teor de óleo.

5.1.5. Precocidade

A obtenção de cultivares precoces que tenham a capacidade de se adaptarem a um curto período de chuvas, é muito importante para as condições do semi-árido nordestino.

5.1.6. Resistência às Doenças e Pragas

A obtenção de cultivares com níveis satisfatórios de resistência

às principais doenças e pragas que ocorrem nas regiões produtoras de mamona.

5.2. Métodos de Melhoramento

Os métodos de melhoramento da mamoneira são aqueles normalmente utilizados para as plantas autógamas, muito embora esta cultura pertença à categoria do grupo intermediário e são os seguintes.

5.2.1. Seleção Massal

A seleção massal é utilizada na mamoneira a partir de cultivares já estabelecidas ou mesmo nos tipos locais visando à melhoria e/ou uniformização de certas características de importância econômica. Por exemplo, uma cultivar de mamona já tem um bom número de cachos bem conformados, elevada produção de sementes e de óleo, com cápsulas indeiscentes no campo e outras características adequadas, porém é tardia e variável quanto ao florescimento; em uma situação como esta pode-se empregar a seleção massal, objetivando-se melhorar aquela característica na cultivar em questão.

A consequência da seleção massal é o aumento da proporção dos indivíduos desejáveis, no caso considerado mais precoces; é por esta razão que eles aparecem em maior número, comparativamente à população-base, onde foi iniciada a seleção.

A seleção massal, contudo, só é efetiva se o caráter desejado tiver alta herdabilidade no ambiente em que a produção é avaliada, razão por que é importante se dispor, ao se realizar a seleção massal, de procedimentos que aumentem as diferenças entre os genótipos, por exemplo, os que permitem reduzir a variação ambiental. Assim procedendo, dispõe-se de estimativas mais fidedignas da herdabilidade e, com isto, consegue-se maior eficiência da seleção massal; como exemplo de cultivar obtida por seleção massal na mamoneira pode-se citar, entre outras, a Pindorama, do Instituto Agrônomo de Campinas, sintetizada a partir da IAC 38, em Pindorama, no Estado de São Paulo (Savy Filho & Banzatto, 1993). Constitui-se num método eficaz quando se pode atenuar a ação dos fatores ambientais, o que é possível quando se utiliza a seleção

massal estratificada, esquema que permite certo controle sobre a heterogeneidade do solo (Gardner, 1961).

Trata-se, basicamente, em dividir o campo em parcelas ou estratos, procedendo-se a seleção em cada estrato, independentemente dos demais; cada estrato representa, portanto, uma unidade ambiental independente.

5.2.2. Seleção Individual de Plantas com Teste de Progênes

Este método, como o próprio nome indica, consiste na seleção de plantas individuais e no estudo posterior de sua descendência nos ensaios de progênes. É um método de grande popularidade, pois desde muito tempo vem sendo utilizado em São Paulo, pelo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (Banzatto & Rocha, 1969) e se fundamenta no princípio genético de que, do ponto de vista da seleção, o valor de uma planta só pode ser aquilatado através de sua progênie; constitui-se no procedimento mais simples e direto para se conseguir maior uniformidade e aumento de produção na seleção da mamoneira.

Este método pode ser utilizado no melhoramento de cultivares introduzidas, da coleção de germoplasma, ou mesmo dos tipos locais cultivados pelos agricultores, quando houver variabilidade nas populações de plantas.

Os testes de progênes são realizados plantando-se, em linhas, as sementes das plantas autofecundadas, selecionadas individualmente; a distribuição dessas linhas no campo pode ser ao acaso, sem repetições, porém intercalando-se, a cada 10 progênes, uma cultivar, que irá servir de testemunha.

Na primeira situação, as progênes são avaliadas tomando-se a testemunha como termo de comparação sendo, então, descartadas aquelas de comportamento inferior ao controle utilizado; nas eleitas, procede-se novamente à escolha das plantas superiores dentro das linhas, para estudo posterior de suas progênes no ano seguinte.

O processo continua a cada ano, com a seleção entre e dentro, até que se consiga uniformidade suficiente dentro da linha de progênes. Nesta ocasião, elege-se a linha como uma linhagem e colhe-se, então, a semente autofecundada de toda a linha; estas

sementes se destinam aos testes regionais de linhagens, visando comparar a superioridade do material selecionado com os melhores em distribuição. O esquema de condução deste método encontra-se na Figura 2.

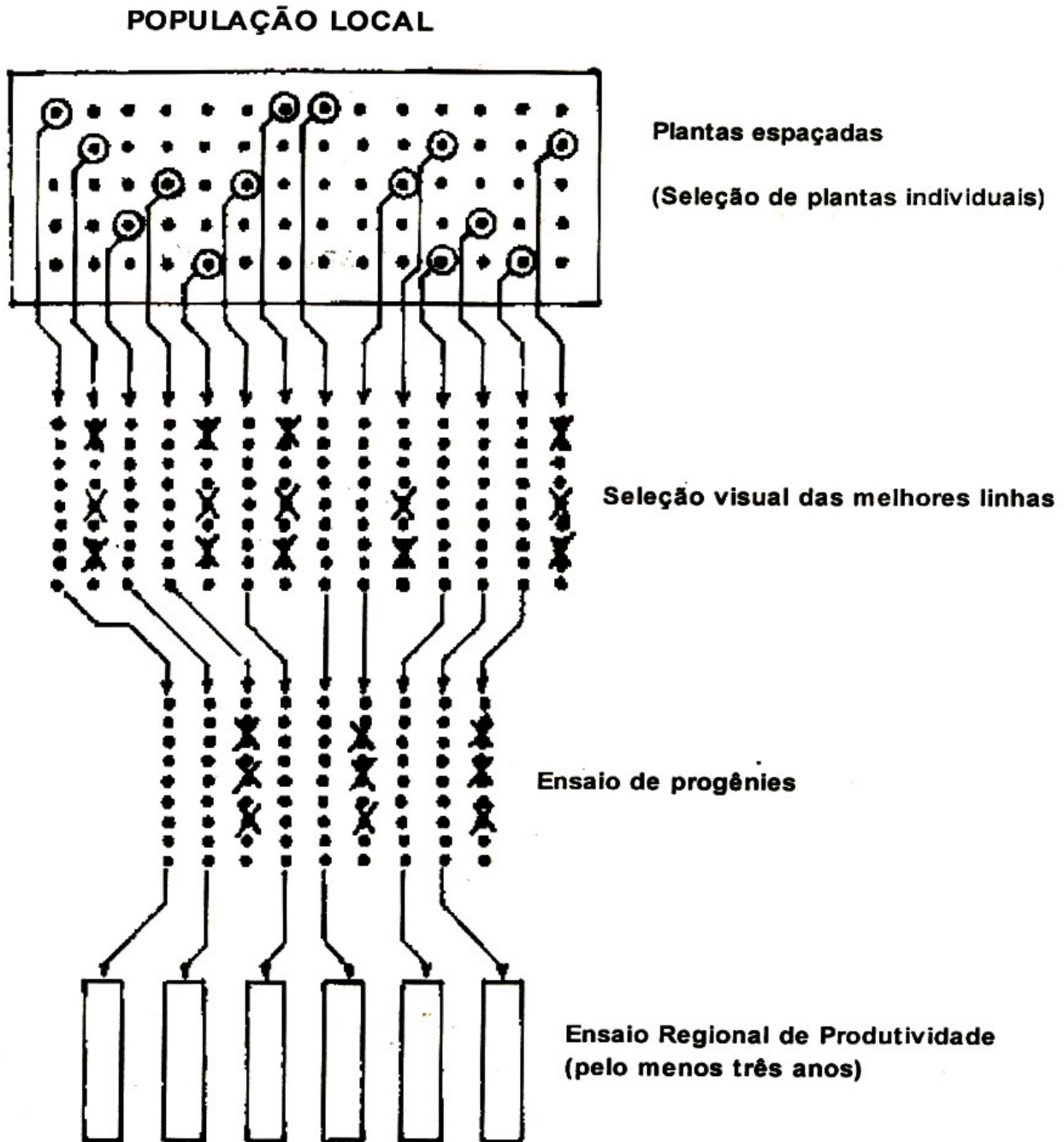


FIGURA 2. Seleção de plantas com teste de progênies

5.2.3. Seleção Genealógica ou Linha Pura

O método genealógico é um procedimento de seleção utilizado quando se trabalha com materiais segregantes derivados das

hibridações, visando combinar, num só indivíduo, os genes desejáveis que se encontram em dois ou mais genótipos; consiste na seleção de tipos superiores, com controle da sua descendência. Parte-se da geração F_1 do cruzamento e, por autofecundação desta, obtém-se a F_2 , onde a variabilidade proporcionada pela hibridação é máxima.

Na F_2 realiza-se a seleção com base em plantas individuais autofecundadas e as descendências serão, então, estudadas nos ensaios de progênes F_3 , cujos detalhes são iguais àqueles apresentados no item 5.2.2., quando se tratou da seleção de plantas individuais com teste de progênes.

Observa-se, da geração F_3 até a F_8 , que a heterozigose das linhas vai declinando paulatinamente, e estas passam a assumir a sua individualidade; a população original é diversificada em diferentes famílias e a seleção, a partir daí, ao invés de plantas individuais dentro das linhas, passa a ser realizada na base de famílias.

Uma família é constituída pelas progênes das plantas originadas da mesma linha de progênie do ano anterior.

Da F_5 a F_8 as linhas selecionadas já são efetivamente homozigotas e, com isto, a variabilidade vai sendo grandemente reduzida. Nesta fase completa-se a seleção familiar e já se procedem os testes detalhados para rendimento e qualidade.

Pode-se começar, a partir daí, a multiplicação em parcelas isoladas das melhores famílias reveladas nas avaliações para o rendimento e qualidade; entre a F_7 e a F_{12} somente uns poucos genótipos se sobressaem como linhas puras e, então, os testes já passam a ser realizados envolvendo anos e locais. Na Figura 3 encontra-se o esquema detalhado deste método.

5.2.4. Hibridação

A hibridação tem sido muito utilizada com o objetivo de reunir, num só indivíduo, caracteres ora existentes, separadamente, em genótipos diferentes.

É somente através da hibridação que se consegue obter nova variabilidade, possibilitando, com isto, o aumento nas chances da seleção do genótipo ideal, buscado pelo melhorista.

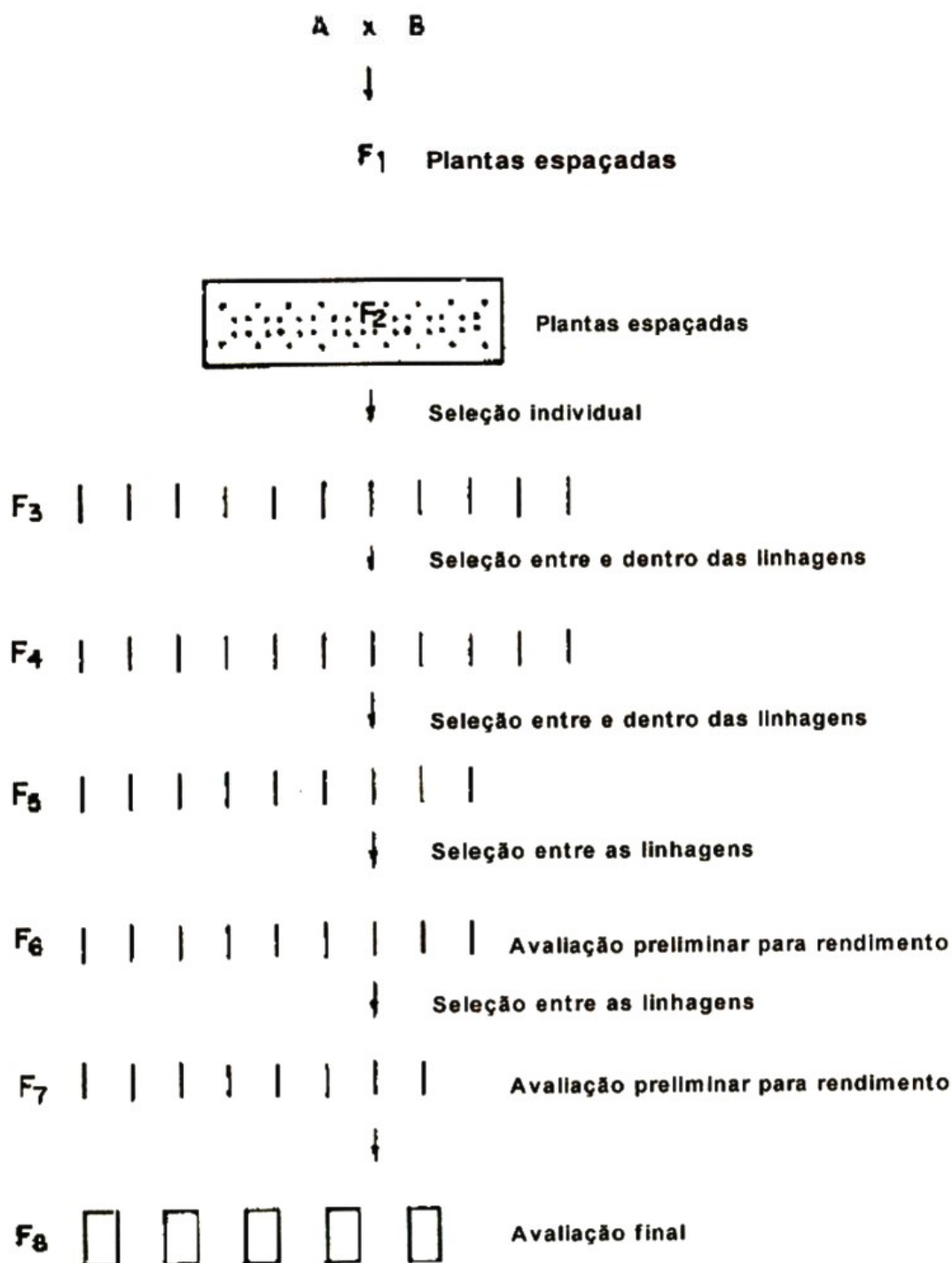


FIGURA 3. Seleção Genealógica

Empregou-se este método com o objetivo de se incorporar, na cultivar IAC 38 de mamoneira, o caráter indeiscência da cápsula; para tal, utilizou-se, como fonte doadora deste caráter, a cultivar Cimarron, de frutos indeiscentes. Do cruzamento entre a IAC 38 e a Cimarron obteve-se a cultivar Campinas, com cápsulas indeiscentes; após a hibridação, pode-se utilizar o método genealógico para seleção de plantas.

5.2.5. Retrocruzamento

O retrocruzamento constitui-se num processo de melhorar cultivares que são muito boas com relação a um grande número de atributos, porém são deficientes em algumas características; consiste nas seguintes etapas:

Seleção dos progenitores: o progenitor recorrente geralmente é constituído pela cultivar predominante na região e o progenitor doador deve possuir, em alto grau, algum caráter desejável, do qual o progenitor recorrente é deficiente.

O F_1 obtido do cruzamento dos dois progenitores é retrocruzado para o progenitor recorrente, procedendo-se a uma seleção para o caráter desejável do progenitor doador; as plantas selecionadas são autofecundadas para se ter uma geração F_2 numerosa, na qual se pratica seleção intensa, enquanto as plantas selecionadas são usadas para se obter linhas F_3 , realizando-se, entre e dentro destas, novas seleções.

As plantas selecionadas são retrocruzadas para o progenitor recorrente a fim de produzir sementes do segundo retrocruzamento, sendo as plantas do segundo retrocruzamento novamente retrocruzadas para o progenitor recorrente, visando produzir sementes do terceiro retrocruzamento. Repete-se o procedimento expresso no parágrafo anterior.

Os quarto, quinto e sexto retrocruzamentos são obtidos em sucessão, obtendo-se as gerações F_2 e F_3 após o sexto retrocruzamento; realiza-se intensa seleção. O esquema de condução deste método encontra-se na Figura 4.

Várias linhagens homozigotas para o caráter do progenitor doador, tão semelhantes quanto possível ao progenitor recorrente, são misturadas, multiplicadas e distribuídas para produção comercial.

5.3. Exploração da Heterose

A heterose ou vigor híbrido é a capacidade apresentada pela geração F_1 de determinado cruzamento, para superar a média de seus pais.

Na mamoneira, a exploração da heterose tem-se constituído num meio bastante eficaz para aumentar o rendimento desta

oleaginosa.

A ausência de marcada depressão consanguínea durante as autofecundações da mamoneira, constatada por diversos melhoristas, fazia crer que a heterose tivesse pouca expressão nesta oleaginosa;

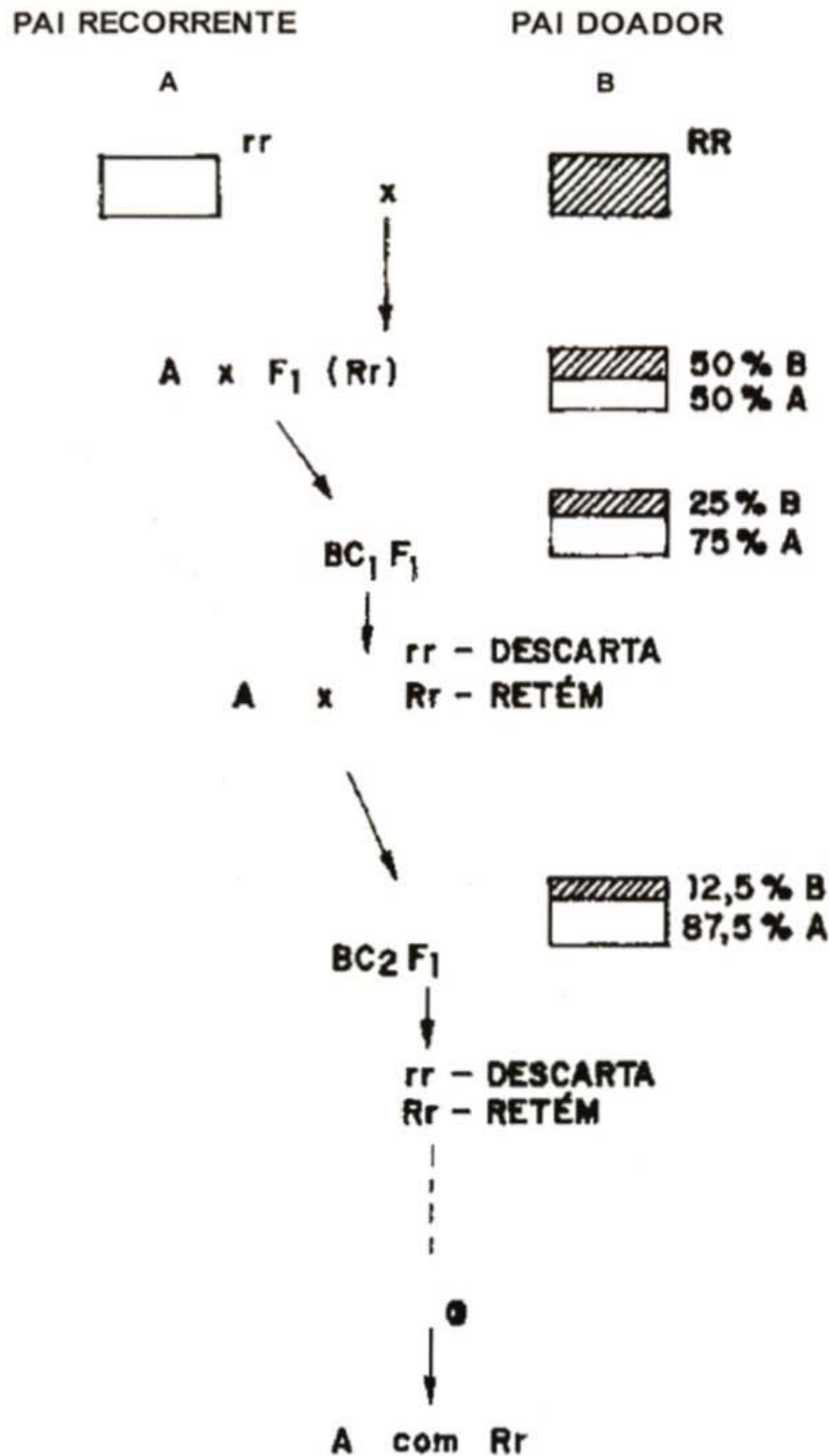


FIGURA 4. Esquema do retrocruzamento no caso da transferência de um gene dominante R de uma cultivar B (RR) para outra A (rr)

no entanto, evidenciou-se que esta constatação não era verdadeira e, daí por diante, seguidos exemplos da ocorrência de níveis expressivos de heterose nos híbridos F_1 de mamona passaram a ser registrados na literatura.

Os primeiros híbridos foram obtidos procedendo-se à emasculação das plantas pistiladas, que funcionavam como fêmeas ou receptoras de pólen. Este processo era oneroso e de difícil execução, quando se tinha um grande número de plantas para cruzar; a superação parcial desta dificuldade na exploração da heterose na mamoneira verificou-se por volta de 1950, com o desenvolvimento de linhas fêmeas, isto é, somente com flores pistiladas ou femininas.

Na produção da semente híbrida pode-se usar uma linha da planta que vai funcionar como doadora do pólen para cada 10 a 12 das fêmeas ou receptoras; o plantio deve ser orientado de modo que os ventos soprem através das linhas e, com isto, se consiga melhor distribuição do pólen; outra providência é eliminar todo e qualquer tipo de mamoneira ao longo das estradas e cercas, num raio de 800 a 1.000m.

Os trabalhos sobre a exploração da heterose em mamona estão voltados, agora, para os estudos da depressão consaguínea ou perda de vigor com a autofecundação, visando, com isto, dar maior suporte ao melhoramento, através deste método. Além desses trabalhos, acham-se em curso, também, os estudos voltados para a determinação da capacidade combinatória das linhas, pois estas se têm revelado como o meio mais adequado na escolha dos paternais que deverão ser cruzados para a obtenção da semente híbrida F_1 .

Um dos aspectos importantes relacionados com o uso da semente híbrida diz respeito à possibilidade de seu emprego para plantio pelos agricultores depois da geração F_1 . Os resultados dos ensaios na mamoneira com as sementes de segunda geração dão claras indicações de que o rendimento obtido em tais materiais pode ser, ainda, 50% maior que o da cultivar-controle, utilizada como termo de comparação; por outro lado, a vantagem no uso dessas sementes é que elas não requerem custo adicional e, assim, o seu emprego pode ser economicamente viável na cultura da

mamoneira (Moshkin, 1986).

A produção de híbridos comerciais de mamoneira é muito utilizada em países de agricultura desenvolvida. Na Califórnia, durante três anos, o híbrido comercial Pacífico Hybrid 6 apresentou produtividade 14% maior que as cultivares mais produtivas (Zimmerman, 1958).

5.4. Organização da Coleção de Germoplasma

A organização da coleção de germoplasma é tarefa básica em qualquer programa de melhoramento genético, de modo especial na mamoneira, em razão desta planta apresentar ampla variabilidade incorporada nas cultivares locais ou introduzidas. Desta forma, armazenar esta variabilidade em grandes coleções de germoplasma, para seu aproveitamento na seleção, é um passo importante no atingimento dos objetivos do melhoramento.

A coleção, assim, funciona como uma espécie de reserva gênica que pode ser acionada à medida que a variabilidade vai sendo exaurida com os progressos no melhoramento; não basta, contudo, apenas organizar a coleção; é preciso que ela seja estudada visando à caracterização e avaliação dos acessos ou entradas que a compõem.

Na caracterização, trabalha-se com características quantitativas pouco influenciadas pelo ambiente, de modo a permitir traçar um perfil o mais aproximado possível da cultivar ou acesso da coleção.

Na avaliação, as características já são quantitativas e, como tal, mais influenciadas pelo ambiente e a meta aqui é o exame da variabilidade com vistas a aproveitá-la no melhoramento. Este aproveitamento pode se dar diretamente, através da utilização da cultivar e sua aclimação posterior às novas condições de cultivo ou, então, indiretamente, pela via da hibridação, objetivando a incorporação de novas características nos genótipos submetidos à seleção.

O banco ativo de germoplasma mantido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, é composto, atualmente, por 97 introduções oriundas de diversas regiões do Brasil.

5.5. Técnicas de Autofecundação e Cruzamento

5.5.1. Autofecundação

A elevada taxa de cruzamento natural na mamoneira exige que, durante os trabalhos de seleção, as linhas sejam mantidas por autofecundação artificial.

A técnica da autofecundação é simples e consiste em proteger as inflorescências novas com um saco de papel do tipo impermeável branco; no início da operação, esses sacos devem medir 10 x 20cm, aproximadamente e depois que o racemo cresce eles serão, então, substituídos por outros sacos maiores, de 15 x 40cm ou 20 x 45cm, a depender do desenvolvimento da inflorescência que se quer proteger.

O cuidado que se deve ter com a autofecundação artificial é movimentar o saco periodicamente, de modo a facilitar a dispersão do pólen entre os estigmas das flores femininas; cumpridas estas etapas e a depender do desenvolvimento do racemo, o saco pode ser retirado e as sementes, posteriormente, colhidas para o plantio nos ensaios de progênies. Um período de 60 a 70 dias decorre da polinização à maturação, a depender da precocidade da cultivar e da temperatura ambiente.

Para se ter maior segurança na autofecundação pode-se, ainda, realizar a polinização artificial com flores da mesma planta, o que não deixa de ser, também, a autofecundação. Com esta finalidade, o operador, munido de uma pinça, toma as flores masculinas abertas e passa-as por sobre os estigmas das flores femininas do mesmo racemo. A operação deve ser feita tomando-se todas as precauções para evitar qualquer contaminação por pólen estranho. Assim, é recomendável, quando se passar de uma planta para outra, que o operador lave a pinça e as mãos com álcool.

5.5.2. Cruzamento

O cruzamento artificial na mamoneira é extremamente facilitado pela presença de flores masculinas e femininas no mesmo racemo.

O primeiro passo no cruzamento artificial é a preparação da planta, que vai funcionar como fêmea ou receptora do pólen. Com esta finalidade, os racemos devem ser selecionados imediatamente,

antes que as flores pistiladas se abram; os racemos primários são os preferidos, pois são maiores e produzem mais sementes que os secundários.

Procede-se à emasculação, ou seja, à eliminação de todas as flores masculinas abertas ou não abertas; todo cuidado deve ser tomado para eliminar, também, as flores hermafroditas que possam estar intercaladas entre as flores femininas.

Feito isto, procede-se à polinização das flores femininas restantes com o pólen da planta escolhida. As flores masculinas são coletadas, de preferência, pela manhã, antes ou depois da antese e armazenadas em pequenos sacos, placas de Petri, ou outro depósito que não cause esmagamento da flor; o pólen permanece viável diversos dias depois que a flor é colhida e pode ser usado na segunda ou terceira semanas, se armazenado nas condições ambientes (Pustovoit, 1967).

A polinização é feita espargindo-se o pólen sobre os estigmas das flores femininas; uma flor estaminada pode ser usada para polinizar diversas outras femininas devendo, porém, ser descartada quando a quantidade de pólen diminui; depois de realizada a polinização, o racemo é protegido com um saco, como na autofecundação.

Deve-se observar que os racemos pequenos são mais túrgidos e tendem a quebrar mais facilmente durante as manhãs. Daí, é preferível utilizar o período da tarde para emasculiar e proteger os racemos com os sacos de papel, nas operações dos cruzamentos artificiais.

Um cuidado adicional que se deve ter na polinização artificial é examinar com freqüência a inflorescência utilizada no cruzamento, com o fim de se eliminar as flores masculinas que possam aparecer entre as femininas.

6. ASPECTOS IMPORTANTES NA UTILIZAÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DE SEMENTES MELHORADAS

A semente melhorada representa fator de grande importância no estabelecimento de uma cultura. A produtividade e a qualidade do produto dependem primordialmente da qualidade da semente; por ser mais produtiva e apresentar alto nível de resistência a doenças

e pragas, a semente selecionada proporciona, por unidade de área plantada, maior retorno aos produtores de mamona e conduz a maior rendimento de óleo para os industriais.

Os problemas relativos à utilização de cultivares melhoradas não terminam com a distribuição de sementes em escala comercial, pois se medidas visando manter a pureza varietal não forem tomadas, grande parte dos esforços relativo ao melhoramento pode ser perdido (Allard, 1971).

Num programa de produção de sementes vários fatores devem ser observados, mencionando-se aqueles denominados contaminantes, os quais implicam diretamente na qualidade das sementes.

Segundo Gregg et al. (1974) as fontes de contaminantes são classificadas em genética e física. A contaminação genética ocorre por conta de plantas de outras cultivares da mesma cultura e de plantas de espécies similares, que podem polinizar a cultura; esta hibridação altera a constituição genética da semente e não pode ser verificada por exame visual; esta contaminação é comum em cultura de polinização cruzada como, por exemplo, a mamoneira.

Fontes de contaminação física são oriundas de sementes de plantas da mesma espécie e de outras cultivares existentes na cultura. Este tipo de contaminação pode ocorrer tanto em culturas de autofecundação como naquelas de polinização cruzada.

A contaminação genética só poderá ser eliminada após purificação durante inúmeras gerações subseqüentes, enquanto a contaminação física é freqüentemente mais fácil de ser controlada.

A capacidade de contaminação diminui a medida em que o contaminante se distancia do campo de produção de sementes e, após certa distância, ele não causa mais problemas à lavoura, denominando-se a mesma de distância de isolamento.

No caso da cultura da mamoneira, a miscigenação de cultivares pode ser causada principalmente pela hibridação natural, favorecida pela própria biologia da espécie (Crisóstomo & Sampaio, 1975). Ocorre na mamoneira grande número de cruzamentos devido à polinização livre. Gurgel (1945) estudando este aspecto, verificou que plantas de mamoneira de porte alto atingem até 40% de

cruzamento, enquanto aquelas de porte anão chegam a até 25% de cruzamento. Este fato favorece uma grande heterogeneidade, pondo à disposição dos melhoristas grande variabilidade genética, mas com a desvantagem de causar grande diminuição ou perda da pureza varietal.

Os principais fatores que favorecem a contaminação ou mistura varietal na cultura da mamoneira são os seguintes: alta taxa de cruzamento natural, proporcionando uma constante hibridação, planta nativa nas proximidades dos campos de produção de sementes, plantas oriundas de sementes deixadas no solo, de cultivos anteriores, ausência de inspeção nos campos de produção de sementes, com a finalidade de eliminar as plantas contaminantes, mistura ou contaminação física com sementes indesejáveis durante a colheita e/ou beneficiamento.

7. CULTIVARES DE MAMONEIRA RECOMENDADAS PARA PLANTIO

Para que seja recomendada para plantio, uma cultivar de mamoneira deverá apresentar as seguintes características agronômicas: bom desenvolvimento e rusticidade, porte médio, ser precoce, ter grande número de cachos, frutos semi-deiscentes, ter grande produtividade e sementes de tamanho médio, com alto teor de óleo, e ser resistente a doenças e pragas.

Em 1936, a Secção de Genética do Instituto Agronômico, em São Paulo, lançou as bases de um plano de melhoramento, com o objetivo de desenvolver cultivares de mamoneira mais produtivas, com maiores níveis de resistência às doenças e pragas, e com outras características agronômicas desejáveis.

Daquela época, dentre as que se destacaram em produtividade e teor de óleo, mencionaram-se as cultivares Zanzibar e Sanguínea; nos anos subsequentes, aquele órgão de pesquisa desenvolveu, dentre outras cultivares, as, IAC 38, Campinas, Guarani, IAC 80 e a IAC 226, além de várias outras.

As regiões produtoras do Nordeste do país utilizam, atualmente, sementes de tipos indefinidos, idênticos aos cultivados nas décadas de 60 e 70, apesar de o IAC e da Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia terem criado várias cultivares, algumas das quais para as condições da Bahia.

Dentre as cultivares em distribuição recomendam-se, para as regiões produtoras do semi-árido nordestino, as cultivares SIPEAL 28, Pernambucana e Baianita.

Atualmente, o Centro Nacional de Pesquisa de Algodão - CNPA, tem desenvolvido várias linhagens de mamoneira com rendimentos superiores aos das cultivares em distribuição, dentre as quais se destacam a CNPA M 90-210 e a CNPA M SM4, que poderão ser lançadas em breve, provavelmente como novas cultivares de mamoneira.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgar Blucher, 1971. 381p.
- BANZATTO, N.V.; ROCHA, J.L.V. da. Genética e melhoramento da mamoneira. In: KERR, W.E. Melhoramento e genética. São Paulo: Melhoramentos, 1969. p. 102-113.
- BANZATTO, N.V.; ROCHA, J.L.V. da; CANECCHIO FILHO, V. Melhoramento da mamoneira: transferência do caráter indeiscência para o cultivar IAC 38 de mamoneira. Bragantia, v.22, n.23, p.292-298, 1963.
- BRIGHAM, R.D. Castor. In: FEHR, W.R.; HADLEY, H.H. Hybridization of crop plants. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p. 235-247.
- BRIGHAM, R.D. Natural outcrossing in dwarf: internode castor, *Ricinus communis* L. Crop. Science., v.7, p.353-355, 1967.
- CRISÓSTOMO, J.R.; SAMPAIO, H.S. de V. Mamona: aspectos importantes para a produção de sementes selecionadas no Estado da Bahia. Salvador: EMBRAPA - Representação no Estado da Bahia, 1975. 10p. (EMBRAPA - Representação do Estado da Bahia. Comunicado Técnico, 13).
- FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P.; MEDEIROS, L.C. de; LIMA, E.F.;

- SOARES, J.J. Competição de cultivares e híbridos de mamona no Nordeste do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1990. (EMBRAPA-CNPA. Pesquisa em Andamento, 11).
- FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P.; MEDEIROS, L.C.; SILVA, V.J. Melhoramento da mamoneira no Cariri paraibano: resultados de 1989. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual - 1987-1989. Campina Grande, 1991. p. 574-577.
- FREIRE, E.C.; ANDRADE, F.P.; MEDEIROS, L.C. Melhoramento da mamoneira no CNPA: período 1987/88. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual -1987-1989. Campina Grande, 1991. p. 571-573.
- GARDNER, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Science, v. 1, n. 1, p. 124-125, 1961.
- GREGG, B.R.; CAMARGO, C.P.; POPINIGIS, F; LINGERFELT, C.W.; VECHI, C. Guia de inspeção de campos para produção de sementes. Brasília: MA/AGIPLAN, 1974. 98p.
- GURGEL, J.T. do A. Estudos sobre a mamoneira (Ricinus communis L.) Piracicaba: ESALQ, 1945. 93p. (Tese Livre Docência).
- KRUG, C.A.; MENDES, P.T. Melhoramento da mamoneira. Bragantia v.2, n.5, p.131-154, 1942.
- MOSHKIN, V.A. Castor. New Delhi: Oxonian Press, 1986. 315p.
- NARAIN, A. Castor. In: HUTCHINSON, J.B. Evolutionary studies in world crops: diversity and change in the Indian subcontinent. Cambridge: [s.n.], 1974. p. 71-80.
- PUSTOVOIT, V.S. Manual of breeding and seed: production of oil crops. Moscow: [s.n.], 1967.

- SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V. Mamona. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. Eds. O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v. 1.
- TÁVORA, F.J.A.F. A cultura da mamona. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.
- WEISS, E.A. Oil seed crops. London: Longman, 1983. 660p.
- ZIMMERMAN, L.H. Castorbeans: a new oil crop for mechanized production. Advances in Agronomy, v. 10, p. 257-288, 1958.