

ISSN 1516-8840

Novembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documento 325

Melhoramento do Feijão ao Alcance de Todos – I – Cruzamentos

*Irajá Ferreira Antunes
Neander Teixeira Silveira
Expedito Paulo Silveira
Gilberto Peripolli Bevilaqua
Beatriz Marti Emygdio
Claiton Eichholz*

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221
Home Page: www.cpact.embrapa.br
e-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suinta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.
Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê
Revisão de texto: Bárbara Chevallier Cosenza
Normalização bibliográfica: Fábio Lima Cordeiro
Editoração eletrônica e arte da capa: Manuela Meurer Doerr (estagiária)

1ª edição
1ª impressão (2010): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Clima Temperado

Melhoramento do feijão ao alcance de todos: cruzamentos / Irajá Ferreira Antunes... [et al.] – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.
39 p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos,325).

ISSN 1516-8840

1. Feijão. 2. Hibridação. 3. Melhoramento. I. Antunes, Irajá Ferreira. II. Série.

CDD 633.3

© Embrapa 2010

Autores

Irajá Ferreira Antunes

Eng. Agrôn., Dr., pesquisador da
Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS,
iraja.antunes.@cpact.embrapa.br

Neander Teixeira Silveira

Mestrando, Tecnologia de Sementes, UFPel
Pelotas, RS,
neandersilveira@agronomo.eng.br

Exedito Paulo Silveira

Eng. Agrôn., Mestre, pesquisador aposentado da
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS
cpact@cpact.embrapa.br

Gilberto Peripolli Bevilaqua

Eng. Agrôn., Dr., pesquisador da
Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS, gilberto.bevilaqua@cpact.embrapa.br

Beatriz Marti Emygdio

Biól., Dra., pesquisadora da
Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS,
beatriz.emygdio@cpact.embrapa.br

Claiton Eichholz

Graduando, Eng. Agrícola, UFPel
Pelotas, RS
claiton@yahoo.com.br

Apresentação

A presente publicação é parte de um todo que tem como alvo a instrumentação de indivíduos, urbanos ou do meio rural, ou as associações desses, a partir da premissa de que é possível conduzir um programa de melhoramento genético de feijão com baixo custo tendo como suporte práticas simplificadas.

Busca a mesma, em especial, permitir que agricultores familiares que já detêm cultivares de feijão possam utilizar técnicas de cruzamento artificial que lhes possibilitem criar novas cultivares, seja por diletantismo, seja na perspectiva do desenvolvimento de um produto comercial, restabelecendo parte da variabilidade que foi perdida por erosão genética desde o advento da agricultura sintética, surgida pós-Segunda Guerra Mundial.

Mas não só a agricultores tradicionais ela é endereçada. Aqueles que tiverem curiosidade científica também poderão utilizá-la. Nela são explicitados os procedimentos necessários à condução de cruzamentos artificiais, uma ferramenta de grande utilidade na criação de variabilidade genética. De posse desta variabilidade, fica aberta a possibilidade de seleção de uma nova cultivar com todos os benefícios que dela possam advir.

O trabalho com feijão na Embrapa Clima Temperado, historicamente, prima pela identificação com o agricultor familiar, incluindo aqueles que se caracterizam como “guardiões de sementes”. Esta obra, juntamente com as que deverão surgir nesta série denominada “Melhoramento de Feijão ao Alcance de Todos”, é mais um passo nessa direção.

Waldyr Stumpf Junior
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Introdução.....	09
Considerações sobre o feijão (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....	13
Estrutura e morfologia da flor.....	17
Período recomendado para a realização de cruzamentos.....	20
Instrumentos e produtos empregados na execução de cruzamentos	21
A realização dos cruzamentos	22
Considerações finais.....	36
Referências.....	39

Melhoramento do Feijão ao Alcance de Todos – I – Cruzamentos

Irajá Ferreira Antunes

Neander Teixeira Silveira

Expedito Paulo Silveira

Gilberto Peripolli Bevilaqua

Beatriz Marti Emygdio

Claiton Eichholz

Introdução

Os processos que levaram o homem a domesticar as plantas, de forma a facilitar a tarefa de sobreviver, caracterizam os primeiros esforços relativos ao que hoje se tem por melhoramento genético vegetal, por mais distantes que, à época, estivessem os conhecimentos sobre o DNA, ou sobre o gene, ou, enfim, sobre a herança. A evolução, sob a égide das necessidades das populações humanas primitivas, em associação com as forças seletivas resultantes das condições ambientais existentes, moldou as espécies, transformando muitas delas em alimentos básicos, como as diversas que perduram como tal até os dias de hoje.

Nesta trajetória, diversas foram as migrações por que passaram muitas dessas espécies, naturais, ou pela mão do homem, que, fruto da eterna procura pelo entendimento do desconhecido, partiu em busca de novas terras, sempre acompanhado das espécies que domesticou e que o alimentavam. Ao chegarem a novas regiões, conheceram e aprenderam a consumir novas espécies, que levaram consigo ao retornarem aos seus locais de origem. Assim, têm-se as expedições chinesas nos primórdios do século XV, bem como aquelas comandadas por portugueses e espanhóis, mais para o final daquele mesmo século.

As espécies, nestes novos ambientes, como consequência, passaram a sofrer os efeitos de novas forças seletivas e o homem teve de atuar novamente como um melhorista primitivo, conduzindo de forma consciente as populações, de modo a preencher as suas necessidades.

Desta forma, chegou-se até o século XX, em que, com o advento da Segunda Guerra Mundial, de 1939 a 1945, atingiu-se um extraordinário desenvolvimento tecnológico que se estendeu até a agricultura, a qual, a partir de então, sofreu grande mudança na sua forma de exploração, surgindo como basilares os princípios da uniformidade genética nas lavouras das espécies alimentares como forma de atingir, também, a uniformidade no produto resultante. Nos campos, estabeleceu-se, como parte do processo de uniformização da produção, a monocultura. Esta preferência pela padronização do produto da agricultura surgiu como resultado de um maciço condicionamento da opinião pública pelo uso dos meios de comunicação.

Resultado desta profunda transformação nos sistemas de produção e nos hábitos de consumo das populações rurais e urbanas, grande variabilidade presente nas espécies alimentares, que constituíam as cultivares crioulas, e conhecimentos tradicionais foram perdidos, ou tornaram-se raros, muitas vezes inacessíveis. As formas de produção, muitas vezes específicas, das diversas cultivares crioulas, as maneiras de prepará-las, os papéis desempenhados por estas nas relações com entidades sobrenaturais, ou divinas, e outras manifestações culturais foram em alto grau esquecidos na medida em que se deu a substituição de antigas cultivares por outras, modernas, ou pelo avanço da urbanidade. Caracterizaram-se as erosões cultural e genética.

Entretanto, felizmente, há exceções. Em muitos recantos, principalmente naqueles em que os agricultores se encontram mais isolados, geograficamente, ou por convicções culturais, conseqüentemente distantes dos avanços tecnológicos, ainda é

possível identificar aqueles que professam as mesmas técnicas de cultivo e adotam as mesmas cultivares e as preparam como alimento como faziam seus ancestrais. São os verdadeiros “guardiões de sementes” e suas cultivares são cultivares crioulas. O conjunto destas cultivares, parte constituinte do germoplasma de uma dada espécie, é reconhecido nos meios científicos, e hoje crescentemente nos meios leigos, como de grande significado para o futuro da humanidade pela variabilidade que abrigam e, por isso, por se apresentarem como possível fonte de solução de problemas atuais e futuros que possam existir no cultivo das espécies cultivadas pelo homem. Em suma, constituem o principal componente de segurança alimentar.

A prática de desenvolver novas cultivares, elevada à condição de ciência, constitui o melhoramento genético vegetal ou o fitomelhoramento. Sua sedimentação, como tal, deu-se a partir do início do século XX, com a redescoberta das Leis de Mendel, que deram suporte ao entendimento da herança e, conseqüentemente, à genética, ciência sobre a qual se ampara o fitomelhoramento. Esta descoberta deu início a uma grande revolução na produção de alimentos, afastando definitivamente as previsões do século XIX de Malthus relativas à ocorrência de fome no mundo e à diminuição da população mundial como consequência. A base do melhoramento genético como ciência é a presença de variabilidade genética em uma dada população de plantas. Quanto maior, maior será a probabilidade de progresso ao considerar-se uma dada característica, como produtividade, resistência a uma determinada doença ou tolerância a um dado estresse ambiental.

Assim, além de fazer uso da variabilidade que a natureza oferece como resultado da ação de inúmeros mecanismos, o ser humano aprendeu que pode acelerar o processo de criação desta variabilidade e, portanto, aumentar a probabilidade de selecionar plantas que atendam a suas necessidades. Além disso, desenvolveu métodos para detectar as plantas mais adequadas à satisfação destas necessidades, aprendeu a

multiplicá-las com maior eficiência e a guardá-las eficazmente, evitando perdas decorrentes da ação de outros seres vivos que com o homem compartilham destes alimentos, como fungos, bactérias e insetos.

A presente publicação é parte de um todo que tem como alvo a instrumentação de indivíduos, urbanos ou do meio rural, ou as associações desses, a partir da premissa de que é possível conduzir um programa de melhoramento genético com baixo custo tendo como suporte práticas simplificadas. Indivíduos com aptidão natural à seleção de plantas, ou, de outra forma, ao melhoramento genético, caracterizando o que seria um “agricultor melhorador”, poderiam dedicar-se a esta prática de forma mais eficiente se de posse de alguns desses conhecimentos que compõem a ciência do melhoramento genético.

Esta é a publicação inicial de uma série que se pretende que venha a fornecer subsídios à estruturação de um programa de melhoramento de plantas por parte de um indivíduo ou de uma associação de agricultores. A espécie adotada é o feijão (*Phaseolus vulgaris* L) devido à experiência acumulada pela equipe de autores, além do elevado valor que atinge para o povo brasileiro como fonte de proteínas, ferro, cálcio e algumas vitaminas do complexo B, além de compostos reconhecidos como atenuantes dos processos de envelhecimento (antioxidantes). A isso agrega-se o imenso contingente de agricultores brasileiros, em sua imensa maioria familiares, que cultivam uma área que, muitas vezes, supera os 4 milhões de hectares com esta leguminosa.

Há diferentes formas de criar uma nova cultivar de feijão. Uma maneira bastante simples, que tem sido empregada pelos agricultores “guardiões de sementes”, conceito que, na maioria dos casos, se confunde com aquele de “agricultor melhorador”, já que muitas vezes aquele conduz as tarefas deste, é selecionar plantas dentro de uma população que possua variabilidade natural, resultante

de eventos naturais. Dentre estes pode ser citada a existência de mutações e de cruzamentos naturais, estes, em especial, conduzidos por insetos que habitam as plantas. Outra forma, mais restrita às instituições de pesquisa, é criar maior variabilidade genética a partir do intercruzamento de cultivares de reconhecido mérito agrônômico e, então, selecionar plantas a partir da população geneticamente variável derivada de tal cruzamento.

Aqui, busca-se revelar o modo de conduzir cruzamentos artificiais em feijão com vistas à ampliação da variabilidade genética a ser explorada na identificação de novas cultivares. Neste contexto, incorporam-se conhecimentos sobre o modo de identificar o desenvolvimento adequado da flor do feijão para realizar o cruzamento, a manipulação que deve ser conduzida e os meios de identificar qual o cruzamento realizado e o seu operador, além de outras considerações.

Em publicações subsequentes desta série pretende-se revelar o modo de conduzir as plantas resultantes de um cruzamento até o momento de selecionar as melhores, de identificar aquelas que possuem as características favoráveis para cada caso, de identificar plantas resistentes à antracnose do feijão, a doença mais importante, e de armazenar as sementes para um novo ano agrícola, além de outras que complementarão o conjunto de conhecimentos necessários ao desenvolvimento de uma nova cultivar.

Os autores estão abertos a quaisquer considerações, sejam elas de caráter corretivo, sejam elas de caráter sugestivo.

2.Considerações sobre o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

O feijão é caracteristicamente uma planta autógama. Ou seja, a fecundação se dá entre as partes masculinas e femininas de uma

mesma flor dada a estrutura que a mesma apresenta. Nela, os órgãos masculinos e femininos são bem protegidos pelas pétalas e os grãos de pólen começam a cair sobre o estigma e, assim, a fecundação do óvulo pelo grão de pólen se dá antes de a flor abrir-se. Este fenômeno denomina-se cleistogamia. Contudo, há insetos que podem ocasionar pequena taxa de fecundação cruzada. Prova disso é o trabalho de Antunes et al, (1973), que empregaram a técnica de cercar uma planta de uma dada cultivar com plantas de uma segunda cultivar e obtiveram para o espaçamento de 0,2 m X 0,2 m, entre plantas, 10,57% de plantas híbridas e para o espaçamento de 0,8 x 0,8 m, 6,2%.

De modo geral, o modo usual de potencialização da variabilidade no melhoramento genético do feijão tem sido a recombinação de genótipos distintos, pelo emprego de hibridações artificiais. Apesar de Antunes et al. (1980) (Tabela 1) demonstrarem em seu estudo, no Estado de Goiás, a viabilidade de realização de hibridações em campo, lançando mão de diferentes métodos, tradicionalmente tais hibridações são levadas a efeito em condições de casa de vegetação. Isto dificulta a popularização desta prática visto o alto custo destas instalações (aliado às limitações de espaço). Em vista disso, torna-se evidente a importância da escolha do método que irá ser empregado no processo, pois deverá ser o mais eficiente para que haja uma melhor relação custo-benefício.

Deve ser enfatizado, entretanto, que a realização de cruzamentos no campo é uma prática viável (Antunes et al, 1980), sendo, em geral, de menor eficiência quando comparada com o uso de casas de vegetação com condições de temperatura e umidade controladas.

Genericamente, grande parte das técnicas disponíveis foram propostas por Buishand (1956), o qual descreveu detalhadamente uma série de métodos de hibridação agrupando-os de acordo com o uso ou não da técnica de emasculação do botão floral. A emasculação, que é a

retirada dos estames do botão a ser polinizado, requer do operador uma maior habilidade na execução, visto que a agressividade da técnica pode danificar estruturas do botão floral, em especial o estigma, ocasionando insucesso do procedimento.

Buscando comparar técnicas envolvendo ou não a prática da emasculação dos botões florais, Antunes et al (1980) utilizaram três técnicas com e duas sem o uso de tal prática. Aquelas que apresentaram os melhores resultados, sob as condições de Goiânia, em casa de vegetação e no campo, independentemente da época de plantio, foram as que dispensaram o uso da prática de emasculação dos botões florais. As conclusões obtidas foram baseadas nos seguintes parâmetros: número de polinizações que produziram vagens; número de sementes autofecundadas por vagem; número de sementes híbridas por vagem; e total de vagens produzidas, por método, conforme a Tabela 1.

Dada a eficiência do uso de técnicas sem emasculação, que inclui também a maior facilidade na condução das hibridações por parte do operador, será enfocada a técnica de cruzamentos sem o método de emasculação de acordo com o modo como é executada no programa de melhoramento de feijão da Embrapa Clima Temperado.

Tabela 1. Comparação entre os métodos de hibridação¹ sob condições de campo e de casa de vegetação (CV) quanto ao número de polinizações que produziram vagem (NPV), número de sementes autofecundadas por vagem (NSAV), número de sementes híbridas por vagem (NSHV) e total de vagens produzidas (TVP), por método.

Ambiente	DS	Método	NPV ²	NSAV	NSHV	TVP
CV	Ago.1978	EC	2.14 ab	1.29 a	2.27 abc	1.56 ab
CV	Ago.1978	EU	1.80 ab	1.22 a	1.94 bc	1.47 ab
CV	Ago.1978	NR	3.82 a	0.71 a	3.53 ab	2.34 a
CV	Ago.1978	NC	3.57 a	0.84 a	2.75 ab	1.85 ab
CV	Ago.1978	EP	1.24 b	0.71 a	1.22 c	0.97 b
Campo	Ago.1978	EC	3.68 a	3.57 a	4.94 a	3.28 a
Campo	Ago.1978	EU	3.84 a	3.64 a	5.74 a	3.24 a
Campo	Ago.1978	NR	3.30 a	2.80 a	5.92 a	3.37 a
Campo	Ago.1978	NC	3.84 a	3.15 a	6.77 a	3.75 a
Campo	Ago.1978	EP	2.85 a	2.02 a	3.88 a	2.47 a
Campo	Mar.1979	EC	2.42 abc	1.56 a	2.12 ab	1.85 bc
Campo	Mar.1979	EU	1.52 c	0.88 a	1.10 b	1.10 c
Campo	Mar.1979	NR	3.92 ab	1.60 a	4.15 ab	2.57 ab
Campo	Mar.1979	NC	3.56 a	1.64 a	4.68 a	2.95 a

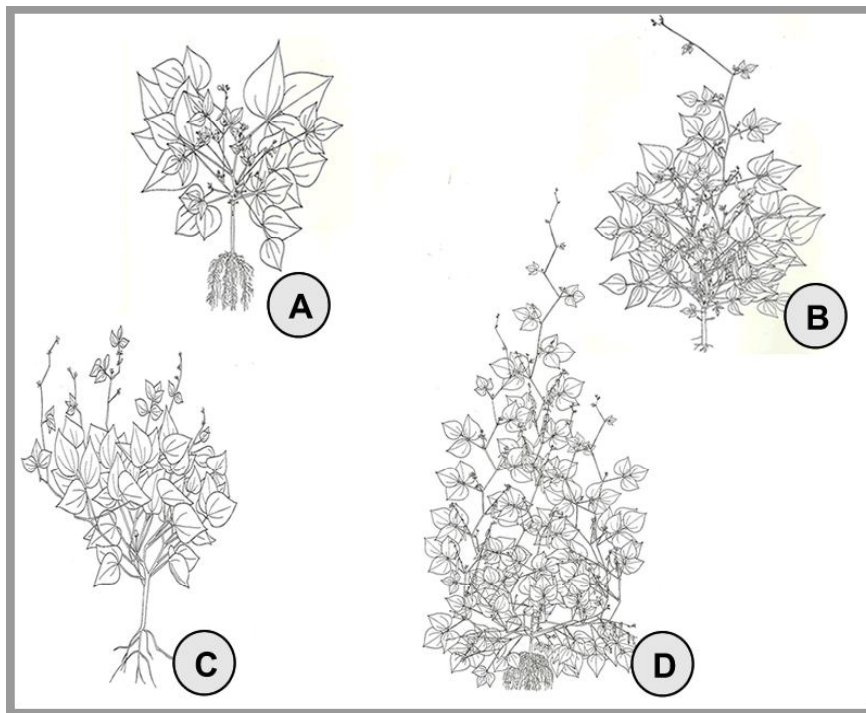
Fonte: Antunes et al., 1980

¹EC: Uso de emasculação com estigma coberto; EU: Uso de emasculação com estigma descoberto; NR: Sem emasculação; NC: Sem emasculação com enganchamento; EP: Uso de emasculação pelo uso de lápis.

²Médias seguidas pela mesma letra dentro de um mesmo ambiente não diferem significativamente em nível de 5% de acordo com o teste de Duncan.

3. Estrutura e morfologia da flor

As flores do feijão dispõem-se em ráculos (cachos) florais. Estes normalmente se localizam nas axilas foliares; contudo, em plantas de hábito de crescimento determinado, caracterizadas como de Tipo I, são encontradas também inflorescências terminais (Figura 1).



Fonte: DEBOUCK; HIDALGO, 1985.

Figura 1. Tipos de feijão com base no hábito de crescimento e na estrutura das ramificações, revelando a distribuição das inflorescências. A. Tipo I – de hábito determinado, com o caule principal terminando em uma inflorescência. B. Tipos II (B), III (C) e IV (D), de hábitos indeterminados, com o caule principal terminando em uma gema vegetativa

Estruturalmente, a flor (Figura 2) apresenta um cálice coberto por bractéolas grandes e possui uma corola composta por cinco pétalas cuja cor pode ser branca, rosa, ou violeta, isoladamente ou em combinação. A pétala de maior tamanho é denominada de estandarte, as duas pétalas medianas, de menor tamanho, são as asas e as duas últimas, fundidas, constituem a quilha. Na quilha estão contidos os órgãos masculinos e femininos; o androceu, aparato sexual masculino, constitui-se por dez estames, sendo nove unidos e um livre

(caracterizando estames diadelfos); o gineceu, aparato feminino, é formado por um ovário estreito e alongado que contém, usualmente, de cinco a dez óvulos, e por um estilete que termina em estigma recurvado provido de pelos. A deiscência do pólen e a autopolinização ocorrem quando o botão encontra-se em seu último estágio de desenvolvimento, ou seja, logo antes da abertura da flor, o que se dá usualmente à noite. Imediatamente após a polinização, os grãos de pólen depositados sobre o estigma começam a germinar e dão origem ao tubo polínico, que inicia o seu crescimento em direção aos óvulos localizados no ovário da flor (WILLIAMS, 1962 citado por BLISS, 1980). Assim, para efetividade da técnica aqui descrita, a escolha do botão a ser polinizado é fundamental, devendo o mesmo apresentar uma cor esverdeada, estando ainda fechado (estágio de balão), diminuindo, assim, os riscos de autopolinização (Figura 2 - H). De acordo com Buishand (1956), ao pressionar-se a asa esquerda para baixo, estando o botão com a abertura do estandarte voltada para o operador, o estigma emerge da quilha.

Este procedimento é utilizado quando se buscam os grãos de pólen na flor da cultivar que será utilizada como doadora de pólen (como pai, em contraste com o botão, que é parte da cultivar a ser utilizada como mãe). Neste caso, as flores masculinas, abertas no mesmo dia da polinização, apresentam uma grande quantidade de pólen presentes no estigma desta flor masculina. Este estigma da flor masculina coberto de grãos de pólen é utilizado para realizar os cruzamentos.



Figura 2. A flor do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e suas partes. A. Flor aberta completa. B. Estandarte, a pétala que envolve as demais pétalas quando ainda em botão. C. Asa. As asas são duas. D. Quilha, que compreende duas pétalas soldadas envolvendo os órgãos masculinos e femininos. E. Estames e anteras, formando o androceu. F. Gineceu, composto pelo ovário, no interior do qual estão os óvulos, pelo estilo e pelo estigma, que se situa na extremidade. G. Brácteas. H. Flor de feijão fechada caracterizando o botão no ponto de cruzamento.

4. Período recomendado para a realização de cruzamentos

Na Embrapa Clima Temperado (Latitude 31.46 S, Longitude 52.20 O) as hibridações são conduzidas em casa de vegetação nos períodos da manhã, até as 11h, e/ou da tarde, a partir das 16H, nos meses de abril a setembro. As razões para a condução dos trabalhos nestes períodos são as condições ambientais encontradas na casa de vegetação utilizada. Segundo trabalhos realizados com feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) por Zary e Miller Júnior (1982, citados por Teófilo et al., 2001), o sucesso da hibridação poderia estar relacionado com o fato de a superfície do estigma das flores a serem utilizadas como femininas ser mais receptiva aos grãos de pólen no final da tarde, uma vez que, neste período, as condições de temperatura e umidade são mais adequadas. Esta afirmativa parece ser válida também para o feijão. Por outro lado, em relação aos grãos de pólen, acredita-se que a sua permanência em temperaturas não elevadas pode proporcionar a manutenção da viabilidade dos mesmos por um período de tempo mais longo, resultando em uma maior eficiência de pegamento.

5. Instrumentos e produtos empregados na execução de cruzamentos



Figura 3. Materiais utilizados e produtos utilizados em cruzamentos. A. Bloco de notas. B. Lápis. C. Pinça de aço inox com ponta fina. D. Algodão. E. Etiquetas com cordão. F. Álcool etílico 70%.

Os instrumentos e os produtos utilizados na execução de cruzamentos artificiais em feijão são: pinças de aço inoxidável de ponta fina; álcool

etílico 70%; algodão hidrófilo; etiquetas de joalheiro com cordão, lápis e bloco de notas (Figura 3).

6.A realização dos cruzamentos

- O planejamento dos cruzamentos deve envolver o conhecimento do ciclo, da emergência à maturação, das cultivares a serem entrecruzadas de modo a fazer coincidir o período de florescimento das mesmas. Uma medida de ordem prática é a semeadura das cultivares em várias épocas com intervalos de aproximadamente uma semana entre as semeaduras. Desta forma, mesmo com ciclos diferentes haverá coincidência na floração. Na Figura 4 tem-se imagem de casa de vegetação com a semeadura de feijão realizada em diferentes épocas com vistas à coincidência na floração das cultivares.



Figura 4. Casa de vegetação com semeadura das cultivares em diferentes épocas com vistas à coincidência na floração.

- Iniciando o processo, opta-se pelas horas do dia em que a temperatura esteja mais branda. Escolhe-se, conforme a Figura 5, na cultivar a ser utilizada como parental feminino (mãe), a flor que receberá o pólen. É de suma importância, conforme já descrito, que esta flor esteja no estágio de “balão”, que representa uma flor ainda em botão, caracterizada por ainda não ter efetuado a abertura do estandarte. Neste estágio ainda não ocorreu a fecundação da flor do feijão.



Foto: Rodrigo Campos de Castro

Figura 5. Seleção da flor (botão) receptora do pólen na cultivar feminina (Mãe).

- Com uma pinça de aço inoxidável e ponta afilada, cuja assepsia deve ser feita pelo uso de algodão embebido em álcool 70% (Figura 3), abre-se cuidadosamente o estandarte da flor “mãe”, que está a envolver as demais pétalas (Figura 6). Esta operação resulta na exposição da quilha.



Figura 6. Abertura do botão (através do estandarte) para recepção do pólen.

- Deve-se, então, com todo o cuidado, fazer uma incisão, que pode tomar a forma circular, na quilha exposta, conforme a Figura 7. Concluída esta operação, a flor mãe (da cultivar que será o parental feminino) estará pronta para o recebimento do pólen (Figura 8).



Figura 7. Operação de incisão da quilha.



Figura 8. Botão aberto após a incisão na quilha.

- Seleciona-se, então, na cultivar doadora de pólen, ou seja, na cultivar que será o parental masculino (pai), flores que tenham aberto no mesmo dia. Estas flores, ilustradas na Figura 9, são aquelas em que o pólen apresenta-se viável. Esta flor deverá ser destacada da planta (Figura 10).



Figura 9. Flor de feijão da cultivar Carioca, aberta.



Figura 10. Seleção da flor doadora de pólen na cultivar masculina (Pai).

- Por questão de praticidade, flexiona-se para baixo a asa esquerda, ou ambas as asas, de modo a que o estigma desta flor seja exposto através da quilha (Figura 11). Este estigma será, então, usado para a polinização da flor feminina (aquela que se encontra ainda na forma de botão). A razão do uso do estigma da flor masculina e não das anteras (onde estão alojados os grãos de pólen) deve-se ao fato de que estes

estigmas estão impregnados por uma grande quantidade de grãos de pólen que aderem aos tricomas existentes no estigma por ocasião da antese (abertura da flor), e também por ser esta uma estrutura de mais fácil manuseio do que os estames.



Figura 11. Tração das asas da flor masculina para exposição do estigma contendo pólen.

- Ainda com as asas tracionadas, destaca-se o estigma (Figura 12). É importante ressaltar que ao passar da flor feminina (botão) para a flor masculina (flor aberta) a pinça deve ser devidamente limpa com álcool 70% (Figura 3).



Figura 12. Retirada do estigma da flor masculina (doadora de pólen).

- O estigma é então transportado até a flor mãe e inserido na quilha (Figura 13). Basta depositar o estigma da flor masculina no interior da quilha da flor feminina (mãe).



Figura 13. Inserção do estigma da flor masculina no interior da quilha da flor receptora.

- Na sequência, cuidadosamente, conforme a Figura 14 será feito o fechamento da flor mãe.



Figura 14. Fechamento da flor receptora.

- Com uma etiqueta de joalheiro com cordão identifica-se o cruzamento. Inicialmente coloca-se a identificação da cultivar feminina, seguida pela identificação da cultivar masculina. Exemplificando-se com o cruzamento entre as cultivares de feijão BRS Expedito e BR-Ipagro 1 Macanudo, em que a cultivar Expedito seja a cultivar feminina (mãe) e a cultivar Macanudo seja a cultivar masculina (pai), a identificação do cruzamento ficaria: BRS Expedito x Macanudo (ou outra codificação, como por exemplo Exp x Mac, a critério do realizador do cruzamento). Também na etiqueta deve ser colocada a data do cruzamento (21.07.09, por exemplo) e a identificação da pessoa que realizou o cruzamento (L.M, para a identificação de Leonel Mendes, por exemplo). Um modelo de etiqueta devidamente preenchida encontra-se na Figura 15. Na Figura 16 observa-se uma flor identificada. A etiqueta deve ser cuidadosamente colocada no pedúnculo da flor, que é o prolongamento vegetativo que liga a flor ao restante da planta. Após cerca de cinco dias da data de realização do cruzamento, é possível verificar se houve êxito. Em cruzamentos que não alcançaram êxito, a pequena vagem em formação, que cairá em algumas horas, assemelha-se àquela da Figura 17.

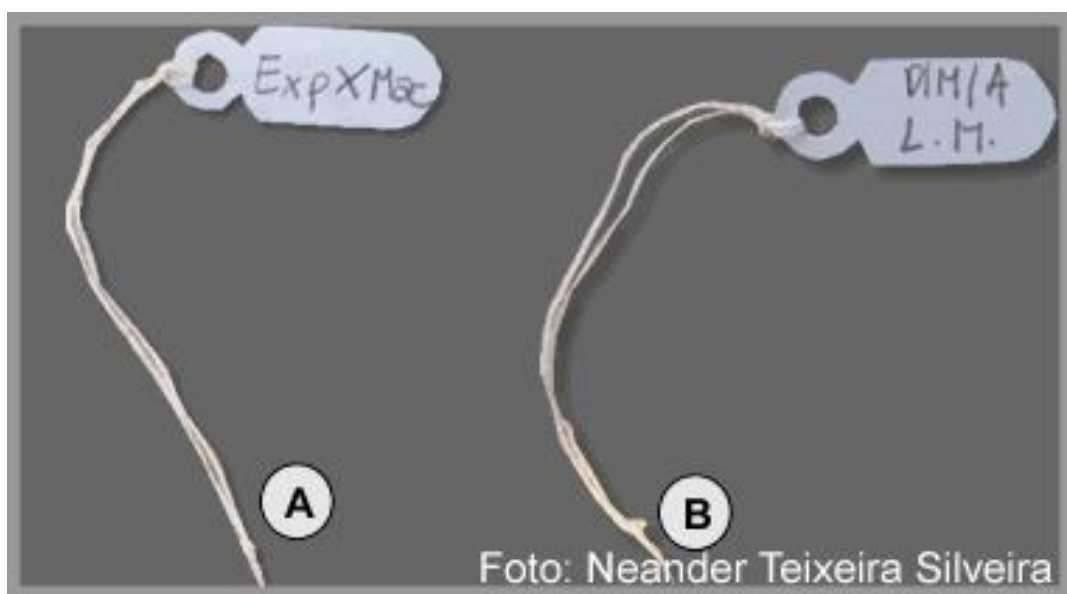


Figura 15. Etiquetas de joalheiro empregadas para identificação de flores em cruzamentos. A. Frente – Identificação das cultivares envolvidas no cruzamento. B. Verso – Data de realização do cruzamento (Dia/Mês/Ano) e iniciais do operador L.M. (Leonel Mendes, por exemplo).

- O bloco de notas serve para o controle geral das atividades do dia, como os nomes dos operadores que atuaram na condução dos cruzamentos, o número de cruzamentos feitos por cada um dos mesmos, o número de cruzamentos para cada combinação de cultivares, etc.



Figura 16. Etiquetagem da flor na cultivar feminina, receptora do pólen, com data e identificação do cruzamento realizado.



Foto: Rodrigo Campos de Castro

Figura 17. Vagem representativa de um insucesso na execução de um cruzamento.

7. Considerações finais

As informações aqui contidas são genéricas. Isso significa dizer, e este é um axioma em biologia, que dependendo das condições ambientais, do germoplasma (as cultivares, no caso) com que se estiver trabalhando e dos operadores que estiverem conduzindo os cruzamentos, resultados variáveis podem ocorrer.

Exemplificando, diferentes cultivares podem apresentar flores mais ou menos aptas à realização de cruzamentos como resultado de diferentes tamanhos, estruturas florais ou comportamentos fisiológicos. Da mesma forma, há operadores que naturalmente apresentam maior aptidão a esta tarefa. Todos estes fatores contribuem para um maior ou menor percentual de sucesso nas hibridações.

Outro fator a considerar é a identificação das sementes que realmente são híbridas. Conforme já mencionado, o trabalho de Antunes et al. (1980) demonstra que há possibilidade de formação de sementes autofecundadas (não híbridas) em vagens resultantes de manipulação com vistas à hibridação artificial. Quando a cultivar utilizada como genitor masculino (pai) possui grãos pretos e a cultivar feminina possui grãos não pretos (especialmente quando estas últimas possuem flores brancas), normalmente é fácil identificar aquelas sementes híbridas já no momento em que estas sementes (colhidas nas plantas da cultivar que serviu como mãe) são colocadas a germinar. Neste caso, o hipocótilo, os cotilédones e as nervuras das duas folhas primárias das plântulas resultantes apresentam pigmentação roxa.

Entretanto, quando as duas cultivares (masculina e feminina) apresentam sementes de cor preta, pode ser muito difícil identificar já na primeira geração de sementes (sementes na geração F1) e de plântulas que resultam dessas sementes, aquelas que são híbridas. Uma medida prática que auxilia a identificação das plântulas híbridas é

a semeadura das cultivares que foram cruzadas, ao lado das sementes a serem identificadas como híbridas. A comparação das plantas a serem identificadas com as plantas das cultivares genitoras pode auxiliar na identificação das que são híbridas. Se forem idênticas a um dos genitores, não serão híbridas. Se possuírem características intermediárias entre os pais ou de ambos, o serão.

Uma confirmação da condição de a planta realmente ser ou não híbrida, pode ser realizada na geração seguinte de sementes (e das plantas que delas resultarem), que será a geração F2. Nesta geração, se as plantas da geração F1 eram realmente híbridas, o que se verificará será o aparecimento de muitas plantas com características distintas dos pais e que, em muitos casos, apresentarão características combinadas de ambos. Se, por outro lado, as plantas da geração F2 forem todas idênticas entre si e ao genitor feminino (de onde foram colhidas as sementes que deveriam ser híbridas), não serão híbridas, tendo, neste caso, resultado de autofecundação.

Uma condição semelhante àquela relatada nos dois últimos parágrafos pode repetir-se em casos de cruzamentos entre cultivares de grãos não pretos, não podendo ser descartadas, entretanto, possibilidades de ocorrências aqui não mencionadas.

Finalmente deve ser mencionado que, como toda a iniciativa de ordem prática, só o exercício continuado pode levar ao devido entendimento do processo e, como tal, à sua maior eficiência. A dedicação à realização de cruzamentos e a discussão entre operadores sobre possíveis problemas é um fator que poderá contribuir significativamente nessa direção.

Como reflexão e estímulo, deve ser registrado que o aparecimento de uma nova forma de planta, com características próprias e distintas de todas as outras plantas, é um fator altamente recompensador, que faz

daquele que a tornou concreta um verdadeiro colaborador não só à manutenção, mas também ao aparecimento de novas expressões da vida.

Referências

ANTUNES, I. F.; TEIXEIRA, M. G.; ZIMMERMANN, M. J. **Maximização da eficiência de cruzamentos artificiais em feijão** (*Phaseolus vulgaris* L.). Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 1980. 24 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Andamento, 16).

ANTUNES, I. F.; COSTA, J. G. C. da; OLIVEIRA, E. A. **Determinação da porcentagem de cruzamentos naturais em feijoeiro** (*Phaseolus vulgaris* L.) no município de Pelotas, RS, Brasil. Pelotas: IPEAS, 1973. 5 p. (IPEAS. Comunicado Técnico, 1).

BLISS, F. A. Common Bean. In: FEHR, W. R (Ed). **Hybridization of crops plants**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science of America, 1980. p. 273-284.

BUIHAND, T. J. The crossing of beans (*Phaseolus* spp.). **Euphytica**, Neu-lsenburg, vol. 5, n. 1, p. 41-50, 1956.

DEBOUCK, D.; HIDALGO. R. Morfología de la planta de frijol común. In: LÓPEZ, M.; FERNANDEZ, F.; VAN SCHOONHOVEN, A. (Ed.). **Frijol: investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 7-42.

TEÓFILO, E. M.; PAIVA, J. B.; MEDEIROS FILHO, S. Polinização artificial em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 220-223, jan./fev. 2001.