

Desenvolvimento de germoplasma e cultivares de soja

Introdução

O processo de desenvolvimento de cultivares de soja depende, fundamentalmente, da capacidade dos técnicos envolvidos, da disponibilidade de um bom banco de germoplasma e do esforço aplicado nos trabalhos. Considerando que o Brasil conta com um dos bancos de germoplasma de soja mais completos do mundo e que a Embrapa possui um grupo de pesquisadores altamente qualificados, a quantidade de trabalho necessária dependerá da extensão territorial que se pretende cobrir e do progresso genético anual esperado. Obviamente, a importância social da cultura, principalmente no que diz respeito ao seu impacto na geração de empregos e divisas para o país, é uma questão que se assume resolvida.

Ao se imaginar um programa de melhoramento eficiente, é importante determinar sua área de abrangência, ou seja, os ambientes onde se pretende que as variedades obtidas sejam cultivadas com sucesso. Essas áreas precisam ser muito bem caracterizadas com base em critérios que variam de uma cultura para outra. De modo geral, essa caracterização deve permitir o agrupamento de ambientes e a conseqüente racionalização do número de locais para avaliação do germoplasma, sem perder a representatividade do macroambiente alvo. No entanto, com freqüência, o que acontece é que o grau de representatividade dos locais de teste, em relação à área alvo (plântio comercial) acaba sendo muito influenciado pela disponibilidade de recursos.

Programas de melhoramento isolados são apropriados para trabalhos em áreas restritas. Isso pode ser adequado para algumas culturas, mas no caso da soja, esses programas têm pouco sucesso, pois variedades indicadas para regiões específicas esbarram em estratégias técnicas e comerciais de produção de semente. Um sistema constituído por vários programas de melhoramento independentes, localizados em áreas restritas, é economicamente caro e, portanto, pouco competitivo no mercado, resultando em preço elevado da semente. Estes programas podem coexistir no caso das culturas sem grande expressão, onde a competição entre programas ainda não atingiu patamares elevados, ou podem sobreviver em culturas importantes através de acordos que limitem a competição e criem "reservas" de mercado. No caso da soja, têm poucas chances de sobreviver, porque o ambiente, no momento, é altamente competitivo.

O programa de melhoramento de soja da Embrapa é bastante dinâmico, apresentando ganho genético anual de cerca de 2%, e tem dimensão nacional, abrangendo praticamente todas as áreas de plântio da cultura. As cultivares produzidas são altamente produtivas, resistentes às principais doenças e têm representado grande contribuição à sojicultura brasileira. O objetivo principal deste texto é relatar a experiência que a equipe de Melhoramento Genético da Embrapa Soja acumulou durante 32 anos de trabalho, focando aspectos essenciais, como a organização do banco de germoplasma e de processos como a escolha dos parentais, avanço de gerações, avaliação de linhagens e registro e proteção de cultivares.

Banco de germoplasma

A degradação ambiental põe em risco a conservação dos recursos vegetais e, conseqüentemente, a segurança alimentar. Os recursos genéticos vegetais compreendem plantas cultivadas e espécies silvestres com valor comprovado ou mesmo potencial. Estes recursos são de grande importância para a humanidade, pois é possível que as soluções para inúmeros problemas da agricultura na atualidade e no futuro sejam encontradas nos recursos genéticos vegetais.

No Brasil, o melhoramento genético da soja é bastante recente, se comparado às outras espécies de importância econômica, mas sua contribuição à agricultura brasileira é bastante significativa. Os aumentos de produtividade nas regiões tradicionais de cultivo e a expansão da fronteira agrícola, incorporando as áreas do cerrado como terras produtivas e o aproveitamento das áreas para rotação de culturas, são resultados inquestionáveis do benefício alcançado através da criação de novos cultivares mais produtivos e adaptados a essas regiões (Hiromoto, 1996). Entretanto, a continuação desse progresso através do melhoramento genético está condicionada à existência de variabilidade genética.

Londrina, PR
Setembro, 2007

Autores

Antonio Eduardo Pípola
Engº Agrônomo, Dr.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
pipolo@cnpso.embrapa.br

Carlos Alberto Arrabal Arias
Engº Agrônomo, Dr.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
arias@cnpso.embrapa.br

Geraldo Estevam de Souza Carneiro
Engº Agrônomo, M.Sc.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
geraldo@cnpso.embrapa.br

José Francisco Ferraz de Toledo
Engº Agrônomo, Dr.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
toledo@cnpso.embrapa.br

Marcelo Fernandes de Oliveira

Engº Agrônomo, Dr.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
marcelo@cnpso.embrapa.br

Mercedes Concórdia Carrão Panizzi

Engª Agrônoma, Dra.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
mercedes@cnpso.embrapa.br

Milton Kaster

Engº Agrônomo, M.Sc.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
kaster@cnpso.embrapa.br

Ricardo Vilela Abdelnoor

Engº Agrônomo, Dr.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
ricardo@cnpso.embrapa.br

José Ubirajara Vieira Moreira

Engº Agrônomo, Dr.
Embrapa Soja
Caixa Postal 231
86001-970 Londrina, PR
bmoreira@cnpso.embrapa.br

Os grandes avanços no desenvolvimento de cultivares de alta produtividade são, em parte, resultados da exploração pelo homem dos reservatórios de armazenagem genética das cultivares. Assim, a preservação e a expansão do conjunto gênico, isto é, conservação e ampliação da biodiversidade utilizável para os programas de melhoramento, possuem papel importante no desenvolvimento de uma agricultura auto-sustentável. Portanto, o conjunto de material genético, também denominado de germoplasma, deve ser preservado para garantir a sua utilização no futuro (Vieira, 2000).

Os bancos de germoplasma são repositórios de material genético e representam a variabilidade genética, parcial ou total, de determinada espécie, sendo a fonte genética usada pelo melhorista para desenvolver novas cultivares (Borém, 1998). A principal finalidade da manutenção e preservação de um banco de germoplasma é proteger a variabilidade e evitar a erosão genética para disponibilizar o material aos melhoristas.

Um dos elementos básicos na estratégia de melhoramento genético de plantas é obter fontes de variação genética de características consideradas importantes para a melhoria da adaptação, do rendimento e da qualidade das espécies cultivadas. A grande diversidade genética que existe na natureza e seu uso potencial em plantas cultivadas motivaram o estabelecimento, no mundo inteiro, dos centros de conservação de germoplasma de variedades autóctones, variedades modernas (atuais e obsoletas) e parentes silvestres de espécies de interesse atual ou potencial. Progresso significativo tem sido alcançado na coleta e conservação de germoplasma das principais espécies cultivadas e, conseqüentemente, grandes coleções de germoplasma foram estabelecidas (Abadie et al., 2000).

No caso da soja, uma espécie anual no subgênero Soja e 22 espécies perenes dentro do subgênero *Glycine*, têm sido relatadas como espécies selvagens relacionadas. São consideradas, portanto, recursos genéticos para propósitos de melhoramento genético da cultura (Hymowitz, 2004). Grande parte da variabilidade genética dessa cultura tem sido mantida e conservada em Bancos de Germoplasma (BG) de vários países orientais e ocidentais. De acordo com dados coletados e atualizados pelo "International Plant Genetic Resources Institute" (IPGRI), mais de 170.000 acessos de *Glycine max* são mantidos por mais de 160 instituições em, aproximadamente, 70 países. A China tem a maior coleção de germoplasma de soja no mundo com, aproximadamente, 26.000 acessos de *G. max* e 6.200 acessos de *G. soja*, localizados no "Institute of Crop Germplasm Resources of the Chinese Academy of Agricultural Science", em Pequim (Chang et al., 1999; Carter et al., 2004). A coleção de germoplasma do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) é a segunda maior, com 18.570 acessos de *G. max*, 1.116 acessos de *G. soja* e 919 acessos de espécies perenes de *Glycine*. Todas as espécies perenes são nativas da Austrália, a qual possui a maior coleção do mundo, com mais de 2.100 acessos. Atualmente, mais de 3.500 acessos das 22 espécies perenes de *Glycine* têm sido mantidas em nove coleções mundiais (CARTER et al., 2004). A maioria dos acessos de *Glycine max* e *Glycine soja* disponíveis no mundo foi coletada na China e no Japão.

Antes de 1949, nenhum esforço foi feito no sentido de preservar o germoplasma de soja nos Estados Unidos e muitas introduções e variedades domésticas foram descartadas. A Coleção de Germoplasma de soja foi estabelecida em 1949 com o objetivo de coletar e manter toda a variabilidade de soja existente no mundo, com ênfase em "landraces" do Leste da Ásia, onde a soja se originou. Quando a coleção foi estabelecida em 1949, todas as linhagens disponíveis no USDA e Canadá foram reunidas e, assim, iniciada a coleção. Cada acesso introduzido no sistema do USDA é identificado com o prefixo PI e por um número do Escritório de Introdução de Plantas. A maioria da coleção refere-se à introdução de plantas (16.981 acessos). Os acessos do Banco de Germoplasma de Soja dos Estados Unidos, depois de caracterizados, avaliados e multiplicados, são colocados à disposição da comunidade científica e podem ser solicitados através do site [<http://www.ars-grin.gov/npgs/orders.html>]. Todos os acessos de *Glycine max* são mantidos como linhas puras. Cada acesso na coleção é descendente de uma única semente do lote de semente original e múltiplos acessos são preservados de amostras de introduções heterogêneas. A única variação genética que pode existir dentro de um acesso é resultado da heterogeneidade da semente original. Como *Glycine max* é autógama, os acessos dentro da coleção podem ser assumidos como homogêneos e homozigotos. Para manter essa integridade, um extenso número de descritores tem sido utilizado para permitir que a maioria dos contaminantes seja facilmente detectada e removida (Carter et al., 2004).

Além desses germoplasmas, outras instituições que atuam na área de melhoramento de soja mantêm coleções menores, mas geneticamente importantes, mantidas por pesquisadores para desenvolverem seus próprios programas. Algumas das coleções da América do Sul são, também, grandes, mas foram estabelecidas mais recentemente. Registros indicam que os acessos pertencentes a essas coleções são provenientes, quase que exclusivamente de outras coleções. As coleções européias são menores, mas podem ser geneticamente importantes, porque elas contêm “landraces” ou suas derivadas que foram introduzidas da Ásia há mais de 100 anos.

Os acessos que antecedem o melhoramento genético científico são, provavelmente, o maior recurso de diversidade genética nas coleções de *G. max* e são uma boa medida do tamanho efetivo da coleção. Nem todo o germoplasma de *G. max* preservado atualmente nos países do leste da Ásia, antecedem o melhoramento científico, mas estima-se que, aproximadamente 40.000 dos 93.000 acessos de soja na Ásia possam pertencer a essa categoria. Acessos que se enquadram nesta descrição se originaram no leste da Ásia, na região compreendida pela Índia no oeste, Japão no leste, Indonésia no sul e Rússia no norte. No centro dessa região está a China, a mais importante fonte de acessos.

O Brasil figura entre os países com maior diversidade de espécies do mundo e, mesmo assim, é extremamente dependente de germoplasma de outros países, pois a maior parte das espécies cultivadas têm seus centros de origem em outros continentes. No caso da soja, existe hoje uma coleção de germoplasma com aproximadamente 8.000 acessos, consistindo na maioria de introduções de plantas (PIs), linhagens melhoradas nacionais e cultivares adaptadas às áreas tropicais e subtropicais. A grande maioria dos acessos está caracterizada e avaliada é mantida, a curto prazo, pela Embrapa Soja e, a longo prazo, pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. A maior parte desses acessos proveio do BAG norte-americano, que, por sua vez, haviam sido introduzidos, principalmente, da China, Japão e outros países onde a diferenciação da espécie ocorreu.

A variabilidade da soja para caracteres fisiológicos, morfológicos e agrônômicos é considerada bastante ampla. Isto possibilita seu uso em programas de melhoramento e seleção de cultivares com alta adaptabilidade e estabilidade às mais diversas condições edafoclimáticas e sistemas de produção. Os responsáveis por essa variabilidade genética foram os agricultores chineses, que, bem antes da história ser escrita, usaram essa diversidade genética para melhorar a cultura da soja a patamares elevados, aumentando a sua produtividade, a resistência às doenças e pragas, e adaptando a cultura para ser cultivada em climas extremos. Dados históricos revelam a importância dos agricultores para o desenvolvimento de variedades fenotipicamente diversas durante o processo de domesticação. Essas variedades, que antecedem o melhoramento científico, foram definidas como “landraces”, que são materiais genéticos insubstituíveis, uma vez que representam a diversidade genética reunida pelos agricultores durante os 3.000 anos que compreenderam a conversão da soja selvagem em uma

cultura moderna. No início do século 20, agricultores chineses já cultivavam de 20.000 a 45.000 genótipos distintos de soja. Muitas dessas “landraces” foram coletadas por curadores de germoplasma e melhoristas e são preservadas em extensas coleções de germoplasma, sendo a maior fonte de diversidade genética dentro das coleções de germoplasma de soja. Os melhoristas do mundo usam essa diversidade como base para o melhoramento genético na cultura da soja (Singh & Hymowitz, 1989; Carter et al., 2004).

Tradicionalmente, a avaliação da diversidade genética em soja tem sido baseada nas diferenças de características morfológicas e agrônômicas ou informações da genealogia e isto tem gerado informações importantes para os aspectos de gerenciamento e avaliação do germoplasma. A diversidade fenotípica em soja é extensa e está sob o controle genético de caracteres qualitativos e quantitativos. Os caracteres qualitativos fornecem marcas para a identificação de acessos e para classificar diferenças. A maioria dos caracteres econômicos e de características da planta possui herança quantitativa.

Um dos objetivos da Coleção de Germoplasma de soja dos Estados Unidos é a caracterização, avaliação e documentação de germoplasma. Além do registro dos dados de passaporte (taxonomia, origem geográfica, adaptações ecológicas), cada acesso na coleção é caracterizado e avaliado em nove categorias de descritores: química, crescimento, morfológica, produção, estresses e tolerância/resistência a doenças, insetos e nematóides. Dentro destas categorias, os dados são classificados como qualitativos e quantitativos. As categorias, a amplitude e a distribuição dos caracteres qualitativos e quantitativos estão descritos no site do “National Plant Germplasm System” [<http://www.ars-grin.gov/npgs/>], em Boletins Técnicos e revisões do USDA. Como resultado desse trabalho, 90% dos acessos apresentam dados de passaporte, 95% dados de caracterização e 80% dados de avaliação. Estes resultados contrastam com os dados de literatura, onde tem sido estimado que 65% dos acessos das coleções mundiais não apresentam dados de passaporte, 80-95% não são caracterizados e somente 1% tem sido extensivamente avaliado (Peeters & Williams, 1984; Plucknett et al., 1987).

Escolha dos parentais

A etapa de escolha de parentais tem fundamental importância para o sucesso de um programa de desenvolvimento de cultivares. Nessa etapa é que se pode incrementar a variabilidade genética necessária para o sucesso dos processos seletivos, atendendo aos diversos objetivos do programa. Nos parentais devem estar presentes todas as características de interesse a serem recombinadas na nova cultivar. Parentais mal escolhidos com ciclo inadequado, por exemplo, irão produzir populações, também, com ciclo inadequado, reduzindo as chances de seleção de cultivares adaptadas e com o ciclo desejável.

Alta produtividade e estabilidade de produção são as principais metas de qualquer programa de melhoramento. Para garantir produtividade e estabilidade, os materiais precisam apresentar porte e

ciclo adequados, resistência ao acamamento e resistência às doenças e nematóides de cisto e de galha. Além disso, existem exigências de mercado para que a cultivar tenha sucesso comercial, como boa qualidade de sementes e de grãos, além de teores adequados de óleo e de proteína. Outras características específicas, como resistência a insetos pragas e caracteres especiais para atender demandas de consumo humano e processamento, têm se tornado cada vez mais importantes num mercado global exigente com as questões de qualidade de vida e ambiental.

As fontes de variabilidade para atender a todas essas demandas estão nas próprias cultivares comerciais, em linhagens e populações de plantas dos programas de melhoramento, em introduções de plantas dos bancos de germoplasma e, finalmente, com as facilidades da biotecnologia, em qualquer organismo vivo. As informações sobre essa variabilidade podem vir diretamente da literatura, da troca de informações pessoais, de experimentos de laboratório, campo e de casa-de-vegetação e de bancos de dados disponíveis nos bancos de germoplasma.

Parentais geneticamente mais divergentes devem produzir populações com maior variância genética e permitir maior ganho com seleção. Alguns métodos têm sido utilizados na tentativa de medir a divergência genética entre parentais, especialmente para o caráter rendimento de grãos. Um deles utiliza o coeficiente de parentesco (Miranda, 2005) como possível indicador da variabilidade, mas, atualmente, poucas empresas têm disponibilizado as genealogias das cultivares de soja protegidas, o que dificulta a aplicação do método. Outra opção seria obter dados de uma série de características dos parentais e realizar uma análise multivariada (Cruz, 1990; Ferreira et al., 1995; Abreu, 1997). Dados de marcadores moleculares do tipo AFLP (Bonato et al., 2006) e SSR (Catelli, 2005), também têm sido utilizados para medir a divergência entre parentais. Entretanto, a divergência molecular não é uma garantia de que os parentais sejam divergentes para rendimento de grãos. O método dos cruzamentos dialélicos tem a vantagem de gerar dados sobre as progênies dos parentais envolvidos e tem sido muito utilizado para medir a divergência entre parentais (Ramalho et al., 2001). Mas, sua aplicação na rotina de trabalho fica restrita pela dificuldade de obter esse tipo de informação de um grande número de parentais. Outros métodos estão disponíveis, como o proposto por Jinks e Pooni (1976), o qual mede o potencial de uma população produzir linhagens avançadas superiores com base em gerações iniciais F₂ e F₃, e o de Vencovsky (1987), onde dados de duas gerações consecutivas são utilizados para estimar o potencial das populações para produção de linhagens superiores. Algumas aplicações desses métodos (Triller, 1994; Otubo et al., 1996; Abreu, 1997) têm demonstrado sua eficiência. Uma desvantagem do uso desses métodos, é que, se o programa de melhoramento focar seus esforços apenas sobre as populações com maior probabilidade de sucesso, as avaliações finais acabam sendo compostas por um grande número de linhagens irmãs derivadas do mesmo cruzamento e algumas das linhagens superiores que seriam selecionadas daqueles cruzamentos com menor potencial, acabam sendo perdidas.

Uma vez escolhidos os parentais, as hibridações e o cultivo da geração F₁ são realizados, normalmente, em condições de casa-de-vegetação, de onde saem as populações segregantes. Anualmente são produzidas mais de 1000 populações de plantas F₂, que vão a campo para passarem pelo processo de avanço de gerações.

Avanço de gerações

Uma cultivar de soja deve ser uniforme para as diversas características de interesse, como ciclo, porte de planta, cor de flor e de pubescência, entre outras características de fácil visualização. Para apresentar essa uniformidade fenotípica, a linhagem tem que ser geneticamente uniforme para essas características, ou seja, precisa estar homocigota para os genes responsáveis por esses caracteres qualitativos. Por essa razão, após o cruzamento é necessária uma fase de avanço de gerações para atingir um alto nível de homocigose nas populações, possibilitando a seleção de plantas que produzam linhagens uniformes. Para a soja, esse processo começa na geração F₂ e vai, no máximo, até a geração F₆.

Existem vários métodos para promover o avanço de gerações, alguns permitem um contínuo controle e seleção dos materiais genéticos ao longo do processo de avanço, priorizando a eficiência da seleção, outros priorizam a rapidez e praticamente não deixam espaço para os processos seletivos e outros, ainda, priorizam a facilidade e menor emprego de mão-de-obra. A opção pelo uso de um desses métodos de avanço de geração vai depender essencialmente da disponibilidade de estrutura física (casa-de-vegetação, área de campo, galpões de apoio, máquinas para semeadura e colheita) e de pessoal.

Um dos métodos de avanço de gerações é o genealógico (Figura 1), cuja característica principal é o controle do histórico de cada linhagem avançada durante o processo de avanço de gerações, mantendo-se a rastreabilidade desde a planta F₂ selecionada, passando pela seleção de plantas (F_{2,3} e F_{3,4}) dentro das melhores progênies F₃ e F₄ e termina com a seleção das melhores linhas F₅ colhidas em "bulk" para comporem os ensaios preliminares.

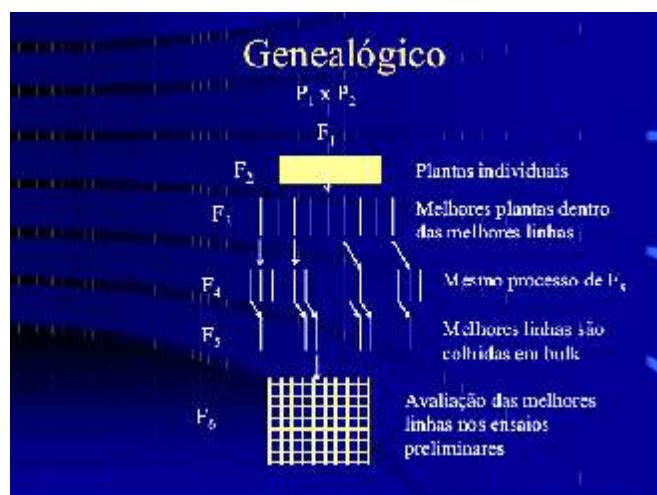


Fig. 1 - Modelo esquemático do método genealógico.

Durante o processo é mantido total controle de origem, através de laborioso processo de etiquetagem e anotação nos cadernos de campo de todas as plantas e progênes selecionadas, exigindo maior investimento em pessoal de apoio. Como se guardou o histórico de cada linha ao longo dos anos, esse método é eficiente, mesmo para caracteres com menor herdabilidade. Uma alternativa para reduzir o volume de trabalho seria praticar a seleção massal durante o avanço de gerações. Nesse método, são selecionadas plantas fenotipicamente superiores a cada geração, sem informação sobre as progênes, o que só é eficiente para caracteres de alta herdabilidade.

Pelo método de descendência de semente única "Single-seed descent" (SSD) de cada planta F_2 , é tomada uma única semente para formar a geração seguinte (Figura 2) e tem-se a garantia de que cada linhagem avançada seja derivada de uma planta F_2 diferente. Isso faz com que a variância genética entre linhagens avançadas seja maximizada. Na prática, essa é uma alternativa para acelerar o avanço de gerações em espaços restritos, como o de uma casa-de-vegetação, possibilitando várias gerações por ano. Nenhuma seleção é praticada durante o processo, o que torna esse método interessante para obter linhagens avançadas para estudos genéticos e com marcadores moleculares.

severidade de doenças, como a ferrugem, para que os genótipos mais suscetíveis ou menos tolerantes deixem menos descendentes para as gerações seguintes. Trata-se de um método prático, pois todo o trabalho de semeadura e colheita é mecanizado e poucas anotações são exigidas, simplificando o preenchimento do caderno de campo.

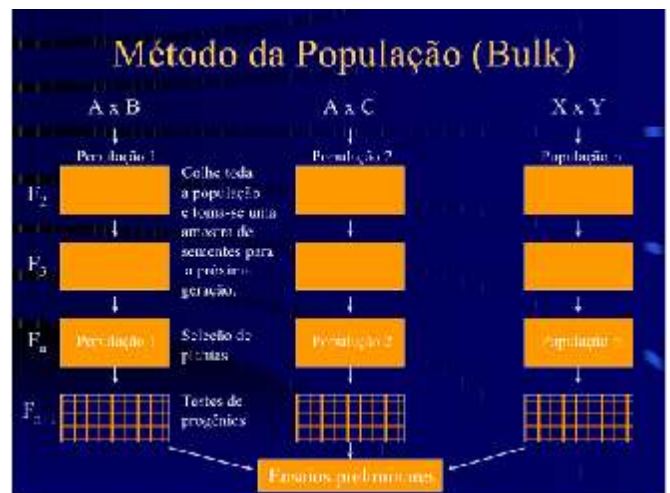


Fig. 3. Modelo esquemático do método da população ou "bulk".

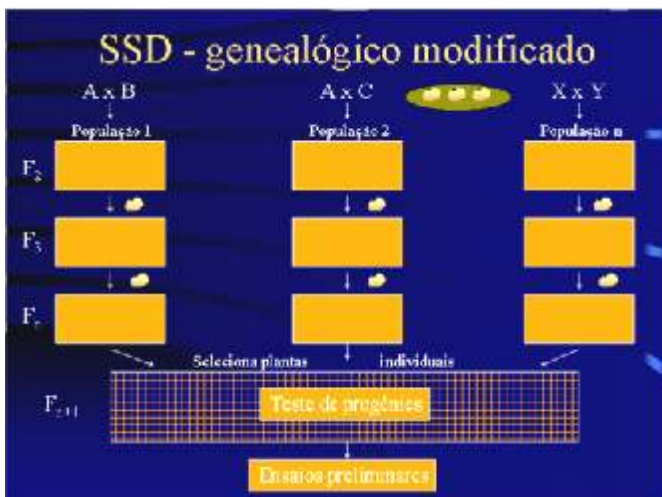


Fig. 2. Modelo esquemático do método de descendência de semente única (SSD).

Um dos métodos mais extensivamente utilizados nos programas de melhoramento de soja é o método da população (*bulk*), onde as plantas F_2 são trilhadas conjuntamente para produzir a geração F_3 e o mesmo processo é repetido até atingir um alto grau de homozigose (Figura 3). Esse processo dá oportunidade para que a seleção natural atue sobre as populações. Pode-se, por exemplo, colocar essas populações sob o ataque de insetos pragas ou em condições de alta

O método dos retrocruzamentos, também promove o aumento da homozigose ao longo das gerações de retrocruzamentos, mas não é propriamente um método de avanço de gerações. Nesse método, o objetivo é inserir um determinado gene de interesse (normalmente um gene de efeito maior presente no parental doador) em uma cultivar adaptada (parental recorrente). Isso é realizado através de sucessivos cruzamentos com o parental recorrente, recuperando a combinação de genes presente nesse parental e praticando a seleção para o gene ou caráter de interesse (Figura 4).

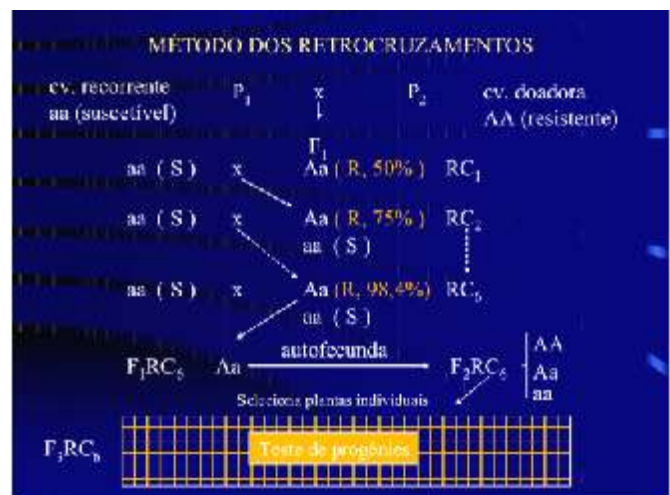


Fig. 4. Modelo esquemático do método dos retrocruzamentos.

Esse método foi muito utilizado, por exemplo, para inserir o gene EPSPS (que confere tolerância ao herbicida glifosato) nas cultivares adaptadas de soja. É um método trabalhoso, cujo sucesso depende da disponibilidade de uma boa estrutura de casas-de-vegetação para realizar várias gerações de cruzamentos por ano. A desvantagem do método é que a cultivar produzida ao final terá as mesmas qualidades e defeitos da cultivar recorrente, não apresentando ganhos genéticos. Também existe o risco de haver alguma interação negativa do gene inserido com outros genes do parental recorrente, fato que ocorreu, por exemplo, entre o gene EPSPS e a cultivar BR 16.

Avaliação de linhagens

O comportamento das novas linhagens deve ser avaliado cuidadosamente. Normalmente essas avaliações são feitas em linhagens derivadas da geração F4 ou F5, que apresentam uniformidade relativamente alta, homogeneidade de caracteres agrônômicos tais como ciclo, altura de planta e resistência a doenças. Para se transformar em uma nova cultivar, a linhagem melhorada deve ser superior à testemunha, em produção, e estar adaptada a um espectro relativamente amplo de ambientes. Deve ter, também, um bom nível de resistência ao acamamento, à deiscência de vagens e às principais doenças. Durante os estádios iniciais da experimentação, a seleção se baseia, principalmente, na comparação visual de comportamento das progênies em determinada localidade. A produtividade se mede somente nos ensaios preliminares de produção. A seleção visual não é tão efetiva para identificar as linhagens melhoradas com potencial elevado de produção, mas é eficiente para eliminar as linhagens de baixa produtividade (Hanson et al., 1962; Kwony e Torrie, 1964). Por outro lado, a seleção visual permite detectar com exatidão o grupo de maturação, acamamento, deiscência, altura de planta e resistência a doenças, permitindo o descarte das linhagens indesejáveis com respeito a esses caracteres, reduzindo o número para os ensaios de produção. Nos últimos anos, houve grande aumento no número de linhagens a serem testadas pelo surgimento dos transgênicos. Esse fato vem obrigando a pesagem das linhas de progênie, visando levar para a fase seguinte do programa (Avaliação Preliminar) um número menor de linhagens, permitindo, assim, uma avaliação mais criteriosa.

Nos ensaios de produção, as linhagens devem ser separadas em grupos de maturação. As parcelas experimentais são compostas de quatro fileiras de cinco metros, utilizando-se, para avaliação de rendimento, somente as duas linhas centrais. Antes da colheita são eliminados 0,5m da extremidade de cada parcela, totalizando 4m² a área útil da parcela. A escolha de padrões é importante, devendo-se ficar atento para escolher cultivares representativas quanto à produtividade e ao grupo de maturação. Como critério de escolha, sugere-se dois ou três padrões identificados entre as cultivares mais plantadas pelos produtores e mais produtivas na rede de ensaios.

O processo de avaliação de linhagens de soja geralmente contempla dois estádios. O primeiro estádio é chamado de Avaliação Preliminar, em que as linhagens são

avaliadas em um pequeno número de ambientes. No primeiro ano, as avaliações são realizadas em dois ou três locais, em parcelas únicas, sem repetição. No segundo ano, como o volume de sementes por linhagem selecionada no ano anterior é maior, os experimentos são realizados em dois ou três locais, mas com três repetições. Segundo Fehr (1987), o fato de efetuar uma repetição em mais locais tem duas vantagens principais. Primeiro, reduz o risco de perder as sementes das linhagens selecionadas, se algum fator adverso ocorrer naquele ano, naquele local. O uso do delineamento de blocos incompletos aumentados (Federer, 1956), permite avaliar um grande número de linhagens nas Avaliações Preliminares de primeiro e segundo ano. No terceiro ano de Avaliação Preliminar, são utilizadas três repetições, mas aumentando o número de locais para cerca de 8 a 10. Nessa fase, o delineamento experimental utilizado é o delineamento em blocos casualizados com cerca de 28 linhagens e duas testemunhas. As linhagens com baixo rendimento poderão ser descartadas ao final de cada ano de ensaio.

Os testes de resistência às principais doenças podem ser feitos desde as fases iniciais, levando para as fases posteriores somente linhagens resistentes. Como normalmente o número de linhagens testadas é muito grande e as avaliações para doenças são trabalhosas, algumas são feitas a campo e outras em casa-de-vegetação. Alguns testes são feitos somente nos estádios finais do programa. As resistências genéticas às doenças Cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*), Mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*) e Pústula bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*) são consideradas necessárias para o lançamento de uma nova cultivar; portanto, é interessante submeter as linhagens para avaliação a essas doenças durante as Avaliações Preliminares de primeiro e/ou segundo ano, diminuindo o número de linhagens que ocuparão espaço nos experimentos seguintes, pois serão descartadas se forem suscetíveis. O segundo estádio de avaliação de rendimento é chamado de Avaliação Final. É realizado por dois anos ou mais, em um grande número de localidades. Procura-se escolher dois a três locais em cada região homogênea, dentro da área de adaptação das linhagens selecionadas. Neste caso, o número de linhagens testadas é menor, em torno de 20 em cada grupo de maturação, sendo utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições.

Registro e proteção de cultivares

Registro nacional de cultivares de soja

O Registro Nacional de Cultivares (RNC) é um cadastro que se baseia na organização de informações precisas sobre as características das cultivares, tendo como finalidade assegurar a identidade genética e a qualidade varietal das cultivares habilitadas para produção e comercialização, resguardar as cultivares melhoradas contra a degradação decorrente de misturas mecânicas, cruzamentos, trocas de nome e outras ocorrências acidentais, reconhecendo a importância das cultivares melhoradas para o aumento da produtividade agrícola.

Os seus objetivos são:

- Substituir os antigos sistemas de avaliação e recomendação de cultivares e do registro de cultivares (Portarias números 178 e 271 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA), por meio da implantação de um cadastro de informações fornecidas pelo obtentor ou detentor dos direitos de exploração de uma cultivar, atribuindo ao mesmo a responsabilidade de avaliação e indicação da cultivar para o cultivo agrícola;
- Promover a inscrição de novas cultivares nacionais e estrangeiras, habilitando-as para a produção e a comercialização no País;
- Implementar um cadastro de informações sobre o valor de cultivo e uso das novas cultivares e de suas características;
- Disponibilizar um atualizado Cadastro Nacional de Cultivares Registradas das espécies e cultivares disponíveis no mercado, pela Internet.

A sua importância está relacionada como um instrumento de ordenamento do mercado, visando proteger o agricultor da venda indiscriminada de sementes e mudas de cultivares que não tenham sido testadas nas condições de exploração agrícola no Brasil. A sua principal finalidade é disciplinar a utilização de cultivares que tenham uma aplicação marcante na agricultura nacional, que reúnam as condições técnicas de serem distintas, homogêneas e estáveis (DHE) e que possuam um valor de cultivo e uso (VCU).

O VCU é o valor intrínseco de combinação das características agrônomicas da cultivar, com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e/ou de consumo. O resultado de VCU é de exclusiva responsabilidade do obtentor da cultivar, podendo, o mesmo, ser obtido diretamente pelo interessado ou por pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado de comprovada capacidade e qualificação.

Atualmente, o Registro Nacional de Cultivares é regido pela Lei nº 10.711 (DOU de 06/08/2003, Seção 1, pág. 1) e regulamentado pelo Decreto nº 5.153 (DOU de 26/07/2004, Seção 1, pág. 6), sendo vinculado à Coordenadoria de Sementes e Mudas do Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (CSM/DFIA/SDA/MAPA). No Capítulo I, Art. 2º, da Lei nº 10.711, são conceituados alguns elementos de importância para o seu entendimento, conforme segue:

- **Cultivar:** subdivisão de uma espécie agrícola que se distingue de outra por qualquer característica perfeitamente identificável, seja de ordem morfológica, fisiológica, bioquímica ou outras julgadas suficientes para sua identificação;
- **Cultivar comercial:** é o conjunto de indivíduos botânicos cultivados, que se distinguem por determinados caracteres morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos ou outros de caráter agrônomico ou econômico e que em reprodução sexuada ou na multiplicação vegetativa, conservem seus caracteres distintivos. Uma cultivar comercial deve ser mantida por pessoa física ou jurídica, em condições suficientes para assegurar a renovação do estoque de sementes e de manutenção da sua identidade genética e pureza varietal;

- **Cultivar essencialmente derivada:** é aquela que é essencialmente derivada de outra cultivar se, cumulativamente:

I. for, predominantemente, derivada da cultivar inicial ou de outra cultivar essencialmente derivada, sem perder a expressão das características essenciais que resultem do genótipo ou da combinação de genótipos da cultivar da qual derivou, exceto no que diz respeito às diferenças resultantes da derivação;

II. for, claramente, distinta da cultivar da qual derivou, por margem mínima de descritores, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão competente;

III. e, não tenha sido oferecida à venda no Brasil há mais de doze meses em relação à data do pedido de proteção e que, observado o prazo de comercialização no Brasil, não tenha sido oferecida à venda em outros países, com o consentimento do obtentor, há mais de quatro anos para a espécie soja;

- **Descritor:** característica morfológica, fisiológica, bioquímica ou molecular que seja herdada geneticamente e utilizada na identificação de cultivar;

• **Teste de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE):** é o procedimento técnico de comprovação de que a nova cultivar ou a cultivar essencialmente derivada, são distinguíveis de outra cujos descritores sejam conhecidos, homogêneas, quanto às suas características em cada ciclo reprodutivo e estável, quanto à repetição das mesmas características ao longo de gerações sucessivas.

- **Detentor:** pessoa física ou jurídica depositária de sementes ou mudas ou titular do direito de proteção da cultivar;

• **Margem mínima:** conjunto mínimo de descritores, a critério do órgão competente, suficiente para diferenciar uma nova cultivar essencialmente derivada das demais cultivares conhecidas;

- **Melhorista:** pessoa física que obtiver cultivar e estabelecer descritores que a diferenciam das demais;

• **Obtentor:** a pessoa física ou jurídica que obtiver nova cultivar ou cultivar essencialmente derivada;

• **Origem genética:** o conjunto de informações especificando os progenitores e o processo utilizado na obtenção da cultivar;

• **Padrão:** o conjunto de atributos estabelecidos por ato oficial do MAPA que permite avaliar a qualidade da semente ou da muda;

• **Semente:** estrutura vegetal, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, utilizada na propagação de uma espécie, produzida sob responsabilidade do seu produtor e do responsável técnico, destinada à semeadura e que atenda as normas, aos padrões e aos requisitos estabelecidos.

Como material de reprodução, tem-se:

I. **semente genética:** material de reprodução obtido a partir de processo de melhoramento de plantas, sob a responsabilidade e controle direto do seu obtentor ou introdutor, mantidas as suas características de identidade e pureza genética;

II. **semente básica:** material obtido da reprodução de semente genética, realizada de forma a garantir sua identidade genética e sua pureza varietal;

III. semente certificada de primeira geração: material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente básica ou de semente genética;

IV. semente certificada de segunda geração: material de reprodução vegetal resultante de reprodução de semente certificada de primeira geração, de semente básica ou de semente genética;

V. semente para uso próprio: quantidade de material de reprodução vegetal guardada pelo agricultor, a cada safra, para semeadura ou plantio exclusivamente na safra seguinte e em sua propriedade ou outra cuja posse detenha, observados, para cálculo da quantidade, os parâmetros registrados para a cultivar no Registro Nacional de Cultivares RNC.

A produção de sementes da classe não-certificada, com origem genética comprovada, poderá ser feita por, no máximo, duas gerações (categorias "Semente S1" e "Semente S2"), a partir de sementes certificadas, básicas ou genéticas, condicionada à prévia inscrição dos campos de produção no MAPA e ao atendimento às normas e aos padrões estabelecidos no regulamento da Lei 10.711.

Os aspectos operacionais para inscrição de cultivares no RNC iniciam-se pelo envio de solicitação em formulários de requerimento de inscrição e a sua protocolização junto à Coordenadoria de Sementes e Mudanças. Nos formulários de requerimento próprios e relatórios técnicos de inscrição, são exigidos a declaração do cumprimento dos critérios mínimos para realização do VCU; a informação da data de início e local de instalação dos ensaios de VCU. Nesses documentos são requisitos que a cultivar seja distinta das que figuram na Listagem Nacional de Cultivares Registradas (LNCR), seja estável, suficientemente homogênea e seu VCU seja comprovado tecnicamente. Após a solicitação de inscrição e protocolização dos documentos, a CSM analisa a solicitação e emite um parecer técnico que é anexado ao processo e, caso ocorra envio de dados incorretos e ou incompletos, são solicitadas informações adicionais ao requerente para a sua correção e posterior continuidade do processo. No passo seguinte e com o processo tendo o aval dos responsáveis da CSM, a cultivar é inscrita no RNC e incluída na Listagem Nacional de Cultivares Registradas, com a finalidade de dar conhecimento aos usuários e à toda sociedade brasileira.

Os beneficiários do RNC são as pessoas físicas ou jurídicas que sejam obtentoras de novas cultivares ou sejam detentoras dos direitos de exploração comercial de uma cultivar.

Proteção de cultivares de soja

A Lei que garantiu os direitos dos obtentores de novas variedades vegetais é a nº 9.456 (DOU de 28/04/1997, Seção 1, pág. 8421), regulamentada pelo decreto nº 2.366 (DOU de 07/11/1997, Seção 1, pág. 25162). A Lei também criou, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), ao qual atribuiu a competência de proteção de cultivares no Brasil.

O SNPC é o órgão competente para a aplicação da lei e para deliberar sobre os pedidos de proteção de cultivares. Esse órgão tem como missão garantir o livre exercício do direito de propriedade intelectual dos obtentores de novas combinações filogenéticas, na forma de cultivares

vegetais distintas, homogêneas e estáveis, zelando pelo interesse nacional no campo da proteção de cultivares. No mesmo Decreto nº 2.366, foi criada a Comissão Nacional de Proteção de Cultivares (CNPC), presidida pelo chefe do SNPC, que tem a função de assessorar o SNPC por meio de representantes dos órgãos e entidades como: Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA; Ministério das Relações Exteriores; Ministério da Indústria, Comércio e Turismo; Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e da Amazônia Legal; Associação Brasileira dos Obtentores Vegetais (BRASPOV); Associação Brasileira dos Produtores de Sementes (ABRASEM); Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB); Confederação Nacional da Agricultura (CNA); Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG) e o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA).

Em abril de 1999, o Brasil aderiu à União Internacional para Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV), que funciona junto à Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), com sede em Genebra, na Suíça e que disciplina a atuação da proteção de cultivares em cerca de 55 países. Pela adesão nessa convenção (nas condições da Ata de 1978), estabeleceu-se a reciprocidade automática entre o Brasil e os outros países membros. Desta forma, os membros da UPOV obrigam-se a proteger as cultivares brasileiras e, em contrapartida, o Brasil se obriga a proteger as cultivares procedentes desses países, facilitando o intercâmbio de novos materiais gerados pela pesquisa brasileira e estrangeira.

A proteção dos direitos intelectuais sobre a cultivar se efetua mediante a concessão de um certificado de proteção, sendo ele um bem móvel para todos os efeitos legais e esta é a única forma de proteção de cultivares e de direitos que poderá opor a livre autorização de plantas ou de suas partes, de reprodução ou multiplicação vegetativa no País. A proteção é fundamentada na declaração juramentada, ou seja, o responsável pelas informações prestadas ao Serviço é o próprio obtentor, podendo ele estar sujeito a sanções ou ser denunciado ao Ministério Público por falsidade ideológica, caso as informações prestadas não correspondam às reais condições.

O processo de solicitação se inicia pela protocolização da Solicitação de Proteção no SNPC, que constitui na entrega dos documentos básicos para reivindicar os direitos de propriedade intelectual sobre uma cultivar de espécie vegetal. Os requisitos necessários da cultivar são de que ela não tenha sido comercializada no exterior há mais de quatro anos, não ter sido comercializada no Brasil há mais de um ano, ser distinta, ser homogênea e ser estável. Estes três últimos requisitos são comprovados por ensaios experimentais específicos que se denominam DHE (Distinguibilidade, Homogeneidade e Estabilidade).

A Distinguibilidade é conceituada como as diferenças claras de uma cultivar de qualquer outra cuja existência na data do pedido de proteção seja reconhecida. A Homogeneidade considera a cultivar que, utilizada em plantio, em escala comercial, apresente variabilidade mínima quanto aos descritores que a identifiquem, resumindo, é a uniformidade entre plantas dentro da

mesma geração. A Estabilidade de uma cultivar é definido como a manutenção das características através de gerações sucessivas.

Os ensaios de DHE seguem metodologias específicas e próprias para cada espécie. Para cultivares de soja recomenda-se que os ensaios utilizem no mínimo 300 plantas em densidade normal de semeadura e condições de condução normal recomendada para a região de adaptação. Os ensaios são conduzidos por, no mínimo, dois períodos similares de cultivo em região de adaptação da cultivar. As parcelas deverão ser tal, que as plantas, ou partes de plantas, possam ser retiradas para medições e contagens sem prejuízo das observações que deverão ser feitas no final do período de desenvolvimento. Geralmente, constitui-se de parcelas de quatro fileiras com cinco metros de comprimento em duas repetições, sendo as avaliações feitas apenas nas duas fileiras centrais. Todas as observações para determinação de Distinguilidade e Estabilidade são feitas em, no mínimo, 20 plantas ou partes de 20 plantas. Para determinação de homogeneidade, as parcelas com 300 plantas deverão ter no máximo 4 plantas atípicas. Atualmente, são avaliados 38 descritores fisiológicos, botânicos, químicos e de reações a diversas doenças.

Até 2006, a Embrapa protegeu, junto ao SNPC, 126 cultivares. Atualmente, a empresa conta com 10 pontos de avaliações de DHE no Brasil: Passo Fundo/RS, Londrina/PR, Dourados/MS, Uberaba/MG, Senador Canedo/GO, Planaltina/DF, Primavera do Leste/MT, Vilhena/RO, Barreiras/BA e Balsas/MA.

O fato relevante da caracterização do DHE é a aplicação de ensaios e conclusões científicas e técnicas para a tomada de decisões na elaboração dos processos de pedido de proteção de cultivares. O DHE torna-se a base que justifica o processo de legalidade exigida na lei brasileira de Proteção de Cultivares, resultando na exclusividade do direito de uso e da propriedade intelectual no Brasil e em 55 países.

Referências

- ABADIE, T.; CORDEIRO, C.M.T.; ANDRADE, R.V. de; PARENTONI, S.N.; MAGALHES, J.R. **A coleção nuclear de germoplasma de milho para o Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 37p.
(Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de Pesquisa, 8)
- ABREU, A.de F.B. **Predição do potencial genético de populações segregantes do feijoeiro utilizando genitores inter-raciais**. 1997. 79 f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BONATO, A. L. V.; CALVO, E. S.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; GERALDI, I. O. Prediction of genetic variability through AFLP- based measure of genetic distance in soybean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 30-39, 2006.
- BORÉM, A. Variabilidade genética. In: BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1998. cap.4, p. 43-75.
- CARTER, T.E.; NELSON, R.L.; SNELLER, C.H.; CUI, Z. Genetic Diversity in Soybean. In: BOERMA; H.R.; SPECHT; J.E. (Ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. 3. ed. Madison: ASA, 2004. p. 303416. (Agronomy Monograph 16).
- CATELLI, L. L. **Caracterização de cultivares de soja com marcadores moleculares microssatélites**. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- CHANG, R.Z.; QIU, J.; SUN, J; CHEN, Y.; LI, X.; XU, Z. Collection and conservation of soybean germplasm in China. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 6., 1999, Chicago. **Proceedings: invited and contributed papers and posters**. Chicago: University of Illinois / Soybean Research & Development Council, 1999. p. 172-176.
- LUIZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Decreto nº 2.366, Seção 1, Página 25162. Publicada em 07 de novembro de 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em 27 de dez. 2006.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Decreto nº 5.153, Seção 1, Página 6. Publicada em 26 de julho de 2004. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em 31 ago. 2007.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Lei nº 10.711, Seção 1, Página 1. Publicada em 06 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em 31 ago. 2007.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Lei nº 9.456, Seção 1, Página 8421. Publicada em 28 de abril de 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>>. Acesso em 27 dez. 2006.
- FEDERER, W.T.. Augmented (or Hooniuaku) designs. Hawaii. **Plant. Rec.**, v. 40, p. 191-207, 1956.
- FEHR, W.R. Breeding methods for cultivar development. In: WILCOX, J.R. (Ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987. . p. 249-293.
- FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de; SANTOS, M. X. dos; RAMALHO, M.A.P. Métodos de avaliação da divergência genética em milho e suas relações com os cruzamentos dialélicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.1189-1194, 1995.
- HANSON, W.D., LEFFEL, R.C. ; JONSON, H.W. Visual discrimination for yield among soybean phenotypes. **Crop Science**, v.2, p. 93:96, 1962.

HIROMOTO, D.M. **Seleção de genótipos de soja para performance agrônômica e resistência a *Heterodera glycines* Ichinohe e *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* Morgan-Jones.** 1996. 84f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

HYMOWITZ, T. Speciation and cytogenetics. In: BOERMA; H.R.; SPECHT; J.E. (Ed.). **Soybeans: improvement, production and uses.** 3. ed. Madison: ASA, 2004. p.97-136. (Agronomy Monograph, 16).

JINKS, J.K.; POONI, H.S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. **Heredity**, v.36, p.253-266, 1976.

KWON, S.H. & TORRIE, J.H. Visual discrimination for yield in two soybean populations. **Crop Science**, v. 4, p. 287-290, 1964.

MIRANDA, Z.F.S. **Base genética de cultivares de soja no Brasil.** 2005. 3 v. 871 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 3

OTUBO, S.T.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B.; SANTOS, J.B. Genetic control of low temperature tolerance in germination of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, v.89, p.313-317, 1996.
PEETERS, J.P.; WILLIAMS, T.J. Towards better use of

gene banks with reference to information. **Plant Genetic Resources Newsletter**, Fiumicino, v. 60, p. 22-32, 1984.
PLUCKNETT, D. L.; SMITH, N. J. H.; WILLIAMS, J. T.; ANISHETTY, N. M. **Gene banks and the world's food.** Princeton: Princeton University, 1987. 247p.

RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; SANTOS, J.B. Melhoramento de espécies autógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 201-230.

SINGH, R.J.; HYMOWITZ, T. The genomic relationships between G. soja Sieb. and Zucc. G.max (L.) Merr. and 'G. gracilis' Skvortz. **Plant Breeding**, Berlin, v. 103, p. 171-173, 1989.

TRILLER, C. **Previsão do potencial genético de cruzamentos em soja pela geração F3.** 1994. 133 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. (Ed.) **Melhoramento e produção de milho no Brasil.** 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.137-209.

VIEIRA, M. L. C. Conservação de germoplasma in vitro. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, v.14, p. 18-20, 2000.

Patrocínio:



Soluções que valorizam a vida



Circular Técnica, 52

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Soja
Cx. Postal 231
86001-970 - Londrina, PR
Fone: (43) 3371-6000 - Fax: 3371-6100
Home page: <http://www.cnpso.embrapa.br>
e-mail: sac@cnpso.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2007): tiragem 500 exemplares

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

Governo
Federal

Comitê de Publicações

Presidente: Manoel Carlos Bassoi
Secretário Executivo: Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite
Membros: Antonio Ricardo Panizzi, Claudine Dinali Santos Seixas, Francismar Corrêa Marcelino, Ivan Carlos Corso, José Miguel Silveira, Maria Cristina Neves de Oliveira, Rafael Moreira Soares, Ricardo Vilela Abdelnoor

Expediente

Supervisão editorial: Odilon Ferreira Saraiva
Normalização bibliográfica: Ademir Benedito Alves de Lima
Editoração eletrônica: Danilo Estevão