

Ministério da Educação
Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SEMENTES GENÉTICAS DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)

CLÁUDIA BONATO

Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência e Tecnologia de Sementes

Pelotas, 2017

Ministério da Educação
Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SEMENTES GENÉTICAS DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)

CLÁUDIA BONATO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes

Coorientadora: Dr^a Andreia da Silva Almeida

Pelotas, 2017

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE SEMENTES GENÉTICAS DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa:

Banca examinadora:

.....
Prof^a. Dr^a. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
(FAEM/UFPEL, Orientadora)

.....
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
(FAEM/UFPEL)

.....
Dr^a. Andreia da Silva Almeida

.....
Dr^a. Vanessa Nogueira Soares

Agradecimentos

Agradeço a universidade, seu corpo docente, direção e administração que me oportunizaram a fazer o curso.

A minha orientadora Andréia, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

A todos os professores pelas conversas e troca de experiências.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A meu amigo Rodrigo Marchiori que tem grande parte nesse trabalho e no meu crescimento profissional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

Resumo

Bonato, Cláudia. **Descrição do processo de sementes genéticas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2017. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

A soja promove o Brasil como o segundo maior produtor, sendo a cultura com o maior número de cultivares protegidas no Brasil, que devem ser registradas e submetidas ao teste de distinção, homogeneidade e estabilidade. Os descritores morfológicos nem sempre são eficazes, pois o fenótipo da planta sofre o efeito do ambiente. Marcadores moleculares de proteínas e DNA possibilitam avaliação da pureza genética de sementes de forma incisiva, pois os alelos não sofrem influência ambiental. Desta forma, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca do tema para discorrer sobre a produção, multiplicação e purificação de sementes genéticas de soja. As etapas de purificação genética podem ser realizadas por parcela para seleção individual de plantas, linhas de progênies, blocos de progênies, e por seleção massal. As causas que podem afetar a base genética de cultivares são: misturas mecânicas; cruzamentos naturais; mutações; mudanças na frequência gênica, causadas por amostragens, oscilação genética, por seleção natural, pela seleção do melhorista; perda de heterozigose. Sementes de alta qualidade permitem processos otimizados de purificação. A produção de semente genética é primordial para o lançamento de novas cultivares. Os programas de melhoramento genético, aliados aos responsáveis pela purificação, são responsáveis pelo lançamento de novas cultivares no mercado a partir de uma linhagem que se destacou nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). O processo de descontaminação permite a retirada de plantas indesejáveis que possam polinizar a soja ou que produzam contaminação mecânica na colheita. Diante do que foi exposto, sementes de qualidade se torna primordial, sendo que os potenciais produtivos almejados pelos produtores somente serão alcançados caso a semente demonstre seu potencial genético característico. As sementes certificadas poderão proporcionar uma segurança ao produtor, quanto a qualidade genética, física, fisiológica e fitossanitária. Os processos de purificação e manutenção da pureza genética são primordiais para que os produtores adquiram as sementes de acordo com as características de homogeneidade e estabilidade desejadas através de gerações sucessivas, a partir de avaliações fenotípicas e genotípicas, a partir dos descritores morfológicos.

Palavras chave: descritores morfológicos, *Glycine max*, pureza genética.

Abstract

Bonato, Cláudia. **Description of the genetic soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2017. 51 p. Dissertation (Master at Science and Seed Technology) – Postgraduate Program in Science and Technology of Seeds, Eliseu Maciel Agronomy University, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2017.

Brazil is the second producer of soybean seeds, the crop with the largest number of varieties protected, which must be registered and submitted to the test of distinction, homogeneity and stability. Morphological descriptors are not always effective, because the plant phenotype suffers the effect of the environment. Molecular markers of proteins and DNA make it possible to evaluate the genetic purity of seeds in an incisive way, since the alleles do not suffer environmental influence. In this way, a research bibliography was done on the subject to discuss the production, multiplication and purification of soybean genetic seeds. Genetic purification steps can be performed per plot for individual selection of plants, progeny lines, progeny blocks, and by mass selection. The causes that can affect the genetic base of cultivars are: mechanical mixtures; Natural crosses; Mutations; Changes in gene frequency, caused by samplings, genetic oscillation, by natural selection, by the selection of the breeder; Loss of heterozygosity. High-quality seeds enable optimized purification processes. The production of genetic seed is of prime importance for the launching of new cultivars. Genetic improvement programs, together with those responsible for purification, are responsible for the launching of new cultivars on the market from a lineage that excelled in the VCU trials. The decontamination process allows the removal of undesirable plants that can pollinate the soybean or that produce mechanical contamination at harvest. In view of the above, quality seeds become paramount, and the productive potentials sought by the producers will only be reached if the seed demonstrates its characteristic genetic potential. Certified seed may provide a producer safety with regard to genetic, physical, physiological and phytosanitary quality. The processes of purification and maintenance of genetic purity are primordial for the producers to acquire the seeds according to the desired homogeneity and stability characteristics through successive generations, from phenotypic and genotypic evaluations, from the morphological descriptors.

Keywords: Morphological descriptors, *Glycine max*, genetic purity.

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Produção de sementes, em sacas e quilogramas, em função de diferentes classes de sementes	39
--	----

Lista de Figuras

Figura 1 - Processo de avaliações para purificação genética de plantas de soja no verão. Fonte: Própria.	31
Figura 11 – Passos para a obtenção de sementes genética. Fonte: Própria.	34
Figura 15 – A: Plantas com características diferentes (vagem e cor do hilo) da cultivar que se originou (off-types); B: variação da cor do hilo ocasionada por alta temperatura ou baixa precipitação. Fonte: Própria.....	35
Figura 16 - Variações da cor de hilo das sementes produzidas na mesma planta A: de preto para preto descolorido a marrom médio; B: de preto para marrom médio; C: de preto imperfeito para marrom clara. Fonte: Própria.....	36
Figura 17 - Variação da coloração da vagem com a pubescência marrom média da mesma linhagem, verão e inverno. Fonte: Própria.	37
Figura 18 - Variações da cor de hilo das sementes produzidas no terço superior e inferior da mesma planta. Fonte: Própria.....	37
Figura 2 - Forma do Folíolo lateral. Fonte: Rodrigo Marchiori.	46
Figura 3 - Cores das flores da planta de soja, sendo que todas as observações sobre flores devem ser realizadas no estágio de pleno florescimento R2. Fonte: Própria.	46
Figura 4 - Pigmentação antocianínica do hipocótilo. Fonte: Rodrigo Marchiori.	47
Figura 5 - A: Coloração da pubescência; B: coloração da vagem com a pubescência. Fonte: Rodrigo Marchiori.	47
Figura 6 - Coloração do hilo da semente relacionada com a pubescência da vagem e com a flor. Fonte: Rodrigo Marchiori.	48
Figura 7 - Estádios de desenvolvimento de uma planta de soja. Fonte: Farias et al. (2009).....	49
Figura 8 - Cor de hilo nas sementes. Fonte: Rodrigo Marchiori.	49
Figura 9 - Teste da reação da enzima Peroxidase em sementes. O tegumento da semente é retirado e disposto em um tubo de ensaio com 10 gotas de uma solução 0,5% de guaicol; adiciona-se uma gota de água oxigenada a 40 volumes e avalia-se a formação ou não de coloração no tubo, após 2 a 3 minutos. As cultivares com alta atividade da peroxidase no tegumento obtém uma cor marrom avermelhada, designada como reação positiva (+), e as de baixa atividade não alteram sua coloração, caracterizando a reação negativa (-). Fonte: Rodrigo Marchiori.	50
Figura 10 – Melhoramento Genético de soja. Fonte: Coodetec.	51
Figura 12 - Esquema de obtenção de semente genética. A: Parcelas para seleção de plantas individuais (1° ano); B: Linhas de progênies (2° ano); C: Blocos de progênies (3° ano); D: Semente genética (bulk das sementes dos blocos) (4° ano). Fonte: Sediya (2013).....	52
Figura 13 - A: Diagrama do campo de linhas de progênie; B: Diagrama do campo de blocos de progênie. Fonte: Krzyzanowski; Toledo (2009).	52

Figura 14 - A: blocos de seleção de plantas, Londrina, PR, 2009; B: linhas de progênie, Londrina, PR, 2009; C: blocos de progênie, Ponta Grossa, PR, 2009. Fonte: Krzyzanowski; Toledo (2009). A soja é uma das espécies cultivadas de maior interesse econômico mundial, e é influenciada acentuadamente pelas condições ambientais durante o ciclo reprodutivo. Esse fato dificulta a avaliação dos descritores morfológicos a campo e em laboratório, e a experiência profissional será o diferencial para se evitar descartes desnecessários de linhagens quando da análise a campo.....53

Lista de Abreviaturas

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

SSD - Método Genealógico Modificado ou *Single Seed Descent*

SNSM - Sistema Nacional de Sementes e Mudas

VCU – Valor de Cultivo e Uso

ISTA - *International Seed Testing Association* (Associação Internacional de Testes de Sementes)

UPOV – *International Union for the Protection of New Varieties of plants* (União Internacional para a Proteção de Novas Variedades de Plantas).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 SOJA	15
2.1.1 Morfologia e descritores morfológicos.....	17
2.2 A IMPORTÂNCIA DA PUREZA VARIETAL E GENÉTICA.....	21
2.2.1 Teste de Peroxidase	24
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO	24
2.3.1 Método Genealógico ou Pedigree	26
2.3.2 Método Populacional ou Bulk	27
2.3.3 Método Genealógico Modificado (SSD – Single Seed Descent).....	27
2.3.4 Método Retrocruzamento Simples.....	28
2.3.5 Teste de progênies.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Purificação de Semente Genética de Soja	30
4.2 Influência da Produção na Purificação de Semente Genética de Soja.....	38
4.3 Descontaminação ou depuração das sementes de soja.....	40
4.4 Avaliação da Pureza Genética	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
6. REFERÊNCIAS	43
7. ANEXO	46
7.1 Forma do folíolo lateral da planta de soja.....	46
7.2 Cores das flores da planta de soja.....	46
7.3 Pigmentação antocianínica do hipocótilo da planta de soja	47
7.4 Coloração da pubescência em vagem de planta de soja.....	47
7.5 Coloração do hilo da semente proveniente de planta de soja.....	48
7.6 Estádios fenológicos da planta de soja	49
7.7 Cor de hilo nas sementes da planta de soja	49
7.8 Teste positivo (+) ou negativo (-) da reação da enzima Peroxidase em sementes ..	50

1 INTRODUÇÃO

Na safra 2015/2016, o Brasil se configurou como o segundo maior produtor de soja, produzindo 95,63 milhões de toneladas em 33,18 milhões de hectares, com, aproximadamente, 2,880 kg ha⁻¹ de produtividade (CONAB, 2016).

A morfologia da soja configura folhas trifolioladas, com exceção do primeiro par de folhas simples, inserido no nó acima do nó cotiledonar. É uma planta autógama, com flores brancas, roxas ou intermediárias, que produzem vagens que evoluem da cor verde para amarelo-pálido ou tons de marrom, à medida que amadurecem. Produz de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, apresentando tegumento amarelo pálido e com hilo de coloração variada (preto, marrom, marrom clara, preta imperfeita, cinza ou amarelo). Apresentam crescimento indeterminado, determinado ou intermediário (EMBRAPA Soja, 2016).

A soja é a cultura com o maior número de cultivares protegidas no Brasil, e com o maior número de solicitação de pedidos de proteção e, conforme o MAPA (2017), até o final do ano de 2015, 3.796 pedidos de proteção de cultivar foram solicitados, e foram concedidos títulos para 2.810 cultivares. De acordo com a Lei de Sementes e Mudas (BRASIL, 2003), a cultivar deve ser registrado e submetido ao teste de distinção, homogeneidade e estabilidade, que consiste na avaliação de uma série de características morfológicas nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, o que deve ocorrer antes da solicitação de proteção (BRASIL, 2002).

O emprego destes descritores morfológicos, aproximadamente trinta e oito, é recomendado, porém, apresenta limitações e é insuficiente, pois a morfologia da planta sofre o efeito do ambiente, não é estável, e a maioria destas características são avaliadas na fase adulta das plantas, o que requer tempo e espaço (BOLDT et al., 2007).

A ISTA não possui protocolos padronizados e testados para a indicação de marcadores bioquímicos de proteínas e enzimas, que seriam utilizados para a identificação de cultivares de soja, mas há recomendação de marcadores pela UPOV (ISTA, 1997; UPOV, 1998). Porém, a utilização de marcadores bioquímicos pode oferecer vantagens, reduzindo-se o tempo dos resultados, e ainda caracterizar simplicidade de operação (BOLDT et al, 2007).

Para a criação de novos genótipos pelos programas de melhoramento genético, a caracterização dos cultivares torna-se primordial no processo de criação de novos genótipos, sendo que os descritores precisam ser bem definidos, garantindo, desta forma, uma semente representativa das características hereditárias próprias de uma nova variedade, fornecendo condições para assegurar a manutenção da pureza varietal ao longo dos processos de produção das diferentes classes de sementes (VIEIRA et al., 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo fornecer informações sobre as etapas de multiplicação, purificação e manutenção de sementes de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOJA

A produção de soja no mundo foi cerca de 312,36 milhões de toneladas, em 119,73 milhões de hectares na safra 2015/2016. Na mesma safra, o Brasil se configurou como o segundo maior produtor de soja, produzindo 95,63 milhões de toneladas em 33,18 milhões de hectares, com, aproximadamente, 2,880 kg ha⁻¹ de produtividade. O país exporta o equivalente a US\$ 28 bilhões de dólares em grãos, farelo e óleo, sendo 54 milhões de toneladas de grão, 15 milhões de toneladas de farelo e 1,7 milhões de toneladas de óleo. O consumo interno de grãos é da ordem de 42,5 milhões de toneladas (CONAB, 2016).

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill., uma leguminosa da família Fabaceae, é oriunda da China (CARVALHO et al., 2014). O grão é rico em proteínas (45%) e óleo (20%), e pode ser utilizado para alimentação humana e animal, e para a produção do biocombustível, pela reação de transesterificação a partir da extração de seu óleo (SILVA et al., 2016).

Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milho, foi considerada um grão sagrado, com direito a cerimônias ritualísticas na época da semeadura e da colheita (EMBRAPA, 2016). A introdução desta cultura no país, ocorreu em 1882 (SEDIYAMA, 2013).

A soja é uma das principais *commodities* que envolve o grão ou seus produtos transformados, como o farelo ou óleo, tanto para exportação quanto para consumo interno. O processo tecnológico desempenha desenvolvimento econômico para o país, tornando esse produto essencial para obtenção de maior renda, emprego e oportunidades internacionais (SILVA et al., 2016).

A propagação da cultura é via semente, visto que, para que haja produtividade, a mesma deve ser certificada, objetivando o melhor potencial físico, fisiológico, genético e fitossanitário. Para a safra 2014/2015, a taxa de utilização de sementes de soja no Brasil foi de 64%, representando 63% de todas as sementes

produzidas no país, sendo que 65% foram oriundas de produtores regularizados e 35% provenientes do mercado informal (ABRASEM, 2014).

A cultivar e as condições ambientais determinam a estatura das plantas, porém, a estatura ideal varia de 60 a 110 cm, promovendo facilidades na colheita mecânica, em prol de se evitar o acamamento. A soja é uma planta de dias curtos, sendo que, sob dias longos, há atraso do florescimento e alongamento de seu ciclo, mas com o uso da característica do florescimento tardio em dias curtos, não há mais restrição fotoperiódica ao plantio comercial de soja. Os grupos de maturação (GM) de cultivares brasileiras de soja são, em Minas Gerais: semiprecoce (101 a 110 dias); médio (111 a 125 dias); semitardio (125 a 145 dias); tardio (maior que 145 dias) (HOFFMANN-CAMPO, 2000).

A soja é considerada uma planta de dias curtos, e esta sensibilidade ao fotoperíodo restringe sua adaptação. Quanto mais próximo da linha do equador, menor se torna a amplitude do fotoperíodo no decorrer do ano e, assim, grande parte da área mundial cultivada está localizada em latitudes maiores que 30°, onde prevalecem condições de clima temperado (ALMEIDA et al., 1999).

Em 1970, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), adaptou cultivares de soja às regiões tropicais a partir de cruzamentos de cultivares americanas, ou das que mutaram naturalmente, com outros genótipos que possuíam ciclo longo de crescimento. Assim, diferentes grupos de maturação foram adaptados em baixas latitudes, pois a precocidade do estágio vegetativo é influenciado por genes recessivos. Genes controladores do florescimento em dias curtos são diferentes dos que atuam em condições de dias longos (ALMEIDA et al., 1999).

Hibridação, avanço de gerações de autofecundação e seleções de características desejáveis, de cinco a oito anos, permitiram que linhagens superiores originassem as cultivares de soja. Após anos de cultivo são observadas perdas genéticas em cultivares, que podem ser ocasionadas por mutações naturais, mais comuns em sementes de tegumento amarelo; doenças; misturas; cruzamentos naturais com outros cultivares; etc. (RONZELLI JÚNIOR, 1996 apud SEDIYAMA, 2013). Desta forma, manter a pureza genética, principalmente na fase de multiplicação das sementes, torna-se primordial para o cultivo desta leguminosa.

2.1.1 Morfologia e descritores morfológicos

A soja é uma planta anual, que, em média, possui ciclo entre 90 e 160 dias. Dependendo da cultivar e da época de semeadura, pode atingir alturas de 45 a 120 cm, ou mais. Pêlos curtos e finos, de cor cinza ou marrom-clara, recobrem as plantas, mas já foram observadas algumas plantas glabras (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998). O sistema radicular é bem desenvolvido e nodulado, composto por raiz principal axial e raízes secundárias. O caule é do tipo herbáceo ereto, ramificado e pubescente (MÜLLER, 1981).

O hipocótilo caracteriza-se como a primeira porção desenvolvida do caule, e está localizado entre a inserção dos dois cotilédones e a radícula. O epicótilo é o próximo segmento do caule, entre o cotilédone e a plúmula, constituída pela gema de células com capacidade de divisão, e por uma ou duas folhas embrionárias, ou cotilédones, que originarão as primeiras folhas. Os internódios estão localizados entre os nós, que contém as gemas axilares, que darão origem às ramificações, dependendo da constituição genética de cada cultivar, bem como do ambiente (VENCATO, 2010). Quando a planta se desenvolve em condições de baixa luminosidade, principalmente em regiões de fotoperíodo longo, os cultivares formadas possuem caule delgado e estiolado, com mais de três metros de comprimento (FARIAS et al., 2009).

Inflorescências terminais são encontradas em cultivares com crescimento determinado e semi-determinado. Em cultivares de crescimento indeterminado não há presença de gema terminal, e o caule continua a se desenvolver após o florescimento (BOLDT et al, 2007).

No Brasil, as cultivares com crescimento determinado são predominantes em solos férteis, e as plantas finalizam o crescimento vegetativo a partir do início do florescimento, que se inicia no 4º ou 5º nó da haste principal e progride em direção ao seu ápice. No estágio de floração a planta já atingiu cerca de 87% de sua altura e matéria seca finais (FARIAS et al., 2009).

A coloração das folhas varia entre verde-pálida e verde escura. Ao longo de seu desenvolvimento, as folhas presentes na planta serão: cotiledonares, simples unifolioladas e trifolioladas ou compostas, com diferentes posicionamentos, formatos e tamanhos (FERH & CAVINESS, 1977). Após a emergência da plântula se fazem visíveis duas folhas cotiledonares elípticas, que fornecem nutrientes até seu

esgotamento, quando ocorre o amarelecimento das mesmas e elas caem (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998).

As folhas simples ou unifolioladas estão inseridas de forma oposta no primeiro nó, acima do nó cotiledonar, e se caracterizam por serem folhas de base larga ou estreita, lanceoladas, truncadas ou auriculadas, com o ápice obtuso ou acuminado. O comprimento varia entre 6 a 7 cm e a largura entre 3 a 4 cm. O pecíolo é curto, de 1 a 3 cm de comprimento, contendo um par de estípulas (MÜLLER, 1981). As folhas trifolioladas, uma terminal e duas laterais, estão dispostas alternadamente, de forma dística. Os folíolos, lanceolados ou oblongos de margem oval (Figura 2 do Anexo), possuem de 4 a 20 cm de comprimento, e de 3 a 10 cm de largura. Porém, cultivares com folhas maiores que contém de 4 a 7 folíolos por folha, em média, já foram observados. O pecíolo varia de 5 a 20 cm de comprimento. O pulvínulo, responsável pelos movimentos de pecíolos, podem ser encontrados em folhas unifolioladas e trifolioladas (VENCATO, 2010).

As flores da soja são completas, com cálice, corola, androceu e gineceu, ocorrendo em racemos terminais ou axilares. O número de flores varia de 2 a 35 por racemos e, quando abertas, medem de 3 a 8 cm. A abertura floral ocorre pela manhã, sendo influenciada pelas condições de temperatura e umidade (BOLDT et al, 2007).

O cálice é tubular, formado por cinco sépalas e lóbulos e tamanho diferentes, pubescentes, parcialmente unidos e persistentes. A corola possui forma suborbicular e obovada. As pétalas laterais são chamadas de asas, e as duas inferiores, unidas, formam a quilha ou carena. A coloração das pétalas varia de branco a roxo, em diferentes tonalidades (FARIAS et al., 2009). O androceu possui estames diadelfos, com um dos estames livre e os demais soldados entre si. As anteras são arredondadas e dorsifixas, em que o filete une-se à antera pelo dorso, e envolvem completamente o estigma na antese. O gineceu possui estigma e estilete com poucos glabros. O estilete mede metade do ovário e é curvado para trás, próximo ao estame posterior. O estigma, antes da abertura floral, torna-se receptível um a dois dias antes da abertura floral, caracterizando a cleistogamia. O ovário é sésil oval e pubescente, contendo de um a quatro óvulos (BOLDT et al, 2007).

A cor da flor está relacionada com o seu hipocótilo, bainhas e caule. Flores brancas com pubescência cinza apresentam ausência antocionínica no hipocótilo, plantas com flores roxas apresentam presença antocionínica no hipocótilo com

intensidade fraca, média e alta. No caso de a variedade apresentar flor branca e pubescência da haste de cor marrom média ou marrom claro, considerar como sendo presente (cor bronze) (Figuras 3 e 4 do Anexo).

A floração somente ocorrerá quando o fotoperíodo for menor que o considerado crítico da cultivar, pois a planta da soja é tipicamente de dias curtos, necessitando de um número mínimo de horas de noite para a indução floral. Portanto, seu florescimento é influenciado pelas condições fotoperiódicas e pelo período crítico do genótipo (BOLDT et al, 2007).

O fruto da soja é oriundo de duas valvas de um carpelo simples, do tipo vagem, achatado, reto a pouco curvado, pubescente e deiscente. Possui, em média, de 2 a 7 cm de comprimento, e de 1 a 2 cm de largura, dependendo da cultivar e das condições edofoclimáticas, O número de vagens por inflorescência, em média, varia de 2 a mais de 20. Cada vagem possui de uma a cinco sementes, mas a maioria dos cultivares apresenta as vagens com duas ou três sementes. A cor da vagem madura varia de amarelo-palha a muito claro ou de cinza-claro a quase preto, sendo estas características resultantes da presença de caroteno ou xantofila e da presença ou ausência de pigmentos antociânicos e, ainda, pelas condições de temperatura e umidade na maturação (Figura 5 do Anexo) (FARIAS et al., 2009).

A semente da soja é avaliada pelo tegumento, forma, tamanho, cor do tegumento, cor do hilo e cor dos cotilédones são variáveis. A forma pode ser globosa, elipsoidal e oval; o tamanho varia de 2 a 30 g por 100 sementes; a coloração do tegumento pode ser amarelo-palha, amarelo-oliváceo, verde-oliva, marrom, preta ou bicolor. O hilo, a micrópila e o hipocótilo são estruturas presentes na semente. A cor dos cotilédones na semente madura é amarela ou verde, sendo a maioria dos cultivares de coloração amarela (BOLDT et al, 2007).

Plantas com pubescência marrom não podem ter hilo com a coloração preta imperfeita ou marrom clara, e plantas com pubescência cinza não podem possuir hilo com coloração preta ou marrom média (Figura 6 do Anexo).

Para obter um sistema de produção eficiente, com manejo adequado e maximização de recursos para a obtenção da produtividade almejada, para que cada cultivar atinja seu máximo potencial genético, torna-se fundamental caracterizar os estádios de desenvolvimento da planta (FARIAS et al., 2009). O sistema de determinação dos estádios de desenvolvimento da soja foi proposto

pelos cientistas Ferh e Caviness (1977), dividindo os estádios em vegetativos (V) e reprodutivos (R).

A fenologia da planta de soja (Figura 7 do Anexo) agrupa os estádios de desenvolvimento da cultura, permitindo relacionar as necessidades específicas no decorrer do ciclo, que são influenciadas pelos fatores edafoclimáticos, tipo de solo, época de semeadura e ciclo da cultura (FARIAS et al., 2009).

A soja é uma planta que apresenta grande diversidade morfológica e genética, devido ao grande número de cultivares desenvolvido pelos programas de melhoramento (Figura 8 do Anexo, para diferentes cores de hilo, por exemplo) (BOLDT et al, 2007).

O número de novos cultivares de soja aumenta a cada safra, e o controle é regido pela Lei de Proteção de Cultivares. Até o final do ano de 2015 haviam sido solicitadas 3.796 proteções para cultivares, com concessão de 2.810 títulos. A soja é a cultura com o maior número de cultivares protegidas no Brasil, e com o maior número de solicitação de pedidos de proteção (MAPA, 2017). De acordo com a Nova Lei de Sementes e Mudas (BRASIL, 2003), a cultivar deve ser registrado e submetido ao teste de distinção, homogeneidade e estabilidade, que consiste na avaliação de uma série de características morfológicas nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, o que deve ocorrer antes da solicitação de proteção (BRASIL, 2002).

As características herdadas geneticamente, morfológicas, fisiológicas, bioquímicas ou moleculares, conhecidas por descritores mínimos, tanto de sementes, plântulas e plantas, são específicas para cada espécie, e são recomendadas pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares, cujos testes adicionais podem ser a eletroforese de proteínas e enzimas (FARIAS et al., 2009).

O emprego destes descritores morfológicos, aproximadamente trinta e sete, é recomendado, porém, apresenta limitações e é insuficiente, pois a morfologia da planta sofre o efeito do ambiente, não é estável, e a maioria destas características são avaliadas na fase adulta das plantas, o que requer tempo e espaço (BOLDT et al., 2007).

A ISTA não possui protocolos padronizados e testados para a indicação de marcadores bioquímicos de proteínas e enzimas, que seriam utilizados para a identificação de cultivares de soja, mas há recomendação de marcadores pela UPOV (ISTA, 1997; UPOV, 1998). Porém, a utilização de marcadores bioquímicos

pode oferecer vantagens, reduzindo-se o tempo dos resultados, e ainda caracterizar simplicidade de operação (FARIAS et al., 2009).

Para a criação de novos genótipos pelos programas de melhoramento genético, a caracterização dos cultivares torna-se primordial no processo de criação de novos genótipos, sendo que os descritores precisam ser bem definidos, garantindo, desta forma, uma semente representativa das características hereditárias próprias de uma nova variedade, fornecendo condições para assegurar a manutenção da pureza varietal ao longo dos processos de produção das diferentes classes de sementes (VIEIRA et al., 2009).

2.2 A IMPORTÂNCIA DA PUREZA VARIETAL E GENÉTICA

A qualidade das sementes é influenciada pelo meio ambiente e envolve a pureza varietal, a resistência a pragas e doenças, a resistência a condições adversas, o potencial de produtividade, dentre outros fatores. As medidas para evitar contaminações genéticas ou varietais se tornam imprescindíveis para o sucesso do produtor no campo, e para auxiliar o trabalho do melhorista, que depende da fidelidade das características selecionadas (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

A contaminação genética é configurada pela troca de grãos de pólen entre diferentes cultivares na fase de produção, e a varietal relaciona a mistura nas etapas de plantio, colheita e beneficiamento das sementes (QUEIRÓZ et al., 1999). Devido ao risco de mistura, o campo para produção de semente de soja não deve ser conduzido em áreas onde a cultura nos anos anteriores foi semeada com outra cultivar para produção de sementes ou grãos. Além disto, o cultivo de soja em uma mesma área aumenta a possibilidade de incidência de pragas e doenças, reduzindo a qualidade e a produtividade almejadas, e a rotação de cultura é o manejo cultural recomendado (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Schuster et al. (2004), ressaltam que sementes devem possuir qualidade, além de certificação de sementes, com pureza varietal assegurada pela fidelidade de observações morfológicas, tais como tamanho, formato, coloração e aspecto do tegumento, cor e formato do hilo, dentre outros. A semente de alta qualidade propicia alta produtividade. Moreira et al. (1999) relatam que o ambiente influencia

algumas variedades de soja quanto à variação na cor do hilo, sem que haja variação genética entre as sementes.

Conforme Sedyama (2013), o desenvolvimento de cultivares com variações na cor do hilo pode ter se iniciado com variações de temperatura na fase de maturação das sementes, estresses hídricos e nutricionais, manejo inadequado, dentre outros. O monitoramento da qualidade durante o processo produtivo exige a identificação e distinção de cultivares em prol de se garantir o valor de um lote de sementes em sua comercialização. Marcadores moleculares de proteínas e DNA possibilitam avaliação da pureza genética de sementes de forma incisiva, pois os alelos não sofrem influência ambiental. Para tanto, os programas de controle de qualidade, através de legislação específica, análise e certificação de sementes, devem assegurar procedimentos e métodos que promovam testes que viabilizem o atestado de qualidade antes da comercialização destes lotes de sementes (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

O controle de qualidade envolve desde a produção no campo até o beneficiamento, que garante a secagem, armazenamento e comercialização. A tomada de decisão para o uso da semente de soja deve ser realizada pelo acompanhamento da taxa de deterioração por umidade da semente ainda no campo, assegurada pelo teste de tetrazólio (FRANÇA NETO et al., 2007). Para se evitar misturas, o isolamento dos campos de produção de sementes pode ser realizado através de espaço, que controla a distância do campo à fonte de contaminação de pólen, e de época de semeadura, cujo isolamento pode ser utilizado de maneira que o florescimento de cada variedade, ou entre o campo e a cultura comercial da espécie, ocorra em épocas diferentes. Barreiras também podem auxiliar, e consistem na distância mínima de isolamento pode ser reduzida, se forem feitas semeaduras de bordaduras, que irão se constituir em barreiras vegetais (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

Como a semente difunde tanto a espécie cultivada quanto o pacote tecnológico, o sistema de certificação promove o processo de renovação de classes de sementes, não possibilitando o uso de sementes de classes inferiores, que podem aumentar a porcentagem de mistura de cultivares, resultado em um produto de qualidade inferior. Desta forma, o sistema de certificação pode assegurar padrões de qualidades e pureza física, genética, fisiológica e fitossanitária, rastreando sua

origem, e atendendo a expectativa dos produtores de sementes (MOREIRA et al., 1999).

O Decreto nº 5.153 regulamenta a Lei 10.711, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM), tanto para a produção de sementes, quanto para sua certificação (BRASIL, 2004).

A semente genética é a classe inicial de todo o processo, sendo a sua produção de responsabilidade do melhorista ou mantenedor. O padrão de mistura varietal deve ser zero nesta classe, e, como o melhorista é o responsável pelos processos de purificação genética, o mesmo deverá ter grande experiência sobre os caracteres morfológicos da soja e, conseqüentemente, sobre as possíveis variações que possam apresentar no decorrer do tempo e em função das variações ambientais, incluindo a interação meio ambiente, genótipo e fenótipo (MOREIRA et al., 1999).

Sementes básicas são resultantes da multiplicação de sementes genéticas ou básicas, e são responsabilidade da entidade de pesquisa credenciada. A semente certificada é a semente básica, registrada/comercial ou ela mesma multiplicada, e por no máximo três gerações, destinada à produção de grãos (MOREIRA et al., 1999).

Conforme Peske et al. (2012), o cálculo da quantidade de sementes de soja requerida em cada classe de sementes, em um cultivo de 500.000 ha na proporção de aquisição por agricultores de 60% de sementes certificadas para a produção de grãos, será de 300.000 ha. Caso a densidade de semeadura seja de 60 kg ha⁻¹ com uma produção média de 1,2 t ha⁻¹ de sementes limpas, secas e aprovadas, 37,5 ha serão utilizadas para a produção de semente básica com pureza varietal, pois a área é pequena, e as sementes deverão possuir alta qualidade.

A mistura de cultivares ocasiona perdas na colheita devido a desuniformidade de maturação das plantas na colheita; e perdas na indústria, pela obtenção de plantas fora de padrão, devido à presença de grãos verdes, úmidos e ardidos (SCHUSTER et al., 2004).

2.2.1 Teste de Peroxidase

O teste de peroxidase é um teste rápido, que por só não identifica os cultivares, porém caracteriza alguns através da atividade da enzima peroxidase, que está presente na maioria dos tecidos vivos, regula o nível do ácido indol-acético e a permeabilidade das membranas, além de influenciar o mecanismo de resistência às doenças, a formação da parede celular e a dormência de sementes (BRASIL, 2009).

A atividade desta enzima, que utiliza o peróxido de hidrogênio para oxidar um grande número de doadores de hidrogênio, é controlada por um gene dominante, cuja alta atividade resulta da presença de pelo menos um alelo dominante, e cuja baixa atividade resulta da presença de alelo recessivo. Como esta atividade varia entre as cultivares de soja, a peroxidase se caracteriza como um teste complementar de identificação varietal (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

O tegumento da semente é retirado e disposto em um tubo de ensaio com 10 gotas de uma solução 0,5% de guaicol; adiciona-se uma gota de água oxigenada a 40 volumes e avalia-se a formação ou não de coloração no tubo, após 2 a 3 minutos. As cultivares com alta atividade da peroxidase no tegumento obtêm uma cor marrom avermelhada, designada como reação positiva (+), e as de baixa atividade não alteram sua coloração, caracterizando a reação negativa (-) (Figura 9 do Anexo) (BRASIL, 2009).

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO

As áreas de maior produção de soja no país estão localizadas em regiões que apresentam temperatura e umidade elevadas, que são condições que afetam negativamente a qualidade das sementes, causando prejuízos aos produtores pelo alto índice de descarte de lotes que se encontram abaixo do padrão de germinação e vigor exigidos. Variedades melhoradas em alto potencial fisiológico, principalmente nos casos de colheita, armazenamento, ou mesmo estresses de campo, são importantes por evitarem este descarte devido à deterioração de sementes (ALMEIDA; KIIHL, 1998). Genótipos de soja que possuem tolerância ao alumínio e ao manganês tóxico de solos ácidos, como os do Cerrado, também estão contidos nas fontes de germoplasma (ALMEIDA et al., 1999).

Cultivares de ciclo vegetativo não precoce podem se estabelecer em outros locais e épocas de semeadura. Os programas de melhoramento genético desenvolveram cultivares adaptáveis em regiões do Nordeste, Norte e Centro-Oeste, sendo que, atualmente, cerca de metade da produção brasileira está sendo colhida em regiões com latitudes menores de 20° (ALMEIDA; KIIHL, 1998). A variabilidade genética de germoplasmas provenientes de populações segregantes é promovida por hibridações, que possibilitam novas cultivares mais produtivas, estabilidade de produção, adaptabilidade às diversas regiões e aos fatores edafo-climáticos, controle do porte da planta e do crescimento e florescimento, resistência às pragas e doenças, sem custos adicionais aos produtores (ALMEIDA et al., 1999).

O melhoramento genético também possibilita a redução do teor do ácido graxo linolênico, classificado como gordura nociva trans, e o aumento do teor dos ácidos graxos olêico, palmítico e esteárico, melhorando a qualidade e a estabilidade química do óleo de soja refinado. Tocoferóis e fitoesteróis inibem a degradação dos lipídios, são antioxidantes naturais e estabilizantes presentes nos óleos vegetais, além de serem precursores de vitaminas. Programas de melhoramento genético de sementes de soja também têm viabilizado o aumento do teor destas substâncias (HIROMOTO; VELLO, 1986).

Tecnologias de processamento têm melhorado o sabor e outras características dos produtos derivados de soja destinados à alimentação, e programas de melhoramento têm possibilitado a produção de soja orgânica, que necessita de cultivares geneticamente modificadas (MORCELI JÚNIOR, 2009). Genes em equilíbrio dificultam ganho em produtividade, sendo que essa expressão é dependente dos fatores genéticos, ambientais, e da interação entre ambos, e a produtividade apresenta baixa herdabilidade, por ser de caráter quantitativo. Genótipos superiores são determinados após várias conduções, durante vários anos (Figura 10 do anexo) (ALMEIDA; KIIHL, 1998).

Genótipos procedentes da China e de outros países onde houve a diversificação da espécie, são mantidos em bancos de germoplasma (ALMEIDA et al., 1997 apud ALMEIDA et al., 1999). Genótipos de progenitores que não sofreram nenhum melhoramento necessitam que, no mínimo, 75% dos genes nas populações sejam oriundos de genótipos adaptados, e, assim, retrocruzamentos ou cruzamentos

triplos envolvendo outra cultivar ou linhagem adaptada se fazem necessários (VELLO et al., 1984 apud ALMEIDA et al., 1999)

Através de hibridação artificial, são obtidas as populações segregantes, que, após várias gerações, se tornam uniformes, com alto grau de homozigose genética. As progênes ou linhagens são selecionadas a partir de avaliações de produtividade e estabilidade da produção em ensaios repetidos em locais e anos diferentes. A hibridação consiste em cruzamentos de parentais para o desenvolvimento de populações com variabilidade genética, para posterior avaliação e seleção de características desejáveis pelo melhorista (BORÉM; MIRANDA, 2005).

Reunir em uma progênie os alelos desejáveis que se encontram em linhagens distintas, é o objetivo da hibridação, e a escolha dos genitores e do método da população segregante são passos para a obtenção da população segregante (FEHR, 1993). A planta de soja é considerada autógama, com a polinização antes da fabricação de pólen, que caracteriza a cleistogamia (SEDIYAMA, 2013). Segundo Borém et al. (1999), a hibridação é manual para a cultura da soja e exige habilidade no manuseio, evitando-se uso de botões florais imaturos, danos e polinização inadequada. Uma pinça emascula a flor feminina que será polinizada e auxilia na deposição do pólen no estigma desta flor.

Segundo Sedyama (2013), há vários métodos de populações segregantes utilizados, ou modificações e recombinações destes no avanço de gerações: Pedigree, Bulk, SSD ou Retrocruzamento Simples, todos descritos a seguir:

2.3.1 Método Genealógico ou Pedigree

O controle genealógico das progênes dentro de famílias em cada avanço de geração torna este método trabalhoso, pois a seleção de plantas ocorre a partir da geração F₂, nas melhores progênes F₃ e nas melhores progênes das famílias selecionadas a partir da geração F₄. Quando a homozigose é obtida a partir das características agrônômicas desejadas, que geralmente ocorre a partir da geração F₅, as linhagens são definidas.

Plantas da geração F₂ são selecionadas e cada planta gera sementes que são semeadas em fileira de 2 a 4 m de comprimento, constituindo-se uma progênie de plantas de geração F₃. O melhorista seleciona de duas a quatro plantas dentro

das melhores linhas, e as sementes dessas plantas são semeadas em fileiras adjacentes, determinando-se uma família de quatro progênies de geração F4. As seleções são repetidas a partir da geração F4. Assim que a uniformidade é atingida, consagrando-se uma linha pura, cada progênie selecionada gerará uma linhagem para avaliação das características agrônômicas de forma visível, como resistência ao acamamento, altura de planta e de inserção das vagens, ciclo da planta, dentre outras.

2.3.2 Método Populacional ou Bulk

O método Bulk consiste na produção de um nível desejado de homozigose por meio de semeadura e colheita a partir do avanço sucessivo de gerações segregantes. As plantas da geração F2 de uma população são colhidas em conjunto, resultando em um único lote de sementes de geração F3, sendo que apenas uma amostra deste lote é semeada, repetindo-se o processo por várias gerações, até a geração F6, através da qual se escolhe as progênies para testes.

Uma das desvantagens é que a seleção natural elimina apenas parcialmente os tipos inferiores de características, e a eliminação manual ou *roguing* torna-se prática complementar.

2.3.3 Método Genealógico Modificado (SSD – Single Seed Descent)

Brim, em 1966, propôs o Método Genealógico Modificado ou SSD, que prioriza o avanço de cada planta da geração F2 a partir de uma única semente para as próximas gerações, até um nível de homozigose desejado. As sementes das plantas individuais da geração F5 ou F6 serão semeadas em fileiras separadas, para que as progênies ou linhagens sejam posteriormente avaliadas.

Se torna possível o avanço de duas a três gerações por ano quando se colhe sementes apenas das plantas com características superiores, sendo que não ocorre influência do ambiente, e possibilita o cultivo em menores espaços, como em casas de vegetação, sem muito esforço na colheita.

2.3.4 Método Retrocruzamento Simples

Através deste método do retrocruzamento obtém-se o desenvolvimento de populações de parentais adaptados, para incorporação de característica de herança simples. Este método é utilizado com o objetivo de transferência de uma característica específica para uma cultivar muito requisitada, porém que possui certa limitação. O genitor doador, que contribui com o gene em questão, participa apenas do cruzamento inicial, e o genitor recorrente é utilizado em cruzamentos sucessivos com a sua descendência até atingir sua constituição genotípica.

O primeiro retrocruzamento é configurado com o recruzamento das plantas da geração F1 com o genótipo que se quer melhorar, sendo que o processo é contínuo, retrocruzando a planta das gerações F1 com o genitor recorrente, até a recuperação do gene desejado. A recuperação dos genes é da ordem de 50% em cada geração de retrocruzamento com o parental recorrente, e a cultivar obtida apenas difere da original pela característica incorporada ao final de seis ou mais ciclos de retrocruzamento (PRIOLLI et al., 2004). A transferência de genes de características de controle genético recessivos só pode ser identificada na geração F2, se tornando mais trabalhosa.

2.3.5 Teste de progênies

O teste de progênies para a seleção de plantas é geralmente realizada a partir da geração F5, em plantas que já possuem certo grau homozigose, considerando-se as características agronômicas desejáveis, em diversos locais e anos agrícolas (NASS et al., 2001). Cultivares elites de diferentes grupos de maturação são intercaladas entre as progênies dos cruzamentos para server de comparação no processo de seleção, pois a avaliação é visual. As progênies são plantadas em fileiras simples de 2 a 4m de comprimento, em espaçamentos de 40 a 50 cm (HOISINGTON et al., 1999). Durante as avaliações regionais as linhagens são classificadas e separadas em grupos de maturação, de acordo com uma ordem de tempo, nas etapas de avaliação preliminar, regional intermediária e regional final (QUEIROZ et al., 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos anos de 2014 a 2016, visando à descrição do processo de obtenção de sementes genéticas de soja, demonstrado por fotos e embasamento teórico, proveniente da produção de sementes classe genética em campos conduzidos no país por uma empresa multinacional do segmento. As variações foram observadas no ciclo de floração da cultura, quanto à altura da planta, ciclo, formato de folha e coloração da pubescência, dentre outros.

O início do processo é realizado pelo melhorista, que seleciona as cultivares e as purifica, a partir de algumas etapas, que serão discutidas neste trabalho.

A espécie possui alto interesse econômico e sofre influência das condições ambientais durante a fase reprodutiva, o que dificulta a avaliação dos 38 descritores morfológicos em laboratório. Como as avaliações a campo são essenciais para se evitar descartes desnecessários da linhagem, serão abordados tópicos sobre a avaliação da pureza varietal. A partir de uma única semente genética é possível plantar, aproximadamente, mil hectares, por meio do processo de multiplicação, de forma a garantir a identidade genética e a pureza varietal da semente.

A importância dos processos de purificação e de manutenção da pureza genética também será abordada, bem como a retirada de plantas indesejáveis como essencial passo para progressão da etapa de descontaminação em prol de se assegurar a qualidade das sementes genéticas de soja.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o crescimento do agronegócio, a demanda pelo desenvolvimento de variedades produtivas de soja promoveu o investimento em pesquisas e tecnologias, em prol de se adquirir sementes de qualidade, cujos caracteres genéticos estão diretamente ligados na obtenção de altos índices de produtividade. Porém, a manutenção de sementes puras exige rigor nas etapas de melhoramento, multiplicação e produção final das sementes (CARVALHO, 2001).

A certificação de sementes engloba quatro classes de semente: Genética, Básica, Registrada e Certificada. A semente genética é de responsabilidade do melhorista, e a semente básica é a que o multiplicador terá acesso para produzir as demais, certificadas e/ou registradas (BORÉM; MIRANDA, 2005). A certificada 1 é oriunda da básica ou genética e a certificada 2 é oriunda da certificada 1 (PESKE et al., 2012).

4.1 Purificação de Semente Genética de Soja

A produção de sementes classe genética é realizada pelo melhorista através de um trabalho de seleção, que será estabilizador, e eliminará os extremos do processo de distribuição normal da população em multiplicação. Assim, as etapas de purificação genética podem ser realizadas de várias maneiras (Figura 1).



Figura 1 - Processo de avaliações para purificação genética de plantas de soja no verão. Fonte: Própria.

Porém, as mais utilizadas pelas empresas de melhoramento são, conforme Sedyama (2013):

- **Parcela para seleção individual de plantas**

São semeadas em uma parcela oito linhas de dez metros de comprimento por linhagem, sendo que a prática do “rouging” eliminará plantas com características fenotípicas diferentes da linhagem em questão, nas fases de pré-florescimento, florescimento e colheita, com observações visuais de formato e coloração de folha, pubescência, vagem e duração do ciclo. Posteriormente, em laboratório, serão analisadas as características quanto a coloração de tegumento, hilo e teste de peroxidase, se eliminando as plantas com diferenças em relação à cultivar. Ao final, selecionam-se 300 a 400 plantas com características uniformes e semelhantes fenotipicamente, que avançam para a próxima etapa, com 200 a 300 linhas, dependendo da capacidade do programa de purificação e da importância da linhagem, em termos econômicos. Poderão ser utilizadas para a semeadura da parcela, para a seleção individual de plantas, sementes das mesmas linhagens, que serão utilizadas para a implantação do ensaio regional de primeiro ano. Após a colheita e armazenamento de 300 a 400 plantas selecionadas de cada linhagem,

somente as que se destacaram neste ensaio de primeiro ano serão trilhadas separadamente e avançadas ao primeiro teste de progênie.

- **Linhas de progênies**

São provenientes de sementes colhidas individualmente que podem ser cultivadas em uma linha de três a cinco metros de comprimento, e são cultivadas, geralmente, de 200 a 300 linhas por linhagem, com as mesmas avaliações visuais da etapa anterior e posterior teste de progênie ou *bulk* das linhagens escolhidas. Qualquer desuniformidade da fileira implicará em seu descarte e as sementes de todas as linhas de progênies uniformes são colhidas em *bulk* e estocadas.

- **Blocos de progênies**

Cada bloco é originado de uma linha de progênie pura e uniforme, formado por 4 linhas de 40 metros de comprimento ou 8 linhas de 20 m por linha colhida e trilhada individualmente, sendo que os testes visuais e *roguing* são realizados por blocos. Após o final do *roguing* é realizada uma relação do número de plantas atípicas em 10.000 plantas, cujo índice acima de 1 para 10.000 devem ser eliminados. A colheita é realizada em bulk, que constituirão as sementes genéticas ou pré-básicas. Cada bloco poderá produzir de 15 a 25 kg de sementes genética, considerando-se espaçamento 0,5 m e produtividade média de grãos de 3.000 kg ha⁻¹.

- **Seleção massal**

A seleção massal é um método simples que remove plantas atípicas em sucessivas gerações de aumento da quantidade de sementes até atingir a identidade e pureza genética para todas as características que descrevem o potencial da nova cultivar.

Assim, a primeira etapa de seleção é realizada por blocos de seleção individuais, em 8 linhas de 12 m, selecionando-se 50 plantas de acordo com o padrão agrônomo da linhagem ou cultivar exigido pelo MAPA, em duas linhas de

6,5 m, cujas sementes são comparadas entre si em laboratório. Após a primeira etapa, se segrega apenas as sementes aceitas na avaliação dos critérios de coloração de hilo, cor e brilho do tegumento e reação de peroxidase. A segunda etapa caracteriza-se pelo avanço das plantas puras a partir do bloco de seleção individual de plantas. Todas as sementes são semeadas em 50 linhas espaçadas de 0,5 cm para a fase de produção de semente genética. As linhas restantes gerarão 2000 sementes em média, que serão comparadas com sementes de uma linha considerada como referência. A terceira etapa consistirá em linhas de um bloco de 4 linhas de 30 m, espaçadas de 0,5 cm. Um monitoramento estará presente em todas as fases, e o descarte englobará todas as linhas onde ocorreram variações na floração, quanto a altura da planta, ciclo, formato de folha e coloração da pubescência (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

Portanto, os passos para a produção de sementes classe Genética estão dispostos nas Figuras 11 e Figura 12,13 e 14 do anexo.

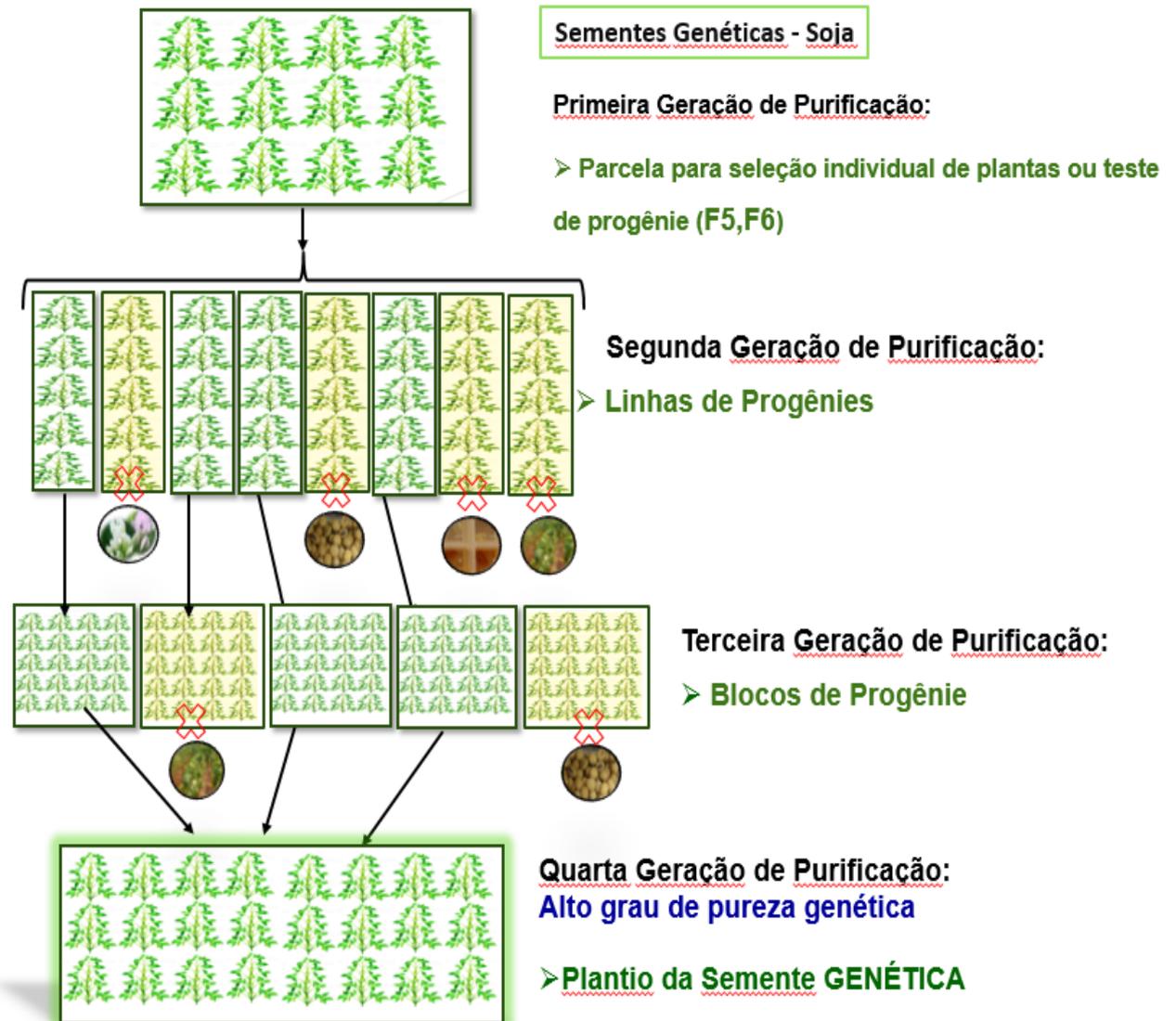


Figura 2 – Passos para a obtenção de sementes genética. Fonte: Própria.

As causas que podem afetar a base genética de cultivares são: misturas mecânicas; cruzamentos naturais; mutações; mudanças na frequência gênica, causadas por amostragens, oscilação genética, por seleção natural, pela seleção do melhorista; perda de heterozigose. Uma cultivar deteriorada, por exemplo, pode deixar de ser devido ao melhoramento genético. Já a manutenção de cultivares visa à conservação da variedade sem possibilidades de mudanças genéticas, e seu armazenamento deve ser realizado em condições que minimizem a perda da viabilidade da semente (FRANÇA NETO et al., 2007).

A soja é uma das espécies cultivadas de maior interesse econômico mundial, e é influenciada acentuadamente pelas condições ambientais durante o ciclo

reprodutivo. Esse fato dificulta a avaliação dos descritores morfológicos a campo e em laboratório, e a experiência profissional será o diferencial para se evitar descartes desnecessários de linhagens quando da análise a campo (Figuras 15, 16, 17 e 18).

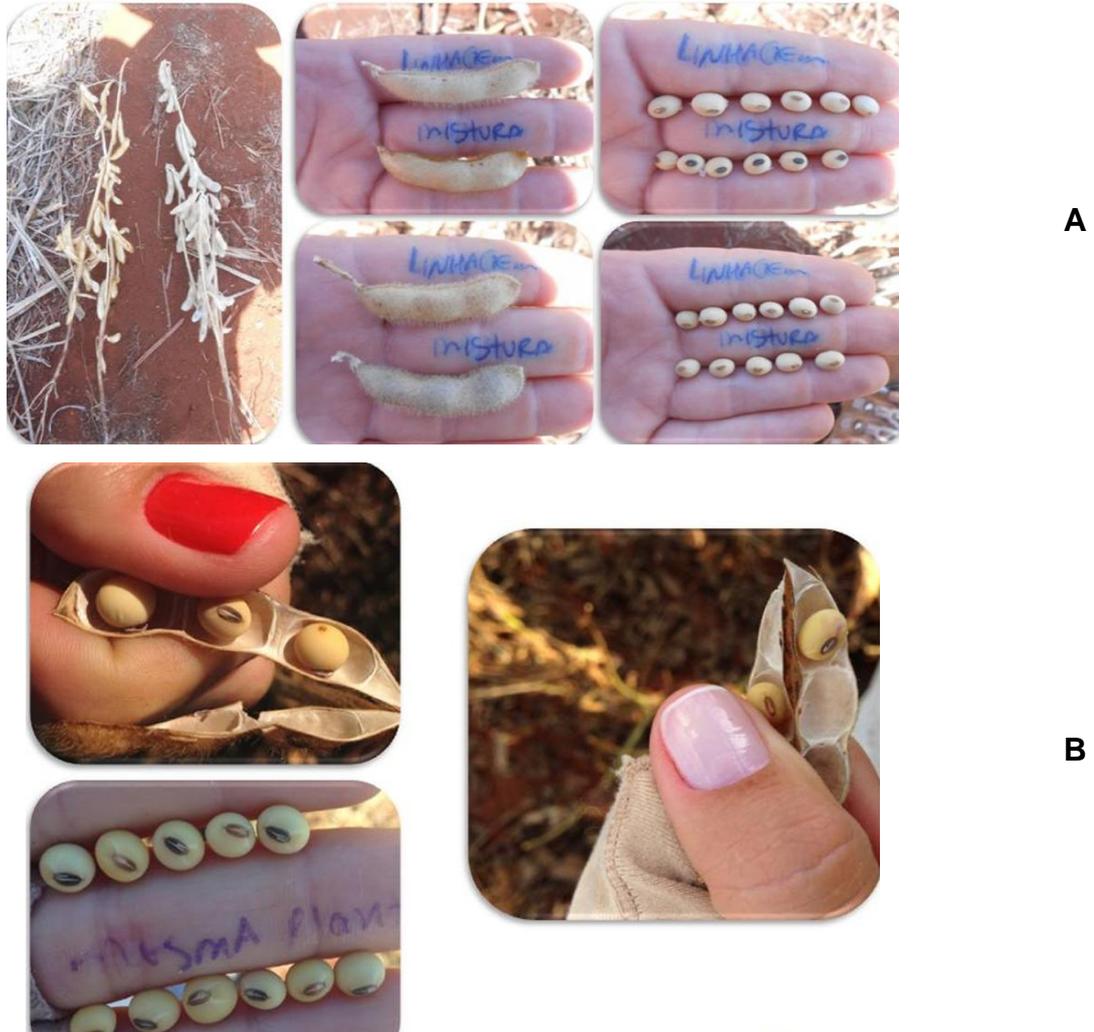


Figura 3 – A: Plantas com características diferentes (vagem e cor do hilo) da cultivar que se originou (off-types); B: variação da cor do hilo ocasionada por alta temperatura ou baixa precipitação. Fonte: Própria.

**A****B****C**

Figura 4 - Variações da cor de hilo das sementes produzidas na mesma planta A: de preto para preto descolorido a marrom médio; B: de preto para marrom médio; C: de preto imperfeito para marrom clara. Fonte: Própria.

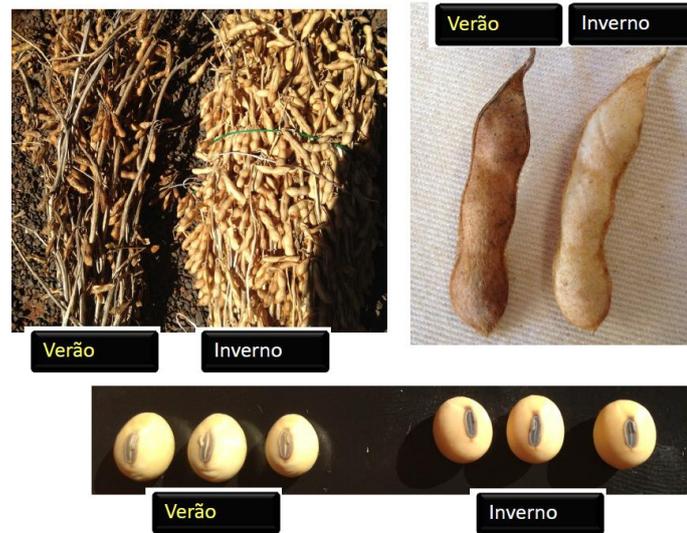


Figura 5 - Variação da coloração da vagem com a pubescência marrom média da mesma linhagem, verão e inverno. Fonte: Própria.



Figura 6 - Variações da cor de hilo das sementes produzidas no terço superior e inferior da mesma planta. Fonte: Própria.

Sementes de alta qualidade permitem processos otimizados de purificação. A produção planta por linha possibilita a purificação da variedade, a partir da seleção de plantas e semeadura de cada unidade em uma linha. Apenas as linhas que estejam de acordo com as características da variedade são colhidas (PESKE et al., 2012).

Os tipos de seleção podem modificar as frequências gênicas, o que dependerá do número de seleções, avaliações e descartes. Quando se reduz a população de plantas e a variabilidade genética, aumenta-se a endogamia. Os ganhos genéticos podem não ocorrer por erros, tais como misturas, não reconhecimento de genótipos superiores, perda da adaptabilidade, redução da heterozigose, perda da variabilidade e de ganhos genéticos a partir do uso de linhas puras, dificuldades de estima de ganhos genéticos a partir da seleção para manutenção, dentre outros fatores (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

A produção de semente genética é primordial para o lançamento de novas cultivares. Se uma linhagem se destaca nos ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso), mas não possui semente suficiente para produção de semente básica, torna-se inviável o lançamento da mesma no mercado devido a presença de linhagens superiores nas etapas subsequentes do processo de purificação genética e, estes problemas, dificultam ou inviabilizam o lançamento de novas cultivares no mercado. Desta forma, os programas de melhoramento devem estar alinhados às áreas responsáveis pela purificação (SEDIYAMA, 2013).

Alguns anos antes do lançamento de uma cultivar, ou a partir dos ensaios preliminares do segundo ano, devem ser iniciadas as etapas de purificação genética, que é o momento que linhagens são descartadas caso não apresentem a produtividade de grãos almejada ou resistência às principais doenças que acometem a cultura. Além disto, torna-se necessária uma área uniforme, livre de doenças e pragas, e representativa da região de adaptação da cultivar (KRZYZANOWSKI; TOLEDO, 2009).

4.2 Influência da Produção na Purificação de Semente Genética de Soja

A produção de uma nova cultivar envolve o desenvolvimento de cultivares através de programas de melhoramento genético; a multiplicação controlada das sementes das diversas categorias genética, básica, registrada e certificada; e a

manutenção das cultivares. Cultivares de soja resultantes de vários ciclos de autofecundação e seleção não são linhagens totalmente puras, mesmo sendo autógamias (VIEIRA, 1970 apud SEDIYAMA, 2013).

A frequência gênica de uma variedade originalmente distribuída, é considerada a base genética da cultivar. Os genótipos das plantas selecionadas formam a nova base genética de uma nova população de plantas. O melhorista, ao fazer a seleção, amostra o novo *pool* gênico e as plantas selecionadas para a próxima geração, formam a nova base genética para subsequente aumento da cultivar (CARVALHO, 2001).

A frequência gênica nas populações selecionadas poderá variar de acordo com o tipo de seleção, ou seja, da seleção massal à seleção pedigree. Se uma cultivar é uma linha pura, o número de plantas selecionadas não altera a frequência gênica e, neste caso, o propósito da manutenção é apenas retirar as misturas, eliminar mutantes e híbridos naturais, não sendo a mudança com a frequência gênica um problema decorrente das seleções (SEDIYAMA, 2013).

A partir de uma única semente genética é possível plantar, aproximadamente, mil hectares, por meio do processo de multiplicação, de forma a garantir a identidade genética e a pureza varietal da semente. Cada semente básica pode gerar outras 400 sementes. Isso originaria 160 mil novas sementes Certificadas 1 (C1), que originariam 64 milhões de sementes Certificadas 2 (C2) (Tabela 1) (CARVALHO, 2001).

Tabela 1 - Produção de sementes, em sacas e quilogramas, em função de diferentes classes de sementes

Classe de semente	Produção de sementes	
	Sacas de 40 kg	Kg (necessário para a semeadura da classe seguinte)
C2	62,5	2.500
C1	1,5652	62,5
Básica	0,0391	1,565
Genética	0,00098	0,039

Fonte: Adaptado de Sedyama (2013).

A manutenção envolve os procedimentos para renovação das sementes genéticas para evitar a degeneração da cultivar, e envolve as operações de aumento das sementes e conservação da pureza varietal, tais como: isolamentos dos campos de sementes; *roguing* ou retirada de plantas atípicas da cultivar em multiplicação na

pré-floração, floração e pré-colheita; cuidados para se evitar a mistura mecânica de sementes, a partir de limpezas rigorosas das semeadoras, colhedoras e máquinas da linha de beneficiamento, elevadores e caçambas; embalar, transportar e armazenar com atenção; dentre outros. As legislações específicas, análise e certificação de sementes visam garantir a pureza genética das sementes (SEDIYAMA, 2013).

Seleção massal negativa pode ser usada para a purificação das cultivares, eliminando-se as plantas indesejáveis e atípicas dos campos de multiplicação, e colhidas as plantas remanescentes (BORÉM; MIRANDA, 2005).

4.3 Descontaminação ou depuração das sementes de soja

A descontaminação permite a retirada de plantas indesejáveis que possam polinizar a soja ou que produzam contaminação mecânica na colheita, visando à limpeza em prol de se evitar perda de sementes por problemas de qualidade em um campo de produção, o que causa consequências graves, como perda de qualidade das sementes, e presença de sementes nocivas proibidas ou toleradas. A limpeza é operacional, através da retirada manual de plantas, nas fases de pós-emergência, pela retirada de plântulas voluntárias provenientes do cultivo anterior; de floração, identificando-se diferenças morfológicas de ciclo, colorações da flor e folhas, presença de pubescência, por exemplo; de pós-floração, a partir da observação de semente e vagens; e de pré-colheita, que configura o período mais solícito à descontaminação, pois plantas indesejáveis e misturas varietais podem ser identificadas facilmente (PESKE et al., 2012).

4.4 Avaliação da Pureza Genética

Amostras de lotes recém-colhidas devem ser semeadas em parcelas e as plantas germinadas devem ser avaliadas de forma criteriosa durante o processo de desenvolvimento, com relação ao ciclo e fotoperíodo (SEDIYAMA, 2013).

As avaliações para caracterização e identificação de cultivares podem ser realizadas por meio de marcadores moleculares (DNA; RFLP ou Polimorfismo no comprimento de fragmentos de restrição; SSR ou microssatélites); por eletroforese

ou isoenzimas; ou por bioensaios (técnica de ELISA (*Enzyme Linkage Immunosorbent Assay*; imersão em solução do herbicida; técnica do PCR (*Polimerase Chain Reaction*); uso de *kits* específicos que determinam a presença ou ausência da proteína CP4-EPSPS em sementes de soja; dentre outros (KRZYZANOWSKY; TOLEDO, 2009).

O conhecimento da variabilidade devido à diferença genética ou ambiental em programas de melhoramento promove dados sobre o potencial da população para a seleção. Morceli Júnior (2009) selecionou genótipos de soja com atributos agronômicos desejáveis, estimando os coeficientes de herdabilidade nos sentidos amplo e restrito, com posterior obtenção dos valores para os ganhos de seleção esperados. Os genótipos de soja foram selecionados através da estimativa de parâmetros genéticos como herdabilidade, ganhos com a seleção e análise de trilha em cinco cruzamentos biparentais de soja. As populações F6 de soja foram avaliadas na safra 2006/2007 sendo o ensaio conduzido no esquema de famílias com testemunhas intercalares. A população Liderança X BRS 137 apresentou maiores valores de herdabilidade e se apresentou como a mais promissora em relação ao caráter produtividade de grãos. Concluiu-se que a seleção entre famílias é mais promissora comparando-se com a seleção dentro de famílias. Em relação as estimativas de ganho genético foram observados maiores resultados na seleção entre e dentro de famílias em comparação com a seleção massal. A decomposição das correlações fenotípicas por meio da análise de trilha evidenciou que houve diferenças entre as populações para a escolha de características a serem utilizadas na seleção indireta, e em geral, as que tiveram maior potencial foram número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de nós e valor agronômico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a utilização de sementes de qualidade se torna primordial, sendo que os potenciais produtivos almejados pelos produtores somente serão alcançados caso a semente demonstre seu potencial genético característico. As sementes certificadas poderão proporcionar uma segurança ao produtor, quanto a qualidade genética, física, fisiológica e fitossanitária. Os processos de purificação e manutenção da pureza genética são primordiais para que os produtores adquiram as sementes de acordo com as características de homogeneidade e estabilidade desejadas através de gerações sucessivas, a partir de avaliações fenotípicas e genotípicas, a partir dos descritores morfológicos.

A soja é uma das espécies cultivadas de grande interesse econômico globalmente, que é influenciada acentuadamente pelas condições ambientais durante o ciclo reprodutivo, o que dificulta a avaliação dos descritores morfológicos a campo e em laboratório. Desta maneira, a experiência profissional será primordial durante todas as fases de purificação. A interação do time de purificação com os melhoristas é de essencial importância na obtenção de uma variedade com alta qualidade genética, e com sua pureza varietal assegurada, bem como, com todos os descritores em conformidade com o objetivo do processo.

A legislação internacional não possui protocolos padronizados e testados no uso de marcadores moleculares que seriam utilizados para a identificação de cultivares de soja, porém, são recursos que podem garantir a qualidade e a genética da semente, segregando a influência das condições edafoclimáticas, incluídos os testes de DHE.

6. REFERÊNCIAS

- ABRASEM – Associação Brasileira de Sementes e Mudas. **Novas técnicas de melhoramento**, 2014. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Anu%C3%A1rio-Abrasem-2014.pdf>>. Acesso em 13 nov. 2016.
- ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Melhoramento da soja no Brasil: desafios e perspectivas. In: **Soja: tecnologia da Produção**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1998.
- ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MIRANDA, M. A. C.; CAMPELO, G. J. A. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**: melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. Petrolina: EMBRAPA, 1999.
- BOLDT, A. S.; SEDIYAMA, T.; NOGUEIRA, A. P. O.; MATSUO, E.; TEIXEIRA, R. C.; Influência do tamanho de semente na caracterização de descritores adicionais de soja. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, Campo Grande. Anais. Londrina: Embrapa Soja, 2007. v.1, p.120-122.
- BORÉM, A.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Hibridação em soja. In: BORÉM, A. **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Serviço Nacional de **Proteção de Cultivares**. Catálogo de cultivares protegidas de soja (*Glycine max.* (L.) Merrill). Brasília, 2002. 133p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **RAS**, 2009: Regras para Análise de Sementes, disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf>. Acesso em 10 out. 2016.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Decreto nº 5.153 de 23 de Julho de 2004, **aprova o regulamento da Lei nº 10.711 de 5 de Agosto de 2003**, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM) e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5153.htm>. Acesso em: 13 nov. 2016.
- CARVALHO, L. P. **Manutenção e Multiplicação de Cultivares e Sementes Genéticas de Algodoeiro**. Campina Grande: EMBRAPA, 2001.
- CARVALHO, E. R.; MAVAIEIE, D. P. R.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. V.; VIEIRA, R. A. Alterações isoenzimáticas em sementes de cultivares de soja em diferentes condições de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.12, p.967-976, dez. 2014.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de produtividade de grãos**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 set 2016.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Dados econômicos da soja**. 2016. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja>>. Acesso em 18 set 2016.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, p.261-277. 2009

FEHR, W. R. **Principles of Cultivar Development**. 3^a ed. v.1 Ames: Macmillian Publishing Company, 1993.

FERH, W. R.; CAVINESS, C. F. **Palco de descrições de desenvolvimento para a soja**. Colheita Sci. 11,929-931. 1977.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análises genéticas**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-CENARGEN, 1998. 220p.

FRANÇA NETO; J. B.; KRZYZANOWSKI, C.; PÁDUA, G. P.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Série Sementes. Circular Técnica 40. Londrina: EMBRAPA, 2007.

HIROMOTO, D. M.; VELLO, N. A. The genetic base of Brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. **Revista Brasileira de Genética**, v. 9, p. 295-306, 1986.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. (ed). **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná**: safra 2000/2001. Londrina: EMBRAPA Soja, 2000.

HOISINGTON, D.; KHAIRALLAH, M.; REEVES, T.; RIBAUT, J. M.; SKOVMAND, B.; TABA, S.; WARBURTON, M. Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity? **Proc. Natl. Acad. Sci.**, vol. 96, p.5937-5943, 1999.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Species and variety testing. In: **International rules for seed testing**. Bassersdorf: ISTA, 2007. p. 1-32.

INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS - UPOV. **Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homegeneidad y la estabilidad (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Ginebra, 1998, 12p.

KRZYZANOWSKI, C.; FRANÇA NETO; J. B.; HENNING, A. A.; COSTA, N. P. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Série Sementes. Circular Técnica 55. Londrina: EMBRAPA, 2008.

KRZYZANOWSKI, F. C.; TOLEDO, J. F. F. **Semente Genética de Soja**: origem e procedimentos técnicos de produção. Série Sementes. Circular Técnica 66. Londrina: EMBRAPA, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Cultivares protegidas**. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protacao-de-cultivar/cultivares-protegidas>>. Acesso em 27 mar 2017.

MORCELI JÚNIOR, A. A. **Análise genéticas de populações de soja com parentais resistentes ao nematoide do cisto raça 3**. Dissertação de mestrado. Jaboticabal: ESALQ - USP, 2009.

MOREIRA, C. T.; SOUZA, P. I. M.; FARIAS NETO, A. L.; ALMEIDA, L. A. **Ocorrência de variações na coloração do hilo de sementes de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. (Comunicado Técnico, 5).

MÜLLER, L. Taxionomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Eds.). **A Soja no Brasil**, p.65-104. 1981.

NASS, L. L., VALOIS, A. C. C., MELO, I. S., VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis, MT: Fundação de apoio à pesquisa do Mato Grosso – Fundação MT, 2001.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3.ed. Pelotas: Editora Universitária/UFPel, 573p, 2012.

PRIOLLI, R. H. G.; MENDES-JÚNIOR, C. T.; SOUSA, S. M. B.; SOUSA, N. E. A.; CONTEL, E. P. B. Diversidade genética da soja entre períodos e entre programas de melhoramento no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.10, p.967-975, 2004.

QUEIRÓZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecenaz, 2013.

SCHUSTER, I.; QUEIROZ, V. T.; TEIXEIRA, A. I.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Determinação da pureza varietal de sementes de soja com o auxílio de marcadores moleculares microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.247-253, mar. 2004.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. 2016. In: **X Encontro de Economia Catarinense**. 12 e 13 de maio de 2016 – Blumenau/SC – FURB.

VENCATO, A. Z. **Anuário Brasileiro da Soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed.Gazeta Santa Cruz, p. 144, 2010.

VIEIRA, E. S. N. et al. Variabilidade genética em cultivares de soja determinada com marcadores microssatélites em gel de agarose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1460-1466, nov. 2009.

7. ANEXO

7.1 Forma do folíolo lateral da planta de soja

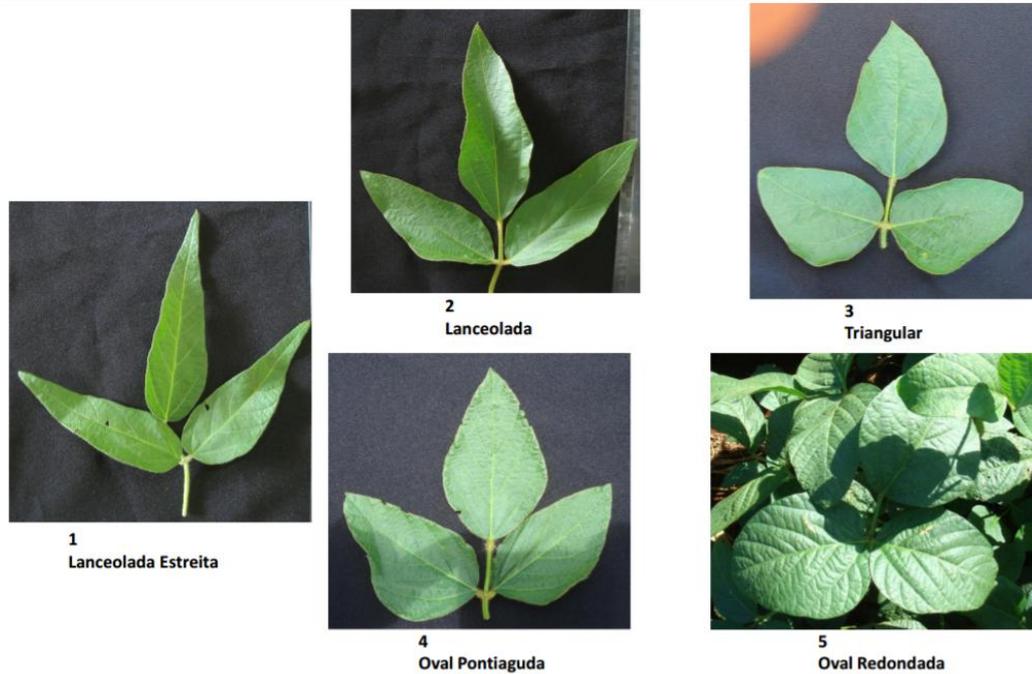


Figura 7 - Forma do Folíolo lateral. Fonte: Rodrigo Marchiori.

7.2 Cores das flores da planta de soja



Figura 8 - Cores das flores da planta de soja, sendo que todas as observações sobre flores devem ser realizadas no estágio de pleno florescimento R2. Fonte: Própria.

7.3 Pigmentação antocianínica do hipocótilo da planta de soja

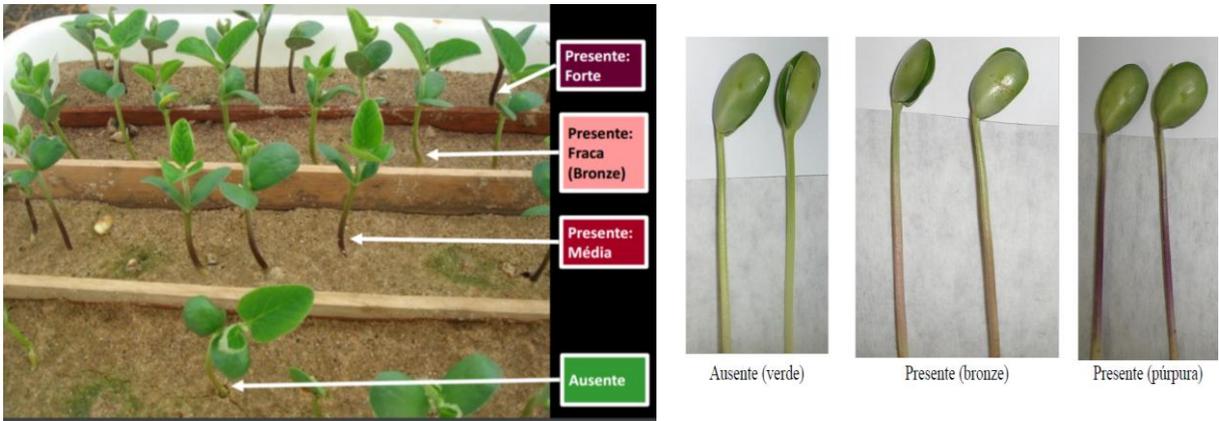


Figura 9 - Pigmentação antocianínica do hipocótilo. Fonte: Rodrigo Marchiori.

7.4 Coloração da pubescência em vagem de planta de soja

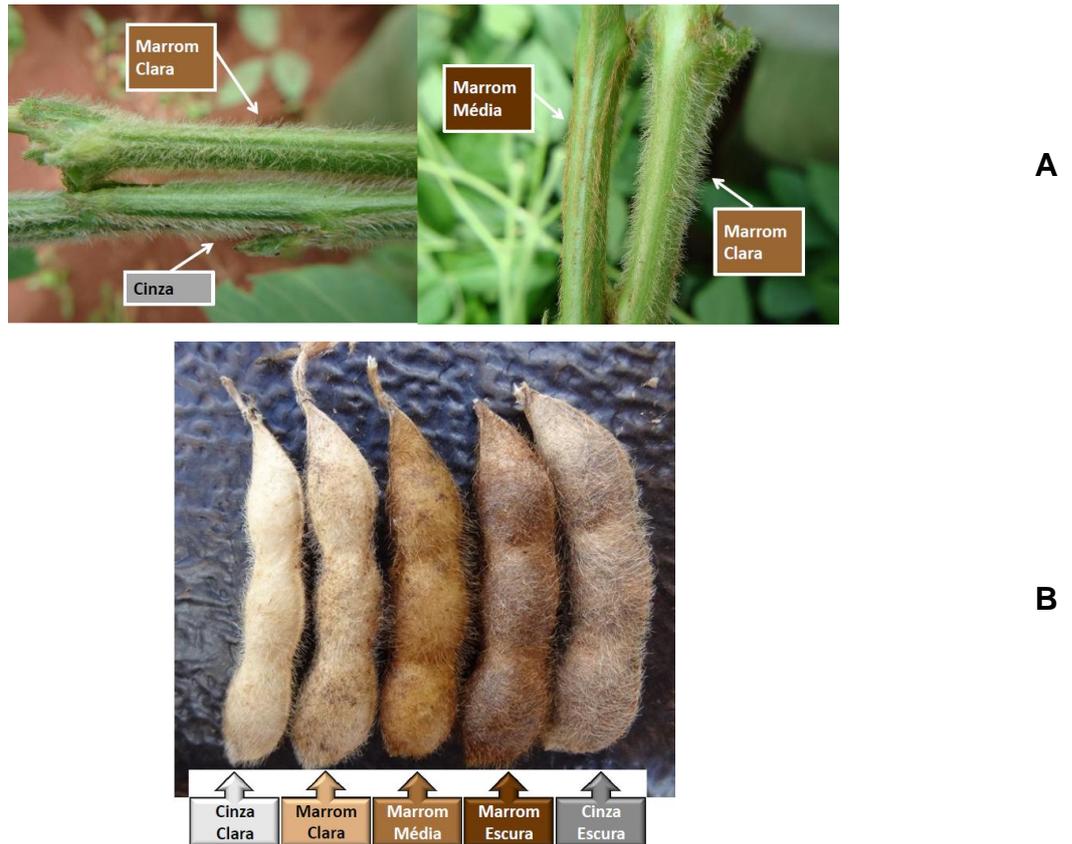


Figura 10 - **A**: Coloração da pubescência; **B**: coloração da vagem com a pubescência. Fonte: Rodrigo Marchiori.

7.5 Coloração do hilo da semente proveniente de planta de soja

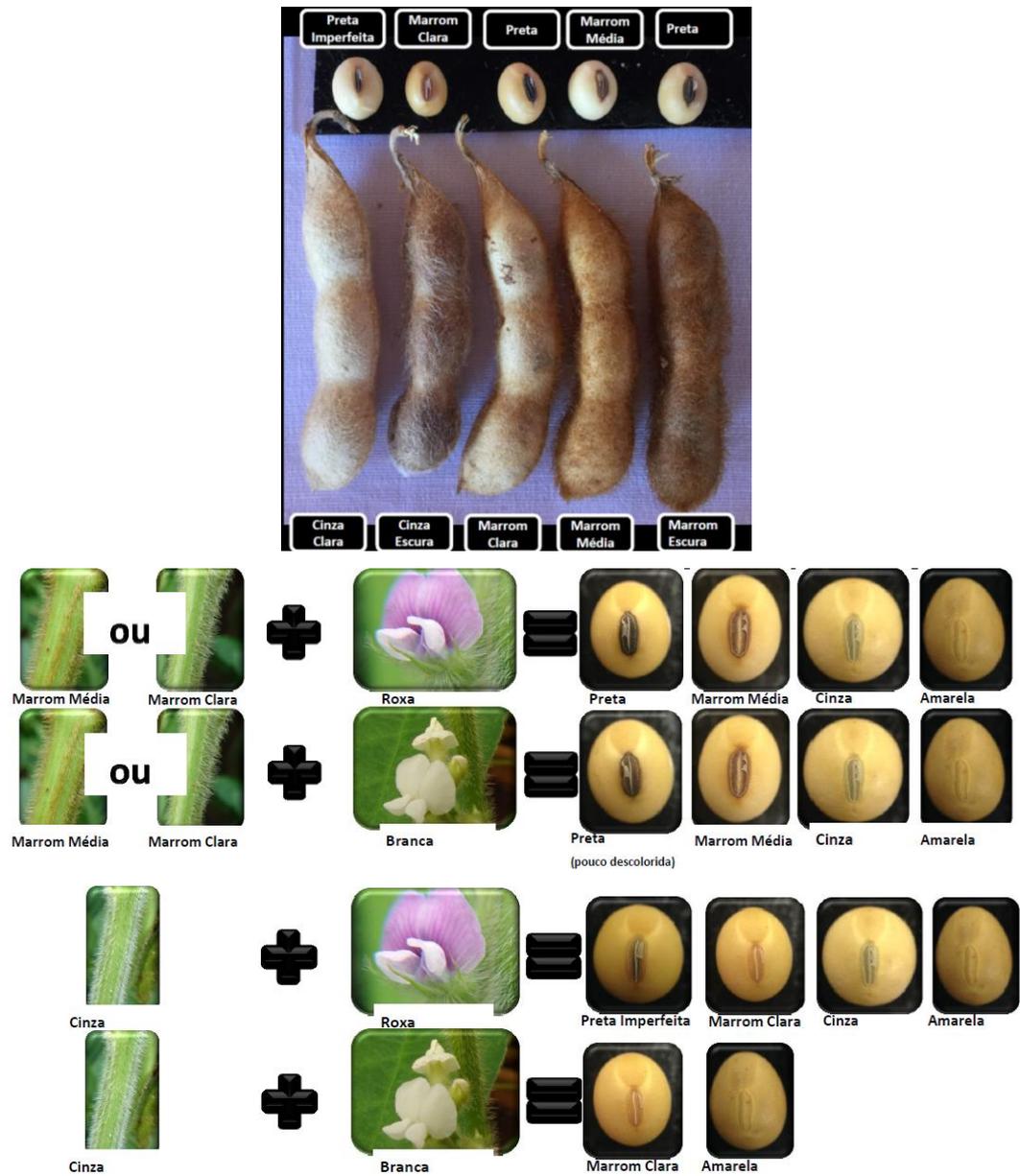


Figura 11 - Coloração do hilo da semente relacionada com a pubescência da vagem e com a flor. Fonte: Rodrigo Marchiori.

7.6 Estádios fenológicos da planta de soja

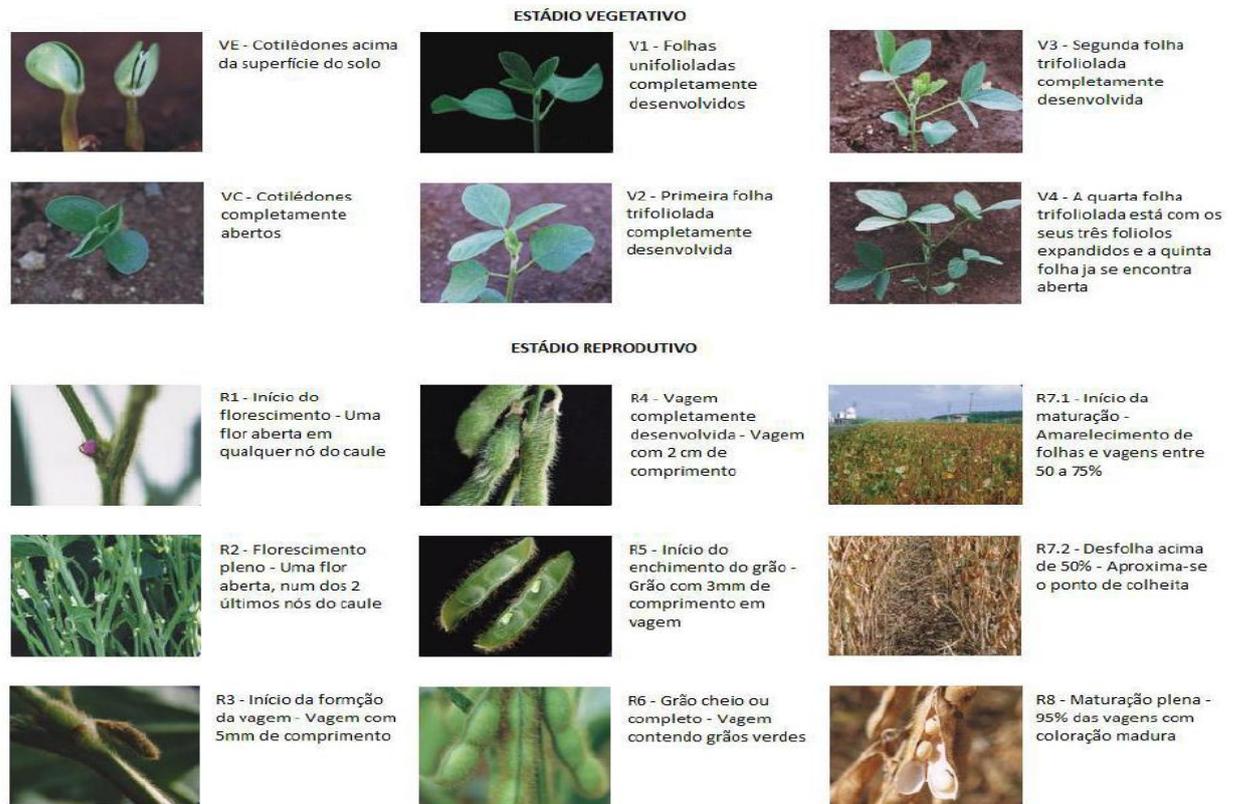


Figura 12 - Estádios de desenvolvimento de uma planta de soja. Fonte: Farias et al. (2009).

7.7 Cor de hilo nas sementes da planta de soja



Figura 13 - Cor de hilo nas sementes. Fonte: Rodrigo Marchiori.

7.8 Teste positivo (+) ou negativo (-) da reação da enzima Peroxidase em sementes



Figura 14 - Teste da reação da enzima Peroxidase em sementes. O tegumento da semente é retirado e disposto em um tubo de ensaio com 10 gotas de uma solução 0,5% de guaicol; adiciona-se uma gota de água oxigenada a 40 volumes e avalia-se a formação ou não de coloração no tubo, após 2 a 3 minutos. As cultivares com alta atividade da peroxidase no tegumento obtém uma cor marrom avermelhada, designada como reação positiva (+), e as de baixa atividade não alteram sua coloração, caracterizando a reação negativa (-). Fonte: Rodrigo Marchiori.

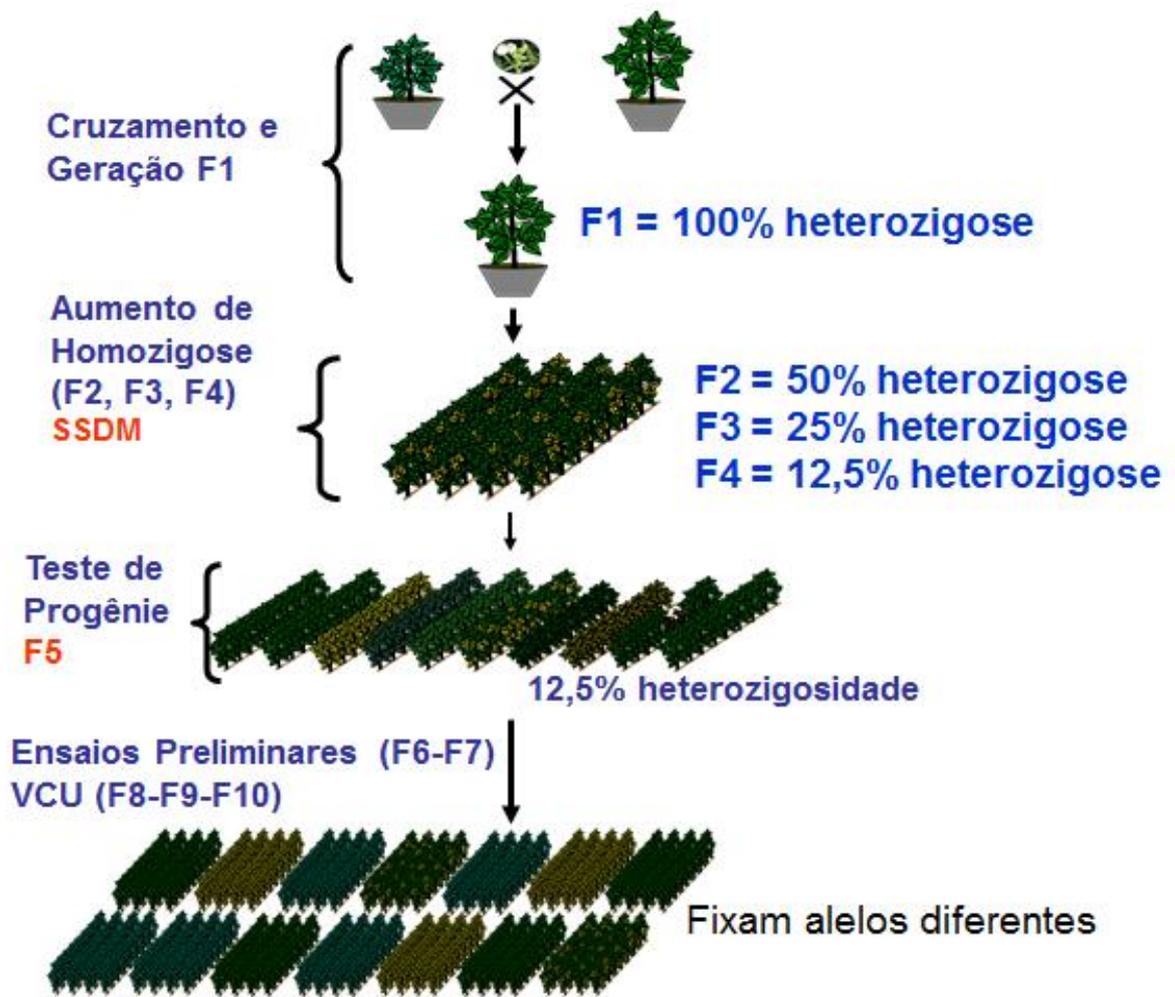


Figura 15 – Melhoramento Genético de soja. Fonte: Coodetec.

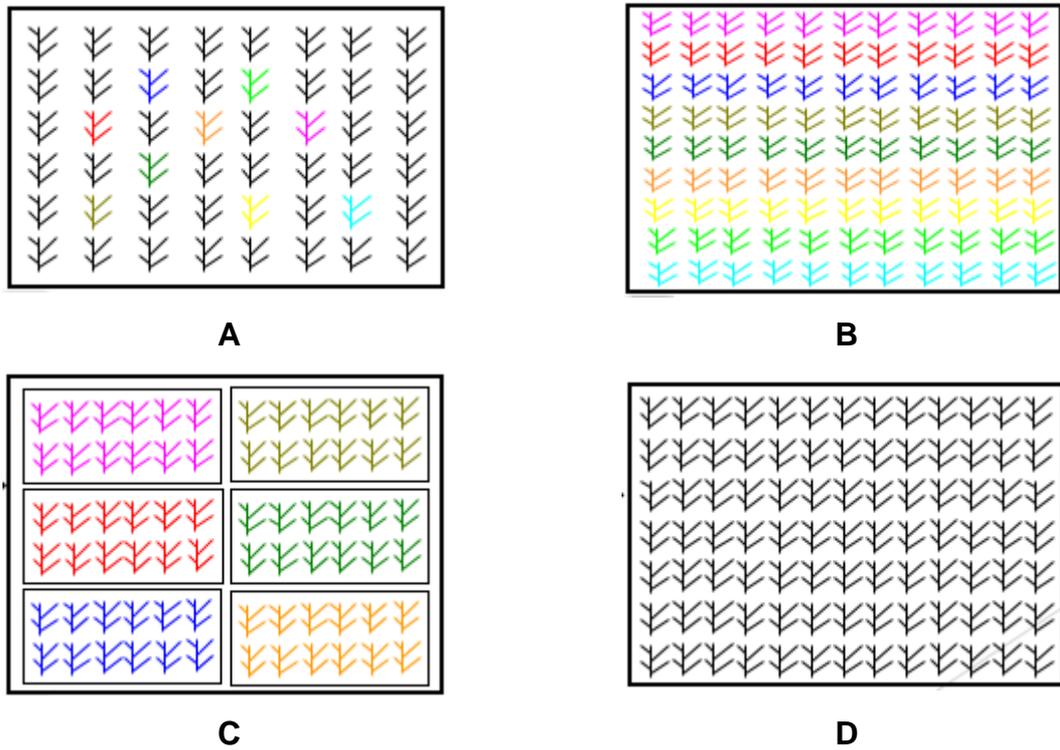


Figura 16 - Esquema de obtenção de semente genética. **A:** Parcelas para seleção de plantas individuais (1º ano); **B:** Linhas de progênie (2º ano); **C:** Blocos de progênie (3º ano); **D:** Semente genética (bulk das sementes dos blocos) (4º ano). Fonte: Sedyama (2013).

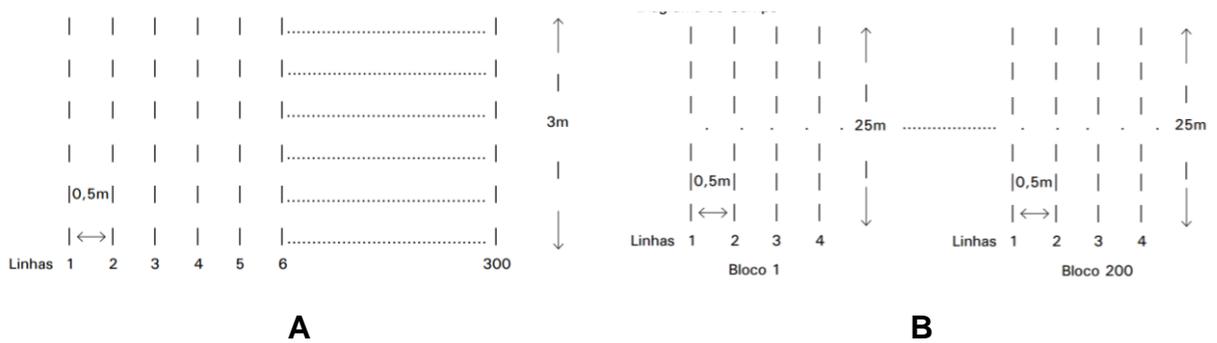


Figura 17 - **A:** Diagrama do campo de linhas de progênie; **B:** Diagrama do campo de blocos de progênie. Fonte: Krzyzanowski; Toledo (2009).

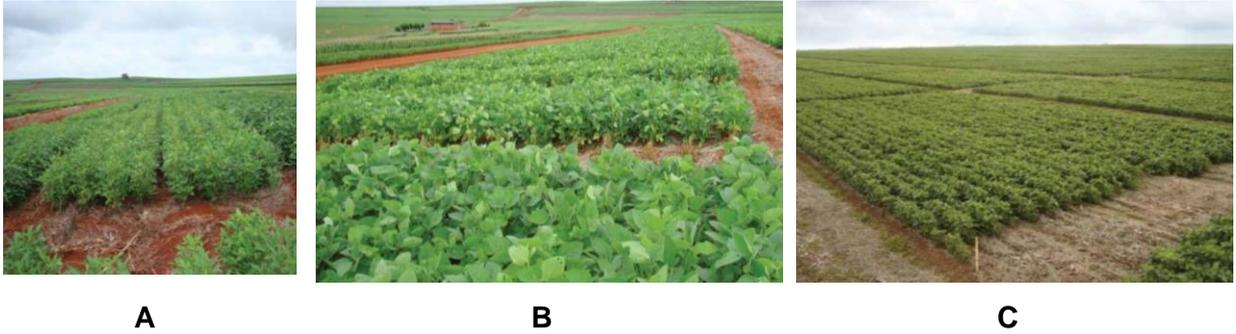


Figura 18 - **A**: blocos de seleção de plantas, Londrina, PR, 2009; **B**: linhas de progênie, Londrina, PR, 2009; **C**: blocos de progênie, Ponta Grossa, PR, 2009. Fonte: Krzyzanowski; Toledo (2009). A soja é uma das espécies cultivadas de maior interesse econômico mundial, e é influenciada acentuadamente pelas condições ambientais durante o ciclo reprodutivo. Esse fato dificulta a avaliação dos descritores morfológicos a campo e em laboratório, e a experiência profissional será o diferencial para se evitar descartes desnecessários de linhagens quando da análise a campo.