**A SOJA E O SEU MELHORAMENTO GENETICO**

Darley Tiago Antunes1

**RESUMO –** A soja é uma das plantas mais importantes na agricultura mundial, e ao longo do tempo passou por diversos processos que foram melhorando ou adaptando a planta a certos ambientes distintos ao seu ambiente natural. Com o manejo de sua genética conseguiu-se que a planta adquirisse características predefinidas, seja na produtividade, na resistência contra doenças e pragas ou ate mesmo uma resistência contra adversidades do próprio clima. A soja e a oleaginosas mais importantes do mundo, sendo que seu teor de proteínas e óleos existentes no grão é de 20% e 40% respectivamente. Mesmo com os grandes avanços já alcançados nas pesquisas genética do melhoramento da planta, essa cultura necessita de contínuos estudos para o melhor conhecimento da espécie, e a relação com o ambiente em que é cultivada. O objetivo deste trabalho é demostrar a importância da soja para o nosso país, seja na questão nutricional ou econômica e o seu melhoramento na genética ao decorrer dos anos que se alcançou no Brasil.

**Palavras chave: Soja, melhoramento, economia.**

**ABSTRACT -** Soybean is one of the most important plants in agriculture world, and over time spent by various processes that have been adapted to improve the plant or to certain distinct its natural environment. With the management of their genetics could up the plant acquired predefined characteristics, is on productivity, resistance to diseases and pests or even a resistance against the adversities of climate itself. Soybean oil and the world's major, and their protein content and oil existing in the grain are 20% and 40% respectively. Even with the great strides already made in the research of genetic improvement of the plant, this culture requires ongoing studies to better knowledge of the species, and the relationship with the environment in which it is grown. The objective of this work is to demonstrate the importance of soybeans for our country, either in economic or nutritional issue and its genetic improvement in the course of the years has been achieved in Brazil.

**Keywords: Soy, breeding, economics.**

**1 INTRODUÇÃO**

A soja ou *Glycinemax,* é uma leguminosa domesticada pelos chineses, que se desenvolveu no leste da China, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas, derivadas do cruzamento natural com plantas nativas e outras variedades de sojas selvagens existentes na região, que foram domesticadas por cientistas da antiga china. A sua importância na dieta alimentar da antiga civilização era tal, que a soja, juntamente com outras plantas nativas era considerada grão sagrado.

Dados da ABIOVE (Associação Brasileira das Industrias de Óleos Vegetais) confirmam a importância da soja no agronegócio, onde as participações nas exportações em 2005 foram de US$ 9.477 milhões e em 2011 a participação sobe para US$22.802 milhões, onde soja em grãos ocupa US$ 15.552 milhões, Farelo de soja US$ 5.467milhões e óleo da soja US$ 1.783 milhões.

A planta precisa de um grupo de estudos de maneira continua, sobre o conhecimento da espécie bem como suas relações no ambiente onde esta cultivada, dando assim um entendimento cada vez melhor sobre a espécie e suas particularidades e podendo assim melhorar cada vez mais sua produtividade e adequando-a a adversidades naturais.

**2 HISTORIA**

Não há local determinado pelos pesquisadores sobre onde a soja cultivada emergiu, mas existe um consenso de que a soja começou a ser cultivada a cerda de cinco mil anos atrás e algum lugar no leste asiático. Mas ainda a muitas divergências entre os pesquisadores, por exemplo, Vavilov (1951) ao realizar os seus estudos localizou a soja no Centro Oeste Chinês, já Hymowitz (1970) diz que a soja surgiu no Nordeste da China no século XVII a.C.

Por volta do século XV e inicio do século XVI os navios europeus iniciaram o transporte da soja para o ocidente, entre XIV e XIX os pesquisadores europeus obtiveram semente da planta a disponibilizaram em jardins botânicos na Alemanha, Inglaterra, Austrália, Holanda, Suíça, Polônia, Franca, Itália e Hungria.

**3 MÉTODOS MELHORADOS DE CULTIVO.**

No processo de melhoramento genético é feito em várias fases distintas, que envolvem o desenvolvimento de populações, e procedimentos de avalição e de linhagens. Na primeira fase são produzidas as plantas segregantes, por meio de hibridas artificiais, para atender os objetivos gerais e específicos de programas de melhoramento genético. As populações são conduzidas por varias gerações ate se obter certo grau de homozigose genética (uniformidade entre as plantas). A partir de gerações mais avançadas de plantas, são selecionadas plantas para teste de progênies e seleção de linhagens que possuam características agronômicas desejadas. Na fase seguinte, avalia-se a produtividade da planta e a estabilidade da produção em um grande numero de linhagens. Na seleção de genótipos, e obrigatório empregar ensaios repetitivos em avaliações em ambientes distintos por grandes períodos de tempo, para identificar a interação de genótipos no ambiente, a possível adaptação da produtividade e a estabilidade da planta.

Com a maioria das cultivares utilizada na agricultura de hoje, a soja, o melhoramento genético pode ser obtidos por métodos de introdução, seleção e hibridação. A maioria das cultivares de soja, foi inicialmente introduzidas nas áreas produtivas do sul do brasil, foi resultante da introdução direta de outros países. A seleção de plantas consiste em escolher em uma população heterogênea as plantas que apresentam melhores características, fazer um estudo da sua capacidade de produção, e adota-la com cultivar melhorada daquelas que sugere melhor rendimento de grãos. A teoria denominada índice de seleção, permite analisar e combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, possibilitando assim a seleção em meio a um complexo de variáveis que reúnam várias características de interesses agronômicos.

E possível obter indivíduos distintos com os existentes na população usando o processo de hibridação, mas sendo necessário o cruzamento entre duas ou mais plantas para se obter plantas que reúnam novas e melhores características agronômicas.

## Portanto, após a variação genotípica original, disponível a partir de introduções, o melhorista utiliza a hibridação como forma de estimular a recombinação entre genes de diferentes materiais genéticos. Para aumentar a variabilidade genética e permitir recombinação gênica são feitas hibridações na forma de cruzamentos simples, duplos e/ou múltiplos para formar as populações onde serão feitas as seleções. Na seleção dos parentais a serem combinados, são consideradas as características agronômicas desejáveis que a nova cultivar deve possuir. Nos cruzamentos envolvendo progenitores não melhorados (genótipos que não sofreram nenhum processo de melhoramento) é recomendável que pelo menos 75% dos genes nas populações provenham de genótipos adaptados (VELLO et al, 1984).

Existem diversos fatores distintos de delimitam o alto rendimento da produção da cultura, entre eles estão as doenças, que em geral tem uma grande dificuldade de controle. Maior parte dessas doenças são causadas por bactérias, fungos, nematoides e outros fatores bióticos que causam danos a planta. O controle dessas doenças através de métodos de melhoramento genético que aumentam a resistência da planta, e o método mais eficaz e econômica, mas deve ser integrado ao sistema de manejo da cultura.

**4 MODIFICAÇÃO GENETICA PARA O MELHORAMENTO DA QUALIDADE DOS GRAOS DE SOJA USADOS EM PROCESSOS DE INDUSTRIALIZAÇÃO.**

O brasil possui posição de liderança em questão de tecnologia de produção de soja nos trópicos, e possui cerca de 39% da exportação de farelo de soja no cenário mundial, o que o torna, líder nesse tipo de exportação. No mercado interno o consumo de soja se resume principalmente na produção de óleo e ração para animais, mais esse cenário vem sofrendo mudanças nos últimos anos, em decorrência de estudos científicos que demonstram os benefícios da soja na saúde, e a crescente oferta de produtos de alimentação humana disponíveis no mercado.

A soja não é o principal produto agrícola da balança comercia brasileira, mas também é importante fonte de matérias primas renováveis para outras aplicações industriais, além do uso no ramo alimentício seja humano ou animal. A crescente preocupação ambiental, fez surgir a demanda por novas tecnologias sustentais que utilizem produtos que seja renováveis e não agridam a natureza. Modificações no grão da soja, seja mudanças químicas no óleo ou nas proteínas existentes, transformam a soja em matéria prima para quase todos os produtos industriais. Tais como: Biodiesel, tintas, revestimentos, lubrificantes, plásticos, entre outros. O brasil sendo grande produtor de mateiras primas renováveis, entre elas os óleos vegetais, deve assumir papel de grande importância internacional no senário da proteção ambiental, a soja com sua grande disponibilidade, se transforma em matéria-prima fundamental na produção de energia, produtos industriais não alimentares, entre outros.

Fatores genéticos juntamente com os ambientais, influenciam na composição química do produto, o que inclui, proteínas, óleo, ácidos graxos, entre outras características e particularidades da planta. A diferente composição de tais produtos podem agregar valor à soja e destina-la a diferentes usos. Em média a soja apresenta 40% de proteínas e 20% de óleo.

A obrigação da especificação dos teores de gorduras trans, nos rótulos dos alimentos, os quais são derivados dos ácidos graxos linolênico e linoleico, determina a atenção que deve ser dada a qualidade do óleo vegetal, modificação genética para a composição do óleo da planta devem ser feitas e analisadas em programas de melhoramento genético, que inclui a diminuição do teor do ácido linolênico e o aumento do ácido linoleico existentes na planta, da mesma forma a mudança na concentração de tocoferóis e fitosteróis. Através de manipulações químicas e genéticas consegue uma melhor estabilidade e qualidade ao óleo de soja, isso é possível com a redução do teor do ácido linoleico existente na soja.O óleo refinado com reduzido teor de ácido linoleico em sua composição não possui o cheiro de “peixe” que é característicos do óleo bruto.

Maior estabilidade química do óleo de soja pode ser conseguida com o aumento de ácidos graxos oleico, palmítico e esteárico. Através de métodos de melhoramento genético da soja mid-oleico, obteve-se espécies hibridas de soja que o seu teor de ácido variando entre 50% a 60%. Foram realizados cruzamentos envolvendo genótipos (baixo linolênico e mid-oléico) com cultivares produtivas Brasileiras. Através da seleção genética para cultivares com alto teor de óleo reduzido o teor de linolênico, isso significa a correlação negativa entre os dois ácidos graxos.

No brasil foi verificada variação significativa na composição dos ácidos graxo em mais de 250 cultivares distintas. Em condições de solos férteis, foram verificados um amplitude de 15,1% a 43,0%, para teores de ácidos oleicos, 37,0% a 60,4 %, para o ácido linoleico e 5,9% a 12,3% para ácido linolênico. Em sojas de cultivares convencionais os valores médios para ácido oleico, linoleico e linolênico são 23%, 53% e 9%, respectivamente.

Os óleos vegetais contém antioxidantes naturais e estabilizantes, como os tocoferóis e fitoesteróis, que inibem a degradação dos lipídios. O óleo de soja contém alfa, beta, gama e delta tocoferóis. Tocoferol alfa é precursor da vitamina E, funcionando como antioxidante *in vivo,* enquanto gama e delta tocoferóis são mais efetivos *in vitro.* A composição de tocoferóis nas cultivares analisadas variou de 11 a 191 ppm (alpha), 6 a 64 ppm (beta), 304 a 1333 ppm (gama), 174 a 578 ppm (delta), e 561 a 1982 ppm(total). A cultivar ´Davis´ apresentou concentração reduzida de tocoferóis totais (706ppm), enquanto que as cultivares ‘IAS 5’ e ‘BR 4 RC’ apresentaram alto teor detocoferois totais (Carrão-Panizzi et. al, 2004).

A soja é uma importe matéria prima para a produção de alimentos, ração para animais, produtos industriais não destinados para a alimentação, e substituição de materiais que tem como origem o setor petroquímico. Mas como alimento, sua aceitação foi limitada devido ao seu sabor característico e as dificuldades naturais em se mudar os hábitos alimentares e culturais dos brasileiros. No cenário atual, esse quadro já foi modificado, devido as tecnologias de processamento que melhoram o sabor e outras características dos produtos derivados da soja e que sejam destinados à alimentação, os resultados e benéficos para a saúde humana que a mídia expõe tem contribuído para o aumento do consumo de produtos que tenham como matéria prima a soja.

Através do melhoramento genético permite adequar a soja como matéria prima para o seu consumo direto ou como fonte de processamentos industriais, certos tipos de utilização destinadas à soja, programas de melhoramento genético para se obter a variedade de soja que mais atenda às necessidades, além da modificação dos teores e qualidade dos óleos e da proteína, da mesma forma deve se considerar outras características como: tamanho dos grãos, para o uso com hortaliça ou tofu, sabor suave ou mais marcante, hilo de coloração amarelada, grãos pequenos para o uso em natura ou para brotos de soja, entre outras fatores características. A criação ou adaptações de cultivares mais adaptadas para o consumo humano, pode aumentar o consumo do produto e como consequência vai viabilizar um maior valor agregado para os grãos de soja, aplicando assim alternativas para os mercados interno e externos, e da mesma forma favorecendo o mercado da soja orgânica, que necessita de cultivares hibridas geneticamente modificadas.

**5 MELHORAMENTO DA SOJA EM REGIÕES DE BAIXAS LATITUDES.**

A soja é uma planta considerada do tipo dias curtos e noites longas, por essa particularidade da planta a maior parte das cultivares mundiais estão localizadas em latitudes superiores a 25° à 32°, onde são encontrados clima temperados, o que é o ambiente onde a planta encontra as condições mais propícias para o seu desenvolvimento. Mas no brasil a uma adversidade dentro desse contexto, pois com a expansão da soja para as áreas de cerrado no interior do pais, onde o clima e tropical e subtropical. A adaptação da soja nas condições de latitudes encontradas no Centro-Oeste, Norte e Nordeste foi um dos principais desafios encontrados pelo programa de melhoramento da soja realizado pela Embrapa. Essa expansão só foi possível pelo desenvolvimento de cultivares melhoras e adaptadas as zonas climáticas de sua origem, podendo até ser planta em áreas equatoriais. Nos dias atuais cerca da metade da produção de soja está localizada nas áreas compreendias com latitudes menores que 20°. Atualmente as regiões que apresentam latitudes menores que 10° são consideradas áreas de expansão da cultura da soja, especialmente no estados do Pará, Tocantins, Piauí e Maranhão.

A expansão da soja para regiões de baixar latitudes só foi possível com o desenvolvimento de cultivares com características agronômicas de melhor adaptação as condições climáticas existentes nos trópicos. A tecnologia Brasileira, representada pelas sementes de cultivares tropicais, tem permitido a exploração comercial da soja em regiões que anteriormente eram consideras inaptas. A recomendação de cultivares para as regiões de medias e baixar latitudes, permitiu extensão áreas de produção na região tropical no cerrado Brasileiro incorporando o processo produtivo da agricultura, e viabilizando também a exploração de outras culturas.

O melhoramento genético da soja e um processo continuo de desenvolvimento de novas cultivares que melhor atendam as necessidades agronômicas. Os programas de melhoramento são criados com objetivos gerais e específicos e visão solucionar limitações reais ou potenciais da cultivar em relação a fatores bióticos e abióticos que possam interferir na produção da soja. Os procedimentos de hibridação são realizados para desenvolver germoplasma com variações genéticas e as populações segregantes são conduzidas através de métodos tradicionais do melhoramento de plantas autógamas, para que possa fazer a seleção e avaliação de genótipos com as características agronômicas desejada para certos tipos de cultivares.

A criação de novas cultivares tem sido umas das técnicas que mais tem contribuído para o aumento da produtividade e estabilidade, sem custo adicional para o produtor. A cultivar de soja deve ter alta produtividade, estabilidade na produção e ampla adaptação ao local onde está situada, a resistência as principais pragas e doença e a relativa tolerância a fatores edafo-climaticos existentes na região, são garantias de estabilidade de produção da planta e retorno econômico que pode ser obtido com somente o uso de semente derivadas de cultivares melhoradas geneticamente.

Os genes que controlam a floração da planta, em condições de dias curtos, são distintos dos genes que atuam nos dias longos, dessa forma o florescimento em dias longos tem pouca importância em previsões de florescimento da planta em dias curtos. O período jovem da planta é condicionado por genes recessivos que podem ser influenciados por outros fatores genéticos da planta. Quando se tem o controle genético simples e recessivo para que a plante tenha um florescimento tardio, permite que os trabalhos de seleção de juvenilidade possam ser realizados em regiões fora das adaptações típicas da planta. Essa estratégia é utilizada em programas de melhoramento genético, que se resume em antecipar a etapa de semeadura da cultura.

**6 RECURSOS GENÉTICOS**

Bancos de germoplasma existente me diversos países ao redor do mundo, tem mantido a grande parte da variabilidade genética desta cultura.

Os Estados Unidos da América, por exemplo, mantém uma coleção de aproximadamente 15.000 acessos de soja. No Brasil, existe uma coleção de germoplasma com aproximadamente 4.000 acessos (genótipos), que está sendo conservada em câmaras climatizadas no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Soja, em Londrina, Paraná. Esta mesma coleção é mantida, em condições de conservação a longo prazo, na Coleção Base da Embrapa Recursos Genéticos, em Brasília (DF). A maioria desses acessos foi introduzida da coleção de germoplasma norte-americana e é composta principalmente por genótipos procedentes da China, do Japão e de outros países onde ocorreu a diversificação da espécie (Almeida *et al*., 1997).

O germoplasma pode ser definido como um serie de genótipos onde se encontra a herança genética da planta. No conjunto de germoplasma existentes na soja, variação genética da soja para áreas como agronômicas desejadas, morfológicas e fisiológicas é muito amplas, dessa forma a planta pode sofrer alterações e adaptações de forma que atenda as necessidades de cada área.

Em geral os processos de melhoramento realizados pelos pesquisadores, se utilizam em sua maior parte de germoplasma que já são adaptados geneticamente, nos programas de cruzamentos, gerando um estreitamento da variabilidade genética da planta. Por esse motivo muito pesquisadores consideram que as bases genéticas de cultivares deve ser restritas, podendo representa um fator de risco econômico ou comercial para a cultura. Dessa forma o germoplasma e um recurso natural de suma importância na ampliação da base genética da soja. O emprego de genótipo de diferentes origens é um incremento no desenvolvimento de uma variedade hibridas e o desenvolvimento de populações, visando à ampliação da base genética da soja.

**7 MELHORAMENTO DA SOJA BRASILEIRA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.**

 Não existe um consenso sobre as mudanças climáticas que iram acontecer nas próximas décadas, entretanto, a maiorias dos cientistas acreditam que o clima mundial esta sendo afetado pela atividade humana. Tais mudanças afetam nos índices de temperatura, pluviométrico, nebulosidade e umidade do ar nas áreas globais cultivadas de forma distinta, essas alterações influenciam nas condições determinantes de produtividade, como, temperatura, radiação, água, entre outros. A faixa térmica ideal para o cultivo de soja e entre 20° e 30°, mas com a elevação da temperatura do planeta, as cultivares apresentam problemas tais como, problemas na germinação, menor taxa de crescimento, floração precoce e sementes de baixa qualidade.

 O processo de melhoramento é feito através da seleção de genótipos tolerantes a estresse por déficit hídrico e temperaturas elevadas, criando assim variedades hibridas que melhor se adéquam as extremas condições climáticas. Espécies adaptadas apresentam características próprias como, maior resistência aos nematóides, resistência a fungos de raiz, grãos de boa qualidade com a ausência de grãos enrugados e esverdeados, genes com tolerância a seca. Com isso consegue-se cultivares com atributos que mantém a resistência e sanidade da raiz contra ataques de nematóides e fungos e também com melhor penetração em solos compactados.

**8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O melhoramento genético da soja e outras culturas é de suma importância para que se possa atingir o máximo desempenho produtivo em áreas que são consideradas exóticas. Manipulações genéticas para a geração de espécies hibridas que podem ser adaptadas para as necessidades agronômicas existentes na região onde se deseja cultivar, como, maior resistência a doenças, fungos, nematoides, tolerância a déficit hídrico, aperfeiçoamento da parte física da planta, com, plantas de maior tamanho, com maior produtividade de grãos, com maior desenvolvimento da parte radicular da planta o que permite uma melhor penetração em solos compactados e melhor absorção dos nutrientes.

Todos os processos de melhoramento genético são de grande importância para o desenvolvimento das atividades agrícolas, já que a soja é uma grande fonte matéria prima para diversos produtos, dessa forma a planta é de grande importância para atividade econômica humana, sendo assim é indispensável que as cultivares tenham uma produção cada vez maior e sofram alterações genéticas para que atendam às necessidades de cada região de forma distintas e as principais necessidades da planta, e resistências as principais dificuldades bióticas e abióticas da região.

**REFERÊNCIAS**

APROSOJA; desenvolvimento genético da soja, disponível em: [http://www.aprosoja.com.br/sobre-a-soja/Paginas/Historia-da-Soja.Aspx](http://www.aprosoja.com.br/sobre-a-soja/Paginas/Historia-da-Soja.Aspx%20) Acessado 15/04/2013.

Fitopatologia: Melhoramento genético da soja; disponível em: [http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2011/07/melhoramento-genetico-da-cultura-da.html. Acessado em 04/05/2013](http://fitopatologia1.blogspot.com.br/2011/07/melhoramento-genetico-da-cultura-da.html.%20Acessado%20em%2004/05/2013).

EMBRAPA: Soja no Brasil, disponível em:  [http://www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/SojanoBrasil.htm](%20%20%20%20%20%20%20http%3A//www.cnpso.embrapa.br/producaosojaPR/SojanoBrasil.htm) Acessado 14/04/2013 às

Instituto Federal Goiano campus Urutaí: Melhoramento Genético da Cultura da Soja (Glycine max), disponivel em: http://fitopatologia1. blogspot.com.br/2011/07/melhoramento-genetico-da-cultura-da.html. Acessado 24/04/2013.

UFLA: Estudo do desenvolvimento genético da soja, disponível em: [http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/wpcontent/uploads/2012/09/Melhoramento-genetico-da-soja-no-contexto-das-mudancas-climaticas.pdf Acessado em 10/05/2013](http://www.nucleoestudo.ufla.br/gen/wpcontent/uploads/2012/09/Melhoramento-genetico-da-soja-no-contexto-das-mudancas-climaticas.pdf%20Acessado%20em%2010/05/2013)

EMPRAPA: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, disponível em http://www.cpatsa. embrapa.br/ catalogo/livrorg/sojamelhoramento.pdf Acessado em 11/05/2013