

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

GUILHERME LUCAS CAMPOS PEREIRA

MELHORAMENTO GENÉTICO DE SOJA

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2017**

GUILHERME LUCAS CAMPOS PEREIRA

MELHORAMENTO GENÉTICO DE SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Modalidade: Projeto Técnico.

Orientador: Leonardo Lopes Bhering

Co-orientadores: Bruno E. Lopes Gomes

Tiago M. Guazzelli

GUILHERME LUCAS CAMPOS PEREIRA

MELHORAMENTO GENÉTICO DE SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Modalidade: Projeto Técnico.

APROVADA: em _____ de 2017.

Bruno Ermelindo Lopes Gomes
(Co-orientador)
(UFV)

Tiago Mencaroni Guazzelli
(Co-orientador)
(UFV)

Prof. Leonardo Lopes Bhering
(Orientador)
(UFV)

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus, por conceder a oportunidade de chegar até aqui, com saúde, paz e amadurecimento, apesar das adversidades e percalços.

Agradecer aos meus pais Geraldo Pereira da Anunciação e Irene Filomena de Campos Pereira, por sempre serem a base formadora, me apoiando e proporcionando esta oportunidade ímpar de estar graduando em uma das melhores universidades do país.

Agradeço à Universidade Federal de Viçosa, por condicionar ótimo ensino, ótimos professores, e assim atuar não apenas na formação profissional, mas como cidadão, na ética e na formação de opinião baseada na conduta para melhorar a sociedade.

Agradeço aos meus orientadores Leonardo Lopes Bhering, Bruno Ermelindo Lopes Gomes, Tiago Mercaroni Guazzelli, amigos e república, que foram fundamentais para construção deste trabalho, e também pessoas que contribuíram exponencialmente para meu crescimento pessoal e profissional ao longo da minha graduação.

RESUMO

Observando o mercado agrícola brasileiro, fundamental a importância da soja neste mercado, e as previsões de produção e condição no mercado. Segundo levantamentos da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) o Brasil é o segundo maior produtor, maior exportador mundial de soja e ela representa a commodity mais relevante na cadeia produtiva agrícola. Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de tecnologias que busquem facilitar o manejo para os produtores, e proporcionem ganhos em produtividade, arquitetura da planta, resistência e tolerância à pragas e doenças, precocidade, entre outros fatores. Esse trabalho objetiva o planejamento de um programa de melhoramento genético em soja. Esta é uma das mais valiosas estratégias que se tem para o desenvolvimento de novos cultivares que atendam a demanda, onde busca-se plantas que obtenham precocidade e produtividade, desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa. Ao final das análises terá conhecimento da diversidade genética existente na população avaliada, podendo tentar prever o sucesso do futuro programa de melhoramento a ser conduzido.

Palavras Chave: Melhoramento genético de plantas, soja, produtividade brasileira, análises genéticas.

SUMÁRIO

2. JUSTIFICATIVA.....	8
3. OBJETIVOS	10
3.1. OBJETIVOS GERAIS	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO	11
5. MATERIAIS E MÉTODOS	24
6. ANÁLISE DIALÉLICA	26
7. ANÁLISE DIVERSIDADE GENÉTICA PREDITIVA	26
7.1. DISTÂNCIA EUCLIDIANA:.....	27
7.2. DISTÂNCIA DE MANAHALOBIS:	28
7.3. TÉCNICAS DE AGRUPAMENTO:	28
7.3.1. OTIMIZAÇÃO DE TOCHER	29
7.3.2. MÉTODO DE UPGMA:.....	30
8. CRONOGRAMA	31
9. ORÇAMENTO	32
10. REFERÊNCIAS	33

1. IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

Título: Melhoramento Genético de Soja

Projeto para obtenção de plantas de soja que obtenham índices de precocidade e produtividade esperados.

Propoente: Guilherme Lucas Campos Pereira

CPF: 110.436.556-11

Telefone: (031)9 8886-4377

E-mail: guilhermelcpereira@gmail.com



Formação: Engenheiro Agrônomo

Instituição Executora do Projeto: Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Interveniente: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

2. JUSTIFICATIVA

Glycine max (L.) Merrill, ou soja como é mais conhecida, pertencente da classe Rosidae, ordem Fabales família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Glyciniinae (JUDD et al., 2009), define-se por ser uma herbácea, com ciclo de vida de 60 a 200 dias, germinação epígia, estatura de planta de 60 cm a 110 cm, com diferentes hábitos e tipos de crescimento e grupos de maturidade.

A cultura originou-se, segundo indícios históricos na região nordeste da China como planta rasteira, que localizava-se as margens dos rios, sendo base da alimentação, permanecendo inerte do ocidente por dois milênios (HARLAN, 1975). Só após crescimento de sua importância e demanda, passou a ser disseminada para Coréia, Japão, Europa, apenas em meados do século XVIII e XIX, teve sua chegada e disseminação nos EUA, Canadá, Argentina dentre outros com pós I Guerra Mundial, para todo mundo ocidental e assim iniciados estudos a respeito dela e sua botânica, para catalogar e compreender aspectos importantes para melhora da cultura (SEDIYAMA, 2015)

Em meados dos anos de 1970 houve um aquecimento na demanda do mercado para soja, assim alguns fatores contribuíram para que a expansão agrícola dessa cultura obtivesse êxito. Outros fatores tiveram importância na contribuição e no aquecimento do mercado agrícola relacionado à soja, tais como o surgimento de um parque industrial que possibilitou processamento e aumento do nível tecnológico da soja (maquinários e insumos), assim como sistematização de projetos de pesquisa desenvolvidos pelos setores público e privado, ampliação da fronteira agrícola a baixos custos no valor da terra, topografia das regiões de crescimento (cerrado brasileiro), safras disponibilizadas na entressafra norte americana, incentivos governamentais e desenvolvimento de cultivares e tecnologias de produção para as regiões de expansão (EMBRAPA, 2005).

Com respeito aos programas de melhoramento da cultura da soja, uma das características de maior importância, encontra-se a produtividade. Portanto, os conhecimentos da grandeza de associação entre as características que influenciam na produtividade são primordiais para o melhoramento, pois permitem ao melhorista saber como a seleção de uma característica pode causar alterações nas outras (JOHNSON, ROBINSON e COMSTOCK, 1955; VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

O United States Department of Agriculture (USDA) estima que na safra 2016/17 a exportação girará em torno de 59,50 milhões de toneladas; valor 9,41% maior que o estimado na safra 2015/16. Como a maior parte das exportações brasileira de grãos é para a China, e com o

aumento de 3,33% de importações desse país, são grandes as possibilidades de que as exportações brasileiras alcancem este patamar. Além disso, com os preços internacionais e o dólar em alta, as exportações brasileiras, para a safra 2016/17, devem tomar fôlego, ficando bem acima das exportações da safra 2015/16 (CONAB, 2107).

A presença de variabilidade genética no estudo de populações segregantes é fundamental, quando se objetiva sucesso na condução de programas de melhoramento genético. Sendo assim, é de grande importância o conhecimento da natureza dos germoplasmas, a variabilidade genética disponível e o potencial agrônomo dos genótipos. Nessas condições, pode-se impor um processo seletivo que venha resultar em ganhos genéticos, o que torna viável e exequível o melhoramento genético (ALLARD, 1974).

No Brasil, onde temos uma imensa extensão territorial e faz-se necessário atentar para o bom desenvolvimento é fundamentado em diversos aspectos como indicação da região (quanto as faixas de latitude), grupos de maturidade, tipo e hábitos de crescimento, ciclo médio, resistência a pragas, doenças e acamamento, época de semeadura, além dos fatores ambientais como solos, pluviosidade, adubação, altitude. De modo que o manejo adequado de tais fatores e principalmente de um bom posicionamento dos materiais em suas respectivas faixas de maturidade fisiológica se tornam imprescindíveis para alcançar altas produtividades.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GERAIS

Neste projeto, objetiva-se cruzamentos de materiais bons (precoces e produtivos) com materiais divergentes, inicialmente com estudo e análise destes materiais divergentes, afim de poder prever qualidade deles e iniciar a condução do melhoramento genético.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Estimar os parâmetros genéticos para as características agronômicas, onde possa prever através do cruzamento dialélico os materiais.
- 2) Estimar a capacidade geral e específica de combinação, efeito materno e efeito endogâmico pelo dialélico realizado;
- 3) Avaliar a diversidade genética entre e dentro das populações F_2 utilizando métodos hierárquicos e não hierárquico;
- 4) Realizar seleção de materiais para produtividade e precocidade (ciclo), que se adequem as faixas de maturidade 7.5 e 8.0.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Como demonstra a literatura, a soja uma cultura anual, com sua germinação iniciada após a semente estar em contato com o solo e condições favoráveis ao desenvolvimento, assim começando o processo de emissão da radícula sobre o nó cotiledonar, lançam seus cotilédones, que assim que entram em contato com a luz, começam o processo fotossintético, com o desenvolvimento de suas raízes, a partir da radícula crescente para baixo, que será raiz principal e condicionante para desenvolvimento das ramificações, que serão oriundas em forma endógena, seguindo padrão das eudicotiledôneas (SEDIYAMA, 2015).

Suas raízes possuem interações simbióticas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, formando nodulações que processam a fixação de nitrogênio, e em troca recebem hidratos de carbono (NOGUEIRA et al., 2009). O caule principal desenvolve-se do eixo embrionário mais quanto ao tipo e número de ramificações e dependente das suas particularidades, mas em geral possui crescimento ortótropo, sendo três tipos de crescimento entre os cultivares, determinados em função da presença e posição da inflorescência racemosa como: determinado, semideterminado e indeterminado.

Quanto ao hábito, que toma como base o posicionamento e inclinação dos ramos laterais, classificam-se como ereto e semi-ereto (prostrado). Suas folhas são classificadas em quatro tipos: cotiledonares, unifolioladas, trifolioladas e prófilos (LERSTEN; CARLSON, 2004; MÜLLER, 1981). As folhas cotiledonares possuem reservas para desenvolvimento da plântula, as unifolioladas encontram-se acima do nó cotiledonar, e as trifolioladas localizam-se logo acima e são encontradas no caule principal e ramificações, já os prófilos estão na base das ramificações (SEDIYAMA, 2015).

Quanto a flor, que só se desenvolve após estímulos ocorridos pelas horas de luz no qual a planta está exposta, nela desenvolvem-se os órgãos masculinos e femininos, protegidos pela corola e cálice (NOGUEIRA et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2005; SEDIYAMA et al., 1986; SEDIYAMA et al., 1985; SEDIYAMA et al., 1981; MÜLLER, 1981). Ela é uma planta autó-gama e cleistogâmica, e sua autofecundação ocorre de maneira natural, por meio de mecanismos físicos, químicos e biológicos, a cor do hipocótilo é utilizada na marcação fenotípica da hibridação artificial. Quanto ao controle do caráter, caracterizam-se como dominantes na cor roxa e recessivos na cor branca, ocorrendo o fenômeno de pleiotropia, em que um único gene controla mais de um caráter (resistência a determinado fungo, envoltório nas sementes e coloração das flores roxas, brancas e verdes ligadas ao gene Aa). A hibridação artificial é auxiliada

pelo processo de protogenia (maturação do pistilo antes das anteras). E após concretização da fecundação, ocorrem as modificações necessárias para formação da semente, onde o embrião terá que apresentar um eixo com dois cotilédones, epicótilo e hipocótilo-radicular. As reservas nutricionais e revestimentos (endosperma e tegumento) quando maduros constituem as sementes, que irão se desenvolver nas vagens (ovário completamente desenvolvido).

Quanto ao estádios de desenvolvimento são importantes para caracterizar e estabelecer a organização do seu sistema de produção, enquadrando-se em duas fases a vegetativa e a reprodutiva, sua duração está ligada ao melhoramento genético de plantas e a fatores ambientais que interferem no mesmo, sendo classificadas pelas folhas, flores, desenvolvimento das vagens e sementes, segundo classificação internacional descritiva dos estádios de desenvolvimento, são descritos por Fehr e Caviness 1997, como demonstrado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Classificação dos estádios de desenvolvimento da soja.

ESTÁDIOS	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
VE	Emergência	Cotilédones acima da superfície do solo
VC	Cotiledonar	Folhas unifolioladas estendidas, de modo que os bordos não se tocam.
V1	Primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas
V2	Segundo nó	Folha trifoliolada completamente desenvolvida, localizada no nó acima das unifolioladas
V3	Terceiro nó	Três nós da haste principal com folhas completamente desenvolvidas, realizado a contagem a partir das folhas unifolioladas
Vn	E-nésimo nó	N número de nós sobre a haste principal com folhas completamente desenvolvidas, realizado a contagem a partir das folhas unifolioladas
R1	Início da floração	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
R2	Floração plena	Flor aberta em um dos dois últimos nós da haste principal, com folha completamente desenvolvida
R3	Início da formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento em um dos últimos quatro últimos nos superiores com folha completamente desenvolvida, na haste principal
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 20 mm de comprimento em um dos últimos quatro últimos nos superiores com folha completamente desenvolvida, na haste principal
R5	Início da formação da semente	Semente com 3 mm comprimento em um dos últimos quatro últimos nos superiores com folha completamente desenvolvida, na haste principal
R6	Semente completamente desenvolvida	Vagem contendo semente verde, preenchendo câmara da vagem localizada em um dos últimos quatro últimos nos superiores com folha completamente desenvolvida, na haste principal
R7	Início da maturação	Vagem normal que tenha atingido a cor da vagem madura, na haste principal 95% de vagens na cor da vagem madura. Logo após esse estágio são necessários em torno de 5 a 10 dias estáveis de tempo seco para que a soja atinja menos de 15% de umidade.
R8	Maturação plena	

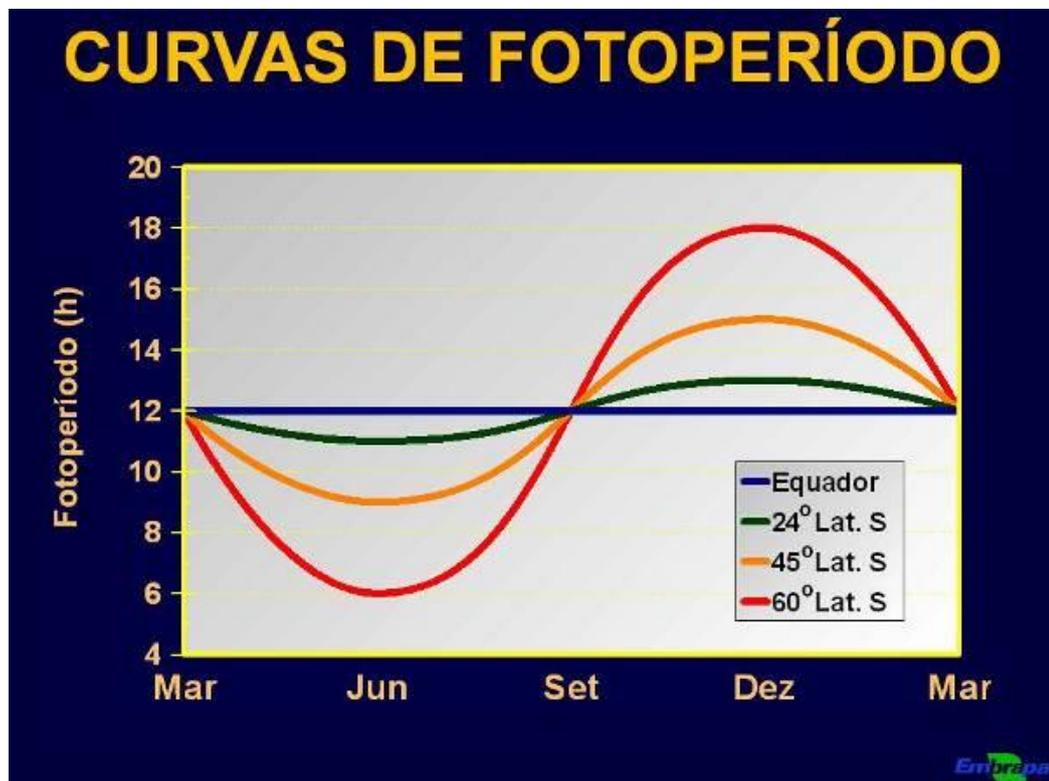
Fonte: Fehr e Caviness (1997).

Esses estádios de desenvolvimento são prescritos por um fator muito importante que é o fotoperíodo, pois têm influência direta na indução floral, por consequência crescimento e todo desenvolvimento vegetativo (altura de planta, maturação, peso de sementes, ramificações, etc.), sendo definido como período crítico de horas de luz menor ou igual ao que a planta necessita para ser induzida ao florescimento, desde que esteja apta a perceber a variação do comprimento de dia. No qual, o classifica-se o tempo entre a emergência e o estímulo a floração é denominado período juvenil (SEDIYAMA et al., 2009).

Cada cultivar possui uma determinada necessidade de fotoperíodo crítico, e suas respectivas percepções, havendo cultivares de período juvenil curto que detém a capacidade de

percepção fotoperiódica ao surgir a folha unifoliolada, onde a partir dela qualquer alteração no fotoperíodo que proporcione luz com valores menores ou iguais a quantidade de horas de luz necessárias a determinado cultivar para que ele possa florescer. Há também plantas com período juvenil longo, a percepção e a indução ao florescimento que ocorre a partir da 5ª e a 7ª trifoliada, ou seja, até atingirem esse estágio, não serão induzidas ao florescimento, mesmo que seu fotoperíodo crítico tenha sido atingido. Para entender a fenologia da planta é de extrema importância dominar o conhecimento sobre a interferência do fotoperíodo, e comprimento do dia na indução ao florescimento, que também tem relações a localização latitudinal no globo e a incidência das horas de luz na região como demonstrado na Figura 1 (SEDIYAMA, 2015).

Figura 1 - Fotoperíodo (h) ao longo do ano em função da latitude do local.

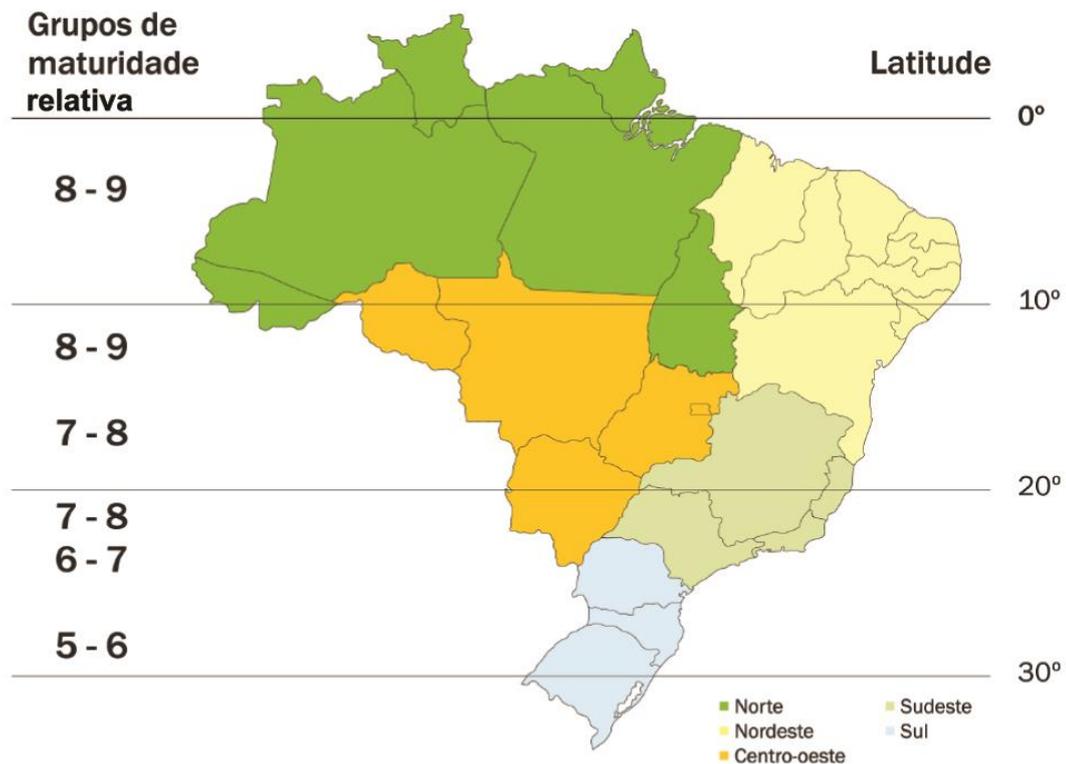


Fonte: José Renato Bouças Farias, (2010).

E com sua direta associação com fotoperíodo os cultivares são classificados em precoce, superprecoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, e tem relação direta a uma determinada faixa de latitude que se encontra, logo sua relação a sensibilidade ao fotoperíodo (EMBRAPA, 2011a), tal peculiaridade da soja levou a divisão da mesma em grupos de maturidade relativa, e também a divisão do país em faixas de latitude, inicialmente proposto nos EUA (EMBRAPA, 2011b). Existem 13 grupos de maturidade relativa estabelecidos internacionalmente, que variam de 000, 00, 0 e 1 a 10, sendo cultivares de alta latitude (000,00 e 0) e no Brasil vão de 5 a

10 (Figura 2). Sendo que dentro da mesma faixa de latitude eles podem variar em suas classificações, avaliados sempre por essa faixa de adaptação, e assim é de suma importância para desenvolvimento de planta, e indução a floração.

Figura 2 – Distribuição dos grupos de maturidade relativa de cultivares de soja no Brasil, em função da latitude.



Fonte: Adaptado de Alliprandini et al. (2009).

No que diz respeito às exigências nutricionais, a cultura da soja pode ser classificada como exigente quanto a qualidade dos solos e profundidade, para um desenvolvimento satisfatório de suas raízes, tendo em consideração que as relações Ca:Mg podem ser bem relativas, não limitando sua produtividade, podendo ser utilizado os diferentes tipos de calcário (calcítico e dolomítico).

O uso de fósforo e potássio, em aplicações de plantio, são recomendadas de acordo com as análises químicas do solo (RIBEIRO, 1999) balizando para a produtividade e crescimento estimado em relação aos elementos limitantes que estão em baixas quantidades no solo, para definir enquanto adubação de correção, manutenção ou apenas reposição com análise elaborada das condições do solo, onde a partir de frações que atingem 90% ao rendimento relativo para produção, que está intimamente ligada a resposta de adubação a disponibilidade para a planta.

Demais macronutrientes, são analisados e disponibilizados de outras formas, assim podem ser eliminadas ao avaliar-se as condições encontradas na área.

A adubação nitrogenada pode ser eliminada, quando é feita uma adequada inoculação das sementes no plantio, exonerando custos com esta operação.

Por serem os nutrientes mais móveis na planta nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio tem suas deficiências expostas visivelmente, interferindo diretamente em sua arquitetura, desenvolvimento de grãos, produtividade, raízes, arquitetura das plantas e são notadas nas partes mais velhas, e devem receber maior atenção quanto à adubação como notado na Tabela 2. Os micronutrientes em sua maioria são pouco móveis e suas respectivas deficiências são notadas nas partes mais jovens das plantas, tendo influência em nodulações, cloroses foliares, baixa fecundação das flores, encurtamento de entrenós, redução no número de vagens, e são identificados através de análise foliar (SEDIYAMA, 2015).

Essa relação existente entre a mobilidade dos nutrientes, é evidenciada na variação contínua nas dosagens de Fósforo (P) e Potássio (K), de acordo com aumento das produtividades de grãos, como na Tabela 2, salienta a necessidade da prudência para recomendações agrônomicas, já que são nutrientes móveis na planta, e para mantê-los no solo nas próximas safras disponíveis para a planta de soja (SEDIYAMA, 2015).

Atenta-se também, para a perda desses nutrientes por lixiviação e perdas eólicas, tendo em vista que a topografia é muito importante, para evitar perdas e para mecanização da produção de soja, ligando-se diretamente as altitudes que se encontram, que refletem em temperaturas médias distintas que são favoráveis de 20° C à 30° C, e sua indução floral só ocorre em temperaturas acima de 13° C, e a nodulação que favorece a maior fixação do nitrogênio em temperaturas próximas à 27° C, e com boa relação de água no solo, com umidades de solo devem estar entre 50% à 85% da capacidade de campo, essa necessidade varia de 450 a 800 mm/ciclo (EMBRAPA, 2010).

Tabela 2 - Doses dos nutrientes a serem recomendadas pelo sistema de recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja (SIRSo), para diferentes produtividades.

Produtividade (grãos)	P (M-1) ¹	P (RA) ²	K	Ca ³ Mg ³	S	Cu ¹	Fe ¹	Zn ¹	Mn ¹	B
Kg/ha										
2.000	34,0	39,0	26,0		0,0	1,5	0,0	4,5	0,5	2,5
2.500	44,5	50,0	59,0		4,5	2,0	0,0	6,0	1,5	3,0
3.000	55,5	61,0	101,5		8,5	2,5	0,0	7,5	2,0	3,5
3.500	66,5	72,0	154,5		12,0	3,0	3,0	8,5	2,5	4,0
4.000	78,0	83,0	186,5		15,0	3,5	5,5	9,5	3,0	4,5
4.500	89,0	94,0	234,0		18,0	4,0	8,0	10,5	3,5	5,0

(1) Considerando análise pelo extrator Mehlich-1; (2) Considerando análise pela Resina de troca aniônica; (3) O Ca e o Mg são fornecidos pela calagem e, somados ao Ca e Mg do solo e resíduos orgânicos, não há necessidade de recomendação adicional desses nutrientes.

Fonte: Santos, F. C. dos et al. (2008).

Em um país de dimensões continentais, onde há grande diversidade topográfica, solos (composição e profundidade), climáticas, e no fotoperíodo, torna-se indispensável para um bom desenvolvimento da cultura, conhecer a fundo sobre a sua taxonomia, exigências hídricas, nutricionais e luminosidade (SEDIYAMA, 2015).

Apesar de relatos de cultivos na Bahia em meados de 1882, a soja foi introduzida no país em 1901 através da Estação Agropecuária de Campinas, com plantios em campos experimentais, distribuição para produtores paulistas e também com a chegada de imigrantes japoneses por volta de 1908, posteriormente disseminada para o sul do país, assim sua expansão pelo país deu-se de fato em 1970, após aumento no consumo de óleos e derivados acometido com aumento populacional ocorrido. Uma crescente contingência brasileira e mundial no consumo de soja e seus derivados, fez com que houvesse uma necessidade do aumento da produção brasileira e de outros polos produtores mundiais, sendo nos últimos vinte anos duplicada sua área de cultivo, tanto para consumo humano como animal (SEDIYAMA, 2005).

Outros fatores tiveram importância no aquecimento do mercado agrícola relacionado a soja, tais como o surgimento de um parque industrial que possibilitou processamento e aumento do nível tecnológico da soja (maquinários e insumos), sistematização de projetos de pesquisa desenvolvidos pelos setores público e privado, expansão da fronteira agrícola, redução do valor da terra, topografia das regiões de crescimento (cerrado brasileiro), safras disponibilizadas na entressafra norte americana, incentivos governamentais e desenvolvimento de cultivares e tecnologias de produção para as regiões em expansão (EMBRAPA, 2005).

Ao observar a sistematização dos setores públicos e privados, vários órgãos se destacaram no melhoramento genético da soja, sendo o INTISOJA, EMBRAPA E IAC, surgimento

em diversas localidades do país, como na Universidade Federal de Viçosa, EPAMIG, Emgopa, Embrapa Cerrados, todos em meados de 1970 a 1975, alguns com grande destaque no cenário nacional para a época contribuindo com diversas tecnologias primordiais para expansão da fronteira agrícola da soja. Assim, a produção passa por grandes investimentos e incentivo estatal, leis que beneficiam as tecnologias e financiam a expansão agrícola, permitindo a migração da lavoura colonial para um cultivo mecanizado e com grandes avanços sobre a correção do solo, possibilitando a ida para demais regiões do país saindo da região sul, sudeste e migrando para o cerrado (onde engloba regiões centro-oeste, nordeste e norte). Sendo motivados com a grande abrangência do mercado em expansão da soja, que vai do consumo animal à produção de óleos (SEDIYAMA, 2015).

O consumo crescente deste alimento advém de suas características nutricionais, onde possuem grandes teores de óleo e proteínas cerca de 20% e 40% respectivamente, representando do total dos óleos vegetais cerca de 56% do total ofertado e em razão da soja ser um alimento rico nestes nutrientes e com um baixo custo relativo de sua produção, são utilizados tanto na nutrição animal (onde o farelo é a base da dieta), como na alimentação humana, afim de suprir o progressivo consumo de proteínas por pessoa dia pela população mundial, principalmente em países desenvolvidos e os em desenvolvimento, graças ao aumento do poder aquisitivo dos habitantes, do consumo de carnes a menores custos e inclusão da soja diretamente na dieta, fomentam o aquecimento do mercado de produção de soja (MOURAD, 2006).

Em uma perspectiva para o futuro do mercado, o consumo tende a ser uma crescente, devido ao incremento das economias emergentes, e crescimento populacional terrestre atingindo 9 bilhões de pessoas em 2050, que demandará maior oferta de alimentos, tanto para produção animal como na nutrição humana, onde os países que poderão ter crescimento na produção, nas áreas e nas produtividades para fornecer alimentos, serão poucos, como Brasil, Índia, China, enquanto EUA e Argentina que detém grandes produções, não possuem perspectiva de aumento significativo (SEDIYAMA, 2015).

Graças a todo esforço desempenhado e o sucesso obtido, o Brasil passa de responsável por 0,5% da produção mundial, para ser segundo maior fornecedor nos dias atuais, com cerca de 33,68% da produção, com 111,60 milhões de toneladas, atrás dos EUA, com 117,21 na safra 2016/2017, descritos na Tabela 3, que decorre sobre as diferentes produções de acordo com as últimas duas safras (CONAB, 2017). Juntos, os EUA, Brasil e Argentina são responsáveis por cerca de 81,18% de toda a produção mundial. O USDA estima que o Brasil continuará a ser o país que mais exporta na safra 2017/2018 sendo responsável por cerca de 42,50% de tudo que é exportado no mundo, isso equivale a 63,50 milhões de toneladas, e contando com incremento

de área para próxima safra de cerca de 2% e queda na produtividade comparado a safra atual, segundo projeções dessas companhias. Neste ano de 2017 exportou-se cerca de US\$ 16,00 bilhões de dólares com a cadeia da soja, isso equivale a 41,17% da renda obtida com as exportações brasileiras do agronegócio (AGROSAT, 2017).

Tabela 3 – Diferença entre as produções dos principais países produtores de soja, entre as safras 2016/2017 e 2017/2018.

PAÍS/SAFRA	2016/2017	2017/2018	DIFERENÇA (%)
EUA	117,21	115,80	-1,20
BRASIL	111,60	107,00	-4,12
ARGENTINA	57,00	57,00	0,00
CHINA	12,90	13,80	6,98
OUTROS	49,33	51,07	3,54
TOTAL	348,04	344,68	-0,97

Fonte: USDA (2016).

Nota-se a importância do desenvolvimento do melhoramento genético, afim de criar mecanismos que possibilitem, maiores produções por área, resistências a pragas, doenças e competição com planta invasoras, reduzindo o uso de defensivos agrícolas na produção deste grão.

O desenvolvimento de novas tecnologias tem sido um processo contínuo e fundamental para a introdução de novas cultivares, onde os programas de melhoramento são embasados em objetivos gerais e específicos visando sanar restrições e problemas frente as limitações bióticas e abióticas ligados a produção, tecnologias como resistência a pragas, doenças, e que facilitem o manejo contra plantas daninhas, acamamento, dentre outras tecnologias. As hibridações são executadas para gerar germoplasma com variabilidade genética e populações segregantes são conduzidas por métodos tradicionais de melhoramento de plantas autógamas, que permite a avaliação de novas plantas com características agrônomicas desejáveis (ALMEIDA, 1997).

A variabilidade genética é a base do processo de melhoramento genético, e este processo é fundamental para desenvolvimento da humanidade como um todo, dando início graças à domesticação de plantas ocorridos há muito tempo, com espécies como arroz, trigo, milho. Tais possibilitaram, através de seleção de sementes deiscantes, o fim dos métodos de coleta, o começo das práticas agrônomicas, aplicação de um mecanismo sustentável, manuseio das leis da genética com Mendel, onde as alelos que conferem determinadas características são herdadas

dos genitores pelas progênes e levam à atuação nas diversas áreas da fisiologia vegetal, estatística, bioquímica e agronomia (MACHADO, 2107).

O melhoramento genético de plantas é a mais valiosa estratégia para aumento da produtividade de forma sustentável e ecologicamente equilibrada (BORÉM, 2005). Engloba todas as técnicas, métodos, estratégias ou recursos utilizados para que algum progresso seja incorporado a uma espécie vegetal. De modo geral, este progresso está relacionado com a melhora do conteúdo genético da espécie trabalhada, em estreita relação com o ambiente onde esta espécie será cultivada (BORÉM, 1997). Visa obter genótipos superiores, mas a expressão destes genótipos, que são os fenótipos, dependem, entre outros, do ambiente onde este genótipo está (CHAVES, 2001).

Ao conduzir-se um projeto de melhoramento de soja deve-se levar em conta vários fatores, como o conhecimento técnico-científico elaborado e sobre demais trabalhos já realizados na área da avaliação, pois são muitos caracteres avaliados, e classifica-se uma grande diversidade, essa variedade genética que se quer obter é baseada na reação dos cultivares quando levados aos estresse, ou julga-se interações do genótipo com ambiente (BORÉM, 2005).

Os cruzamentos no melhoramento clássico restringem-se, no máximo, a espécies correlacionadas, caso contrário, ter-se-á descendentes estéreis, o que é inviável, pois as características não poderão ser transmitidas às gerações futuras, terminando com o processo. No caso de métodos biotecnológicos, que serão abordados posteriormente, esta barreira reprodutiva deixa de existir (MACHADO, 2017)

Neste sentido, caracteres agrônômicos e morfológicos são submetidos à análise multivariada, permitindo identificar informações entre inúmeros caracteres, possibilitando restringir os erros quanto à escolha de progenitores mais divergentes nos programas de melhoramento (CRUZ et al., 2004).

Em uma primeira fase, são selecionadas as populações segregantes, através de hibridação artificiais, para atender aos objetivos gerais e específicos dos programas de melhoramento. Em outra fase, a partir de populações em gerações mais avançadas, são selecionadas plantas para o estabelecimento de testes de progênes e seleção de linhagens possuindo características agrônômicas desejáveis (ALMEIDA, 1997).

Na fase seguinte, avalia-se a produtividade e estabilidade de produção em um grande número de linhagens. Necessariamente na seleção de genótipos superiores é obrigatório empregar ensaios de avaliação, repetidos em vários ambientes (locais e anos), para poder identificar a interação do genótipo com o ambiente e a possível adaptação em função da produtividade e

da estabilidade (ALMEIDA, 1997). Tem-se a necessidade de desenvolver alguma metodologia para condução do experimento de melhoramento genético.

O método genealógico modificado Single Seed Descent (SSD) proposto inicialmente por Charles Brim, em 1966, propõe uma redução para chegar a linhagens homozigóticas, sendo que há uma adaptação ao melhoramento de soja, onde usa-se a coleta de vagens afim de propiciar vantagens como redução à mão de obra, máxima variância genética entre as linhagens na população final, obter rapidamente o nível desejado de homozigose, conduzir fora da região de adaptação, e redução de área (BORÉM, 2005).

Com o uso do Single Pod Descent (SPD) permite que muitas das linhagens na população final correspondam a uma mesma planta F2. Uma variação que ainda pode ser utilizada desse método é onde há plantio em covas individuais da vagem colhida em F2, e após a germinação e desenvolvimento das plântulas faz-se o desbaste, deixando apenas uma planta, sendo repetido esse processo até atingir a homozigose, garantindo que F2 possuirá um descendente na população final (BORÉM, 2005).

Essa variação genética aditiva entre as plantas nas populações segregantes aumenta à razão de $(1 + F)\sigma^2a$, em que F é o coeficiente de endogamia na geração considerada. A seleção de indivíduos em gerações avançadas, como ocorre nesse método, beneficia-se da maior variância genética aditiva presente (BORÉM, 2005).

Como cada linhagem na população final corresponde a uma planta F2 diferente, a variância genética é maximizada. A variância genética na população pode ser reduzida se mais de uma linhagem na população final corresponder a uma mesma planta F2 (BORÉM, 2005). Ao propor um modelo de melhoramento para futura interpretação, define-se os métodos de avaliação genética, mas deve-se inferir sobre o conceito de genética, que é a definição para ciência que estuda a herança e a variação de caracteres, que sejam herdáveis, sendo classificados em qualitativos e quantitativos, onde têm padrão de herança simples e baseiam-se nas proporções das classes fenotípicas, avaliadas nas descendências de cruzamentos, enquanto o outro tem o padrão de herdabilidade complexo, sendo condicionados por diversos genes com mínimos efeitos individuais além de sofrerem grande influência do ambiente.

Para avaliar caracteres quantitativos, adotamos o modelo básico, que define o fenótipo a partir das características dos indivíduos, como resultado da ação dos genótipos e do meio. Mas a variância fenotípica constituída a partir da variância genotípica e a proveniente dos desvios propostos pelo ambiente, admitindo que a covariância entre o genótipo e ambiente sejam nulas (CRUZ, 2006).

A variância genotípica pode ser fracionada em três outros componentes que interagem entre si, variância aditiva, variância atribuída aos desvios de dominância (interações intra-alélicas) e da variância dos efeitos epistáticos resultantes (interações inter-alélicas) (CRUZ, 2006).

O estudo genotípico de caracteres quantitativos é uma série de informações colhidas dos indivíduos que em conjunto formam uma população. Auxiliando na identificação de genitores, com boa estabilidade, heterótico e com alelos com características herdáveis almejados. Objetiva-se a determinação da fração herdável tanto da média quanto da variância dos indivíduos, buscando quantificar a magnitude relativa dessa fração nas variâncias genotípicas aditivas, e também nas variâncias oriundas dos desvios epistáticos (que não são herdáveis) (CRUZ, 2006).

Análises da diversidade genética possibilitam a identificação de genitores adequados à obtenção de híbridos com maior efeito heterótico e que proporcionem maior segregação em recombinações, possibilitando o aparecimento de transgressivos (CRUZ, 2006). A heterose é manifestada em híbridos em decorrência dos efeitos da dominância para o caráter do gênero em questão e do quadrado da diferença das frequências gênicas de seus genitores, além de efeitos epistáticos que geralmente são negligenciados. Há duas maneiras básicas de se inferir a diversidade genética, sendo a primeira de natureza quantitativa e outra de natureza preditiva (CRUZ, 2006).

Na avaliação da diversidade, heterose manifestada nos híbridos, entram análises dialélicas, com análise de P genitores e de todas suas combinações híbridas, resultando em um total de $P(P-1)/2$ híbridos a serem avaliados (CRUZ, 2006).

Métodos preditivos da heterose são aqueles que tomam por base as diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, quantificando-as em alguma medida de dissimilaridade que expressa o grau de diversidade genética entre os genitores. Diversidade geográfica é preditivo de heterose (CRUZ, 2012).

Murty e Arunachalan (1966) e Upadhyay e Murty (1970) relataram que a diversidade genética e a seleção, em diferentes ambientes, podem causar maior diversidade que a distância geográfica. Intensa troca de material genético (sementes, estruturas propagativas de diferentes regiões e pesquisadores) pode e causa perda de individualidades.

Pais não distantes geneticamente entre si tendem a compartilhar muitos genes ou alelos em comum, quando estes são cruzados, há pouca complementaridade e baixo vigor em razão do baixo nível de heterozigosidade alélica no cruzamento.

Os que são distantes geneticamente, tendem a diferir de forma crescente no número de lócus no qual os efeitos de dominância estão evidentes, contribuindo para ocorrência da hete-

rose (GHADERI et al., 1984). A substituição de genótipos e complementação das características nos híbridos supera as fraquezas individuais de seus genitores (WILLIAMS, 1959; GRAFIUS, 1961; SINGH, 1981; GHADERI et al., 1984).

O sucesso de um experimento está relacionado com existência de variabilidade na população de trabalho. Intercruzamento de cultivares superiores e divergentes características agrônomicas, morfológicas e moleculares (CRUZ, 2006).

O objetivo básico do melhoramento genético da soja, da mesma forma que para maioria das plantas cultivadas, é a obtenção de cultivares com característica que permitam rendimentos mais elevados. Para cada região agrícola onde se cultiva soja, deseja-se encontrar cultivares mais produtivas, para que o cultivo resulte em maior rentabilidade ao agricultor. O rendimento é afetado, tanto pelos fatores ecológicos que influenciam no crescimento das plantas, como pela capacidade genética da planta para produzir (VERNETTI, 1983).

É essencial a busca constante por novas cultivares de soja, através de programas de melhoramento genético, que apresentem cada vez mais e em maior intensidade as características desejáveis para o seu cultivo (BACAXIXI, 2011). Ao constatar a importância econômica da cultura, é imprescindível a busca no melhoramento que baseie-se em métodos eficazes, que gerem estabilidade, com características qualitativas e quantitativas, eficazes para selecionar indivíduos capazes de propiciar novas tecnologias que permitam que os produtores obtenham materiais produtivos e precoces, justificados pela redução das “janelas agrícolas” de safra e entressafra e que respeitem as datas delimitadas por órgão responsáveis, de plantio e vazios sanitários propostos aos estados produtores. (EMBRAPA, 2007).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente projeto, serão consideradas basicamente três etapas no programa: Blocos de cruzamento (1), condução F1 (2), condução populações F2 (3).

Na primeira etapa, blocos de cruzamento todas as sementes que originarão as plantas serão plantadas em uma casa de vegetação localizada na Universidade Federal de Viçosa, localizada à 20°45'14'' de latitude Sul, e o meridiano de 42°52'54'' longitude Oeste, também cerca de 650 m do nível do mar.

Empregar o método Single Pod Descent (SPD), colhendo-se vagens, agrupando-as, selecionando e trilhando, para posteriormente utiliza-lá no plantio das próximas gerações além de compor como uma reserva.

Em cada planta de cada unidade experimental serão avaliados os seguintes caracteres fenotípicos:

- Número de dias para o início da floração (NDIF) - número de dias contados a partir da data de semeadura até o início do florescimento da planta;
- Número de dias para a maturação (NDM) - número de dias compreendidos entre o florescimento e a maturidade da vagem;
- Número dias para a maturidade (NDMD) – número de dias compreendidos entre a semeadura até o surgimento da primeira vagem com mudança de cor, indicando o início do processo de secagem;
- Número de vagens por planta (NVP) – número de vagens das plantas individuais da parcela;
- Número de grãos por vagem (NGV) - média do número de grãos de três vagens tomadas de cada planta da parcela;
- Massa de grãos por vagem (PGV) – média da massa de grãos de três vagens tomadas de cada planta da parcela, expresso em gramas (g);
- Massa de 100 grãos (P100G) - massa de 100 grãos tomadas de cada planta da parcela, expresso em gramas (g);
- Produtividade de grãos (PG) – massa total de grãos tomado de cada planta da parcela, expresso em gramas (g).

A utilização de Blocos de Cruzamento almejando produção de progênie, com uso de duas plantas femininas e uma masculina, sendo três blocos plantados em diferentes épocas,

variando nos períodos estipulados em outubro, com intenção de garantir material genético (pólen) para todas as plantas geradas. Sendo elas irrigadas de acordo com a recomendação estipulada, todos os dias.

Destes 11 genitores obtidos, serão 4 plantas femininas e 7 plantas masculinas, avaliados e cruzados entre si, onde temos um total de 28 famílias (híbridos), além dos 11 genitores, cada família foi representada por 5 vasos (repetições) sendo 3 sementes plantados por vaso, e após germinação sendo desbastados o excedente e apenas restando uma planta por vaso (total de 15 sementes por família e após o desbaste restando 5 sementes por família).

As plantas F1 serão plantadas em vasos com 5 L de capacidade, devidamente identificados com os híbridos e genitores e distribuídos na casa de vegetação com delineamento em blocos casualizados. As sementes serão inoculadas com *Rhizobium*, 100 mL diluídos para total das sementes. Os vasos irrigados diariamente, de acordo com a recomendação da cultura, (50% à 85% da capacidade de campo) e terão regulação do fotoperíodo diário (com luzes incandescentes) para a exigência da cultura da soja cerca de 12 a 15 horas diárias, onde na localidade de Viçosa – MG (a demanda de luz não ocorre no período executado em F1 - fevereiro a junho).

Controle de pragas e doenças realizado quando necessário com devidos defensivos agrícolas e suas respectivas dosagens recomendadas com uso de EPI's (Registrados para a cultura da soja).

Após regularizado, o florescimento e enchimento de grãos de F1 não receberão a correção de fotoperíodo, sendo apenas irrigadas regularmente, para satisfazer a exigência recomendada em água da cultura. Ao final, quando já se encontrarem no ponto de maturação fisiológica da cultura, serão colhidos as sementes produzidas em F1, devidamente etiquetadas e identificadas.

Para obtenção das sementes de F2, as sementes produzidas a partir de F1, irão para o campo experimental, sendo plantados 20 sementes por repetição em cada família e tendo um total de 3 repetições por família, totalizando 60 sementes por família, tendo um total de 28 famílias mais os 11 genitores iniciais. Totalizando 2.340 sementes de soja advindos de F1.

Espaçamento recomendado de 0,5 x 0,1 m onde cada repetição obterá cerca de 2 m lineares, 6 m lineares por família, (2 m² por família), em um somatório de 234 m lineares de plantio (0,078 ha).

Para realização do plantio, em F2 será feito tratamento de sementes contra pragas e doenças de solo, e novamente inoculação de *Rhizobium*, adubação fosfatada com cerca de 80 kg de P₂O₅ e 80kg de K₂O, não haverá adubação nitrogenada devido a inoculação realizada no

tratamento de sementes. A realização de todos os tratos culturais recomendados à cultura à campo.

Ao final, após maturidade fisiológica das plantas F2, serão selecionadas as que se enquadram e realizado separação das sementes das mesmas para desenvolvimento da variedade.

Objetiva-se o cruzamento entre materiais que tenham as características esperadas, produtividade e precocidade, com materiais que apresentem variabilidade genética, capacidade combinatória e boa adaptação, tem-se assim uma população-base, possibilitando combinações híbridas de maior efeito heterótico e maior heterozigose, assim suas populações segregantes terão maior probabilidade da recuperação dos genótipos superiores. Para os materiais que detenham desempenho esperado em produtividade e precocidade, realiza-se análise dialélica, e materiais divergentes (a partir da população F1) estudos prévios de natureza preditiva.

Ao gerar análises sobre materiais que atendam as características propostas, é preciso conhecer a diversidade dos seus materiais, sendo coletados dados que irão condicionar a condução de famílias segregantes que permitam maximizar os ganhos diretos, indiretos ou simultâneos em características de importância.

Ao final gera-se o material genético melhorado, avalia-se a interação genótipo com o ambiente e sua estabilidade, capacidade de mostrar comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente, e adaptabilidade (capacidade dos genótipos em aproveitar vantajosamente o estímulo do ambiente (CRUZ, 2012).

6. ANÁLISE DIALÉLICA

O esquema dialélico é um delineamento onde quantifica-se a variabilidade genética, analisando o valor genético de progenitores, capacidade específica e heterose manifestada em cruzamentos específicos, é necessária para sua avaliação que todas suas combinações híbridas ocorram, e podem sofrer endogamia que resume-se a probabilidade dos alelos de um loco sejam idênticos de um indivíduo por derivar da semelhança dos pais, e realiza-se nos blocos de cruzamento (CRUZ, 2012).

7. ANÁLISE DIVERSIDADE GENÉTICA PREDITIVA

Estudos prévios onde objetiva-se diferenciar morfologicamente, fisiologicamente, dentre outras, e são estimados geralmente a partir de uma medida de dissimilaridade, geram matrizes de distância, e são base dos métodos aglomerativos, esses modelam algum critério de classificação, de forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos. Estudos de dissimilaridade destinados a identificação de genitores para hibridação têm sido

feitos a partir de informações dos caracteres quantitativos, e são utilizados regularmente a distância Euclidiana e de Mahalanobis (CRUZ, 2012).

7.1. DISTÂNCIA EUCLIDIANA:

Seriam as distâncias entre Y_{ij} a observação no i -ésimo genótipo para a j -ésima característica, sendo v o número de características analisadas, teremos as distâncias medias entre o par de genótipos i e i' por meio da Equação 1:

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j})^2} \quad (1)$$

Onde, matematicamente descrevendo, é a distância entre dois pontos que pode ser provado pela aplicação repetida do Teorema de Pitágoras. Pode ser conduzida sem ensaios experimentais com repetições, mas baseia-se na equação proposta acima, com n número de características analisadas (CRUZ, 2006).

7.2. DISTÂNCIA DE MANAHALOBIS:

Mede-se as distancias levando-se em conta as variâncias e covariâncias residuais, que existem entre as características mensuradas, obtendo-se a matriz de dispersão residual (ψ) entre as medias das características. Só é possível estimá-la quando dispõe-se da matriz de covariância residuais estimadas a partir de ensaios experimentais com repetições (CRUZ, 2006), conforme a Equação 2.

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta \quad (2)$$

Em que :

$D_{ii'}^2$: É a distância de Mahanalobis entre os genótipos i e i' ;

ψ : matriz de variâncias e covariâncias residuais

δ' : [$d_1 d_2 \dots d_v$], sendo $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$

Y_{ij} : é a media do i -ésimo genótipo em relação a j -ésima variável.

Além de possibilitar estudo da diversidade genética, é possível, por meio das distâncias de Mahanalobis, quantificar a contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética, utilizando o critério proposto por Singh (1981), baseado na estatística $S_{.j}$. Nesse caso, de acordo com a Equação 3.

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta = \sum_{j=1}^v \sum_{j'=1}^v \omega_{jj'} d_j d_{j'} \quad (3)$$

$\omega_{jj'}$: é o elemento da j -ésima linha e j' -ésima coluna da inversa matriz de variâncias e covariâncias residuais.

O método descrito por Singh (1981) é utilizada para aferir contribuições relativas de cada caráter na expressão de divergência genética do experimento. Analisa-se de forma a dar menor importância a características que apresentam menor variabilidade, ou que estão representadas por outras características (CRUZ, 2006).

7.3. TÉCNICAS DE AGRUPAMENTO:

Têm como efeito reunir critérios de classificação dos genitores em vários grupos, que sejam homogêneos dentro dos grupos formados e heterogêneos entre os grupos formados, eles utilizam as medidas de dissimilaridade geradas, nas avaliações das características, e adota-se uma técnica de agrupamento e formação dos grupos, podem ser hierárquicos onde os genitores são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, estabelecendo um dendograma

ou diagrama de árvore, sem atentar com número ótimo de grupos, e sim com pontos de mudanças de níveis, delimitados do número de genitores. Ou não hierárquicos (métodos de otimização) onde a participação do conjunto de genitores em sub-grupos não vazios e mutuamente exclusivos, por meio da maximização ou minimização de alguma medida preestabelecida (CRUZ, 2012).

7.3.1. OTIMIZAÇÃO DE TOCHER

A utilização de otimização de Tocher corroboram com a identificação do par de indivíduos mais similares que formarão o grupo inicial, propondo a inclusão de mais indivíduos semelhantes, tendo que a distância média intragrupo deverá ser menor que a distância média intergrupo, com isso a avaliação para inclusão de novos indivíduos é pela comparação entre acréscimos no valor médio das distâncias em níveis máximos permitidos, que comparam-se às medidas de dissimilaridades dos conjuntos de menores distâncias dos indivíduos. (CRUZ, 2006)

Após obter a matriz de dissimilaridade pela distância de Mahalanobis ou distância média Euclidiana, identifica-se o par de indivíduos mais similares, que formarão o grupo inicial, assim avalia-se a possibilidade de inclusão de novos indivíduos, adotando-se o critério de distancias intragrupo deve ser menor que a distância média intergrupo. A tomada de decisão baseia-se na comparação entre o valor que será acrescido na média da distância dentro do grupo em nível máximo permitido, que pode ser estabelecido arbitrariamente, ou adotado, o valor máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto de menores distâncias envolvendo cada indivíduo. Ao formar o primeiro grupo, com os indivíduos de menor medida de dissimilaridade, que terá distância menor que o mínimo estabelecido, pode-se avaliar a inclusão ou não de demais indivíduos através da razão entre a distância desse genótipo em relação ao grupo, dividido pelo número de genótipos que já o constitui. Faz-se a mesma coisa para montar o grupo 2 mais com demais medidas de dissimilaridade ainda existentes no conjunto avaliado, e por consequência a mesma análise feita no primeiro grupamento para aí sim avaliarmos (CRUZ, 2006).

A formação do primeiro grupo se dá pela junção de um valor máximo (θ), presente na análise da matriz.

Se $\frac{d_{(grupo)k}}{n} \leq \theta$ inclui-se o indivíduo k no grupo;

Se $\frac{d_{(grupo)k}}{n} \geq \theta$ o indivíduo k não é incluído no grupo.

$d_{(grupo)k}$: corresponde a distância do indivíduo k e o grupo formado $d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$, supondo-se que i e j formem o grupo.

n : número de indivíduos que constitui o grupo original.

7.3.2. MÉTODO DE UPGMA:

É a utilização de médias aritméticas das medidas das distâncias, reduzindo a caracterização por valores de distâncias dos indivíduos analisados. O dendograma é formado pelos indivíduos de maior similaridade e a distância do indivíduo k e um grupo formado.

Não-ponderado de agrupamento aos pares, utilizando médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, que evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (mínimos ou máximos), e sim estabelecendo genótipos com maior similaridade. A distância entre 2 grupos formados, é dada pela média do conjunto, cujos elementos são as distâncias entre os pares de indivíduos (CRUZ, 2006). Conforme as Equações 4 e 5.

$$d_{(ij)k} = \text{média}\{d_{ik}; d_{jk}\} = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2} \quad (4)$$

$$d_{(ij)(kl)} = \text{média}\{d_{ik}; d_{il}; d_{jk}; d_{jl}\} = \frac{d_{ik} + d_{il} + d_{jk} + d_{jl}}{4} \quad (5)$$

A distância entre um indivíduo k e um grupo formado pelos indivíduos i e j, pode ser dada pela média do conjunto das distâncias dos pares de indivíduos ($i e k; j e k$).

Enquanto a distância entre dois grupos, é dada pelas médias dos conjuntos, que são compostos, ou seja, média entre os pares de indivíduos ($i e k; i e l; j e k; j e l$).

Com estes métodos de avaliação juntamente com utilização do programa GENES, serão extraídos dados para segregação de um grupo de indivíduos com os atributos esperados pelo melhorista a desenvolver o projeto (Figura 3).

9. ORÇAMENTO

Na tabela abaixo, foram descritos todos os gastos envolvidos no plantio, através de um orçamento de ações, em relação à mão-de-obra envolvida desde o plantio até a colheita; os insumos utilizados no plantio e tratos culturais realizados na produção da soja. A quantia total no final da produção foi de R\$ 1.739,00.

Tabela 4 - Orçamento de ações no plantio da soja.

AÇÕES	UNID.	QUANTIDADES	PREÇOS
MDO - Plantio	Dia/homem	2	R\$ 160,00
Inoculação	Kg	0,5	R\$ 65,00
Fungicidas - Thiram480TS	L	1	R\$ 120,00
Herbicidas - RoundUp	L	1	R\$ 25,00
Herbicidas - DMA	L	1	R\$ 19,00
Herbicidas – Fusilade	L	1	R\$ 81,55
Insetcidas - Decis	L	1	R\$ 70,12
Insetcidas - Tiger	L	1	R\$ 150,00
Insetcidas – Oberon	L	1	R\$ 140,00
Insetcidas - Lorsban480BR	L	1	R\$ 180,00
MDO - Tratos Culturais	Dia/homem	0,5	R\$ 40,00
EPI		1	R\$ 140,00
Vasos	5L	50	R\$ 150,00
Adubo	Saca	2	R\$ 140,00
MDO – Colheita	Dia/homem	2	R\$ 160,00
TOTAL			R\$ 1.640,00

O uso de casa de vegetação da instituição (UFV) exonera gastos com construção de casa de vegetação, além dos gastos para manutenção e manutenção da mesma. Além de também não incluir gastos com bolsas de ensino e pesquisa.

10. REFERÊNCIAS

- AGENCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Fotoperíodo**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/cont000fzr67crj02wx5ok0cpoo6avcbryr2.html>>. Acesso em: 13 jun. 2017
- ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: Edgar Blücher, 1974. p. 381.
- ALMEIDA, L. A. D. et al. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, Petrolina, PE, v. 1, nov. 1999.
- ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; ABDELNOOR, R. V. Melhoramento de soja. In: SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5. 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1997. p. 11-55.
- BACAXIXI, et al. A SOJA E SEU DESENVOLVIMENTO NO MELHORAMENTO GENÉTICO. **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA**, [S.L], v. 10, n. 20, jul./dez. 2011. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/tSjbquap9DNUQy_2013-5-17-17-43-15.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 20ª ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 547 p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2005. 525 p.
- CHAVES, L. J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. (eds.) **Recursos genéticos e melhoramento - Planta**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 673-713.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/olalacms/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2017.
- CRUZ, Cosme Damião. **Princípios de genética quantitativa**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2005. 307-330 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed. Viçosa, Editora UFV. 480 p. 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivares de soja convencionais - Mato Grosso – Safra 2010/2011**. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2011b. 16 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologia de Produção de soja – Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, PR: Embrapa Soja 2011ª. 2011a. 264 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2005**. Londrina, PR: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 239 p.

EMBRAPA SOJA. **Soja seca em carência da água - exigências climáticas**. 2010. Disponível em: <https://bioinfo.cnpso.embrapa.br/seca/index.php?option=com_content&view=article&id=73%3aexigencias-climaticas&catid=84&itemid=435>. Acesso em: 12 mai. 2017.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Iwoa, Ames: Iwoa State University of Science and Technology, 1977. 12 p. (Special Report, 80).

FUNDAÇÃO MERIDIONAL APOIO A PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Grupo de maturidade re-ativa**. Disponível em: <<http://www.fundacaomeridional.com.br/soja/tecnologias>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

GHADERI, A.; ADAMS, M. W.; NASSIB, A. M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and faba bean. **Crop Sci.**, v. 24, p. 24-27, 1984.

GRAFIUS, J. E. The complex trait as a geometric construct. *Heredity*, v.16, n.1, p.225-228, 1961.

HARLAN, J. R. **Crops and man**. Madison, Winsconsin: ASA. CSS of Am., 1975. 295 p.

[HTTP://WWW.ALICE.CNPTIA.EMBRAPA.BR](http://www.alice.cnptia.embrapa.br). **Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes**. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/981323/1/lvsojamelhoramento.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

INFOTECA CNPTIA EMBRAPA. **Anais do simpósio brasileiro de ferrugem asiática da soja**. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/468847/1/281documento.pdf#page=23>>. Acesso em: 13 mai. 2017.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans na their implications in selection. **Agronomy Journal**, v. 47, p. 477 – 483, 1955.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal, um enfoque filogenético**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632 p.

LERSTEN, N. R.; CARLSON, J. B. Vegetative mophology. In: BOERMA, H.R.; SPECHT, J. E. (Ed). **Soybeans: improvement, production and uses**. [S.l.]: American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., 2004. p. 15-57

MACHADO, Altair Toledo. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.L], v. 12, n. 1, mar. 2017. Disponível em: <http://orgprints.org/26614/1/Machado_Constru%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agrostat - estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/index.htm>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

MOURAD, A. L. Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6. 2006, Campinas. **Proceedings online...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022006000200029&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 06 jun. de 2017.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed). **A soja no Brasil**. 1. Ed. [S.1.]: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 65-104.

MURTY, B. R.; ARUNACHALAM, V. The nature of divergence in relation to breeding system in some crop plants. **The Indian Journal of Genetics na Plant Breeding**, v. 26, n. 2, p. 188-198, 1996.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; BARROS, H. B.; TEIXEIRA, R. C. Morfologia, crescimento e desenvolvimento. In: SEDIYAMA, T. (Ed). **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2009. p. 7-16.

RIBEIRO, A. C. et al. **Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 323-324 p.

SANTOS, F. C. D. et al. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, jul./ago. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000400031>. Acesso em: 06 mai. 2017.

SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, L. A.; MIYASAKA, S.; KIIHL, R. A. S. Genética e melhoramento, In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. (Ed.) **A soja no Brasil** [S.1.]: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 209-226. .

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja – Parte I**. Viçosa, MG: Impr. Univer., UFV, 1985. 96 p.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Soja: **Do plantio à colheita**. 1 ed. Viçosa, MG: UFV, 2015. 111-167 p.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Soja: **Do plantio à colheita**. 1 ed. Viçosa, MG: UFV, 2015. 9-65 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Cultivares. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2009. p. 77-91.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de Espécies cultivadas**. 2. Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p. 551-603.

SEIXAS, SANTOS; GODOY, VIEIRA. VAZIO SANITARIO: PANORAMA NACIONAL E MEDIDAS DE MONITORAMENTO. **Anais do Simpósio Brasileiro de Ferrugem Asiática da Soja**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 23-33, jun./jul. 2007. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/468847/1/281documento.pdf#page=23>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The indian J. of Genet. And Plant Breed.**, v. 41, n-1, 1981.

UPADHYUAY, M. K.; MURTY, B. R. Genetic divergence in relation to geographical distribution in pearl millet. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 30, n. 3, p. 704-715, 1970.

VERNETTI, F.J. Soja: **Genética e Melhoramento**. Campinas: Fundação Cargil, v.2, 1983.

WILLIAMS, J. S. The avaluation of a selection index. **Biometrics**, v. 18, p. 375-393, 1962.