



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
CURSO DE AGRONOMIA**

**ARTEMISIA SOARES LIMEIRA
EDUARDO PEREIRA NERES**

**ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS GENETICOS E SELEÇÃO INDIRETA NAS
CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA DA SOJA**

**PORTO NACIONAL-TO
2021**

**ARTEMISIA SOARES LIMEIRA
EDUARDO PEREIRA NERES**

**ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS GENETICOS E SELEÇÃO INDIRETA NAS
CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA DA SOJA**

Projeto de pesquisa submetido ao Curso de Agronomia da FAPAC- Faculdade Presidente Antônio Carlos ITPAC Porto Nacional, como requisito parcial para aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I.

Orientador: Luís Henrique Froes Michelin

**PORTO NACIONAL-TO
2021**

**ARTEMISIA SOARES LIMEIRA
EDUARDO PEREIRA NERES**

**ESTIMATIVAS DOS PARAMETROS GENETICOS E SELEÇÃO INDIRETA NAS
CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA DA SOJA**

Projeto de pesquisa submetido ao Curso de Agronomia da FAPAC- Faculdade Presidente Antônio Carlos ITPAC Porto Nacional, como requisito parcial para aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I.

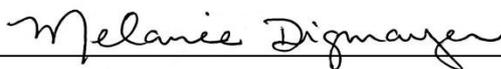
Aprovado em: ____/____/____



Orientador: Luís Henrique Froes Michelin
Instituto Presidente Antônio Carlos



Examinador 1: Cid Tacaoca Muraishi
Instituto Presidente Antônio Carlos



Examinador 2: Melanie Digmayer
Instituto Presidente Antônio Carlos

**PORTO NACIONAL-TO
2021**

DEDICATÓRIA

A Deus.

AGRADEÇO.

À todos que estiveram presentes
nessa jornada, dando-nos forças
e incentivo.

DEDICO.

RESUMO: A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma das leguminosas de grande importância no mercado agrícola brasileiro e o melhoramento genético tem uma contribuição fundamental no aumento da produtividade. Busca-se constantemente o desenvolvimento de novas cultivares com elevado potencial produtivo. O presente estudo teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e verificar a influência da seleção indireta em outras características de interesse na cultura. O experimento ocorreu na cidade de Porto Nacional-TO, nos anos de 2020/2021, foram conduzidas 2 populações (F₂ e F₃) provenientes do programa de melhoramento de soja da UFV, cada uma contendo 11 famílias, em delineamento experimental de blocos ao acaso com seis repetições. Na segunda etapa foram conduzidas em blocos casualizados com seis repetições. Foram mensurados caracteres agrônômicos: altura de planta, número de hastes laterais, número de nós e altura de inserção da primeira vagem. Os resultados mostraram estimativas de herdabilidade na população F₂ superiores a 85% para a produção de grãos. Com isso conclui-se que existe variabilidade genética para os caracteres analisados. Nas populações de soja analisadas, os ganhos preditos foram os que forneceram maiores ganhos totais.

Palavras-chave: *Glycine max*, seleção, melhoramento genético.

ABSTRACT: Soy, *Glycine max* (L.) Merrill, is one of the most important legumes in the Brazilian agricultural market and genetic improvement has a fundamental contribution to increase productivity. The development of new cultivars with high productive potential is constantly being sought. The present study aimed to estimate genetic parameters and verify the influence of indirect selection on other traits of interest in the crop. The experiment took place in the city of Porto Nacional-TO, in the years 2020/2021, 2 populations (F2 and F3) from the UFV soybean breeding program were conducted, each containing 11 families, in a randomized block experimental design with six repetitions. In the second stage, they were conducted in randomized blocks with six replications. Agronomic characters were measured: plant height, number of lateral stems, number of nodes and height of insertion of the first pod. The results showed heritability estimates in the F2 population above 85% for grain production. Thus, it is concluded that there is genetic variability for the characters analyzed. In the analyzed soybean populations, the predicted gains were the ones that provided greater total gains.

Keywords: *Glycine max*, selection, breeding.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Safra 2020/21 em comparação com safra 2019/20.....	4
Figura 2 - Comparativo de área, produtividade e produção entre safras 2019/20 e 2020/21 nos estados do Brasil.....	5
Figura 3 - Estádios de desenvolvimento da planta de soja.....	7
Tabela 1 - Resumo das análises de variância, para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), duas populações de soja.....	17
Tabela 2 - Estimativa dos componentes da variância e parâmetros genéticos dos caracteres para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), duas populações de soja.....	18
Tabela 3 - Ganhos genéticos preditos em porcentagem (GS %) para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), a partir da seleção das 6 das melhores famílias em duas populações de soja.....	19
Tabela 4 - Ganhos realizados em porcentagem (GS %) para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), a partir da seleção das 6 das melhores famílias em duas populações de soja.....	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GERAL.....	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 ORIGEM E INTRODUÇÃO DA SOJA NO BRASIL.....	4
3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA.....	5
3.3 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA.....	7
3.4 MELHORAMENTO GENÉTICO DA SOJA.....	8
3.5 PARÂMETROS GENÉTICOS.....	10
3.6 SELEÇÃO.....	11
4. METODOLOGIA.....	12
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	12
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	12
4.3 COLETA DE DADOS E AVALIAÇÕES.....	12
5. CRONOGRAMA.....	15
6. ORÇAMENTO.....	16
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	21

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), é uma leguminosa pertencente ao gênero *Glycine*, família Fabaceae e ordem Fabales. A cultura, atualmente, é considerada uma das principais leguminosas em nível mundial, e nos últimos anos, o Brasil vem ocupando uma posição de grande relevância na produção de alimentos, sendo um dos maiores produtores e exportadores de *commodities* agrícolas do mundo (CONAB, 2019).

Podemos observar que a produtividade da soja cresceu de forma muito significativa, tendo em vista a contribuição do melhoramento genético no lançamento de novas cultivares. No entanto, existem fatores que limitam a cultura, como alertam Costa *et al.* (2004) da necessidade de esforço contínuo do melhoramento genético para identificação e seleção de indivíduos superiores frente aos estresses bióticos e abióticos.

Na busca de novas cultivares, uma das etapas indispensáveis é a hibridação. Nesta etapa, a seleção adequada de genitores é essencial para obtenção de populações segregantes promissoras para o desenvolvimento de linhagens superiores (VALE *et al.*, 2015). Quando diferentes critérios de seleção são considerados, a predição de ganhos para cada critério é importante para direcionar o melhorista na utilização do material genético disponível visando maximizar os ganhos para os caracteres de interesse (PAULA *et al.*, 2002).

A seleção de progênies superiores não é tarefa simples, pois os caracteres de importância, em sua maioria quantitativos, apresentam comportamento complexo, que são altamente influenciados pelo ambiente e podem estar inter-relacionados, de tal forma que a seleção de um pode provocar a mudança em outro (CRUZ, 2006).

Para mitigar esse problema, uma técnica utilizada pelos melhoristas é o emprego dos índices de seleção, os quais possibilitam agregar múltiplas informações visando à seleção com base em um conjunto de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico simultaneamente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

É evidente a importância do melhoramento genético da soja na evolução da produtividade da cultura, já que ela tem se mostrado umas das principais *commodities* agrícolas do país. Em vista disso, este trabalho foi desenvolvido dentro dos conceitos de melhoramento genético da soja, com o objetivo de estimar

parâmetros genéticos e medir a eficiência da seleção indireta em caracteres de importância agronômica em populações segregantes da soja.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros genéticos para a produtividade em famílias de soja e verificar a influência da seleção indireta de características de importância agrônômica no ganho de seleção de genótipos mais produtivos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar caracteres agrônômicos de maior relevância no melhoramento genético da cultura;
- Selecionar indivíduos que possuem melhor desempenho produtivo em populações segregantes de soja;
- Analisar o ganho de seleção indireta, visando produção de grãos e precocidade.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ORIGEM E INTRODUÇÃO DA SOJA NO BRASIL

A soja é uma das plantas mais antigas do globo terrestre, sendo citadas entre os anos de 2.883 e 2.838 a.C na cultura chinesa. É uma espécie originária do leste da Ásia, mais precisamente no nordeste da China, conhecida como Manchúria (HYMOWITZ, 1970). Outros países do Sudeste asiático e do Extremo Oriente, também cultivavam a soja na dieta alimentar. Daqui em diante foi considerada uma leguminosa utilizada na alimentação humana, rica em proteína, substâncias oleaginosas e minerais (GOMES, 1990).

Nos Estados Unidos, em 1765, foi muito utilizada para feno e forragem verde. Com o passar dos anos, foi-se desenvolvendo em escala comercial, novas variedades com teor de óleo mais elevado. Desde então, ocorreu a expansão do seu cultivo (COSTA; MANICA, 1996). O primeiro relato da soja no Brasil foi feito por Gustavo D' Utra, na época cultivada no estado da Bahia, em 1882 (CÂMARA, 1998).

A soja começou a ser cultivada por agricultores japoneses em 1908 no estado de São Paulo, também foi analisada pelo Instituto Agrônomo de Campinas, onde mostrou um bom desenvolvimento, mais do que no estado da Bahia. (SEDIYAMA *et al.*, 1985; SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

Na década de 1920, começou-se intensificar as pesquisas devido ao interesse pela cultura por parte da Secretaria de Agricultura Paulista (GOMES, 1990). “Enquanto no Rio Grande do Sul, a soja encontrou condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, uma vez que era semelhante à da região de origem, de onde estas cultivares foram trazidas”, relata SANTOS (1988).

No Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul, em 1941, consta o primeiro registro estatístico nacional de produção cerca de 457 toneladas. Em 1949, foi o Estado que fez a primeira exportação brasileira de soja, de 18 mil toneladas, tornando o estado que mais apresentou um avanço consistente (CÂMARA, 1998).

A partir da década de 1960, no Brasil, a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante (MUELLER; BUSTAMANTE, 2002). Na data de 1975, DALL'AGNOL (2016) diz que, “através de pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a área, a produção e a produtividade da soja no Brasil eram de 5,82 milhões hectares, 9,89 milhões de toneladas e 1.699,0

kg/ha”. Desde então nota-se um aumento muito expressivo, comparado à produtividade de 1975, como visto na safra 2020/2021 onde a produtividade alcançada foi de 3.497 kg/ha de acordo com a CONAB (2021).

3.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA SOJA

A cultura da soja possui grande importância econômica no Brasil e no mundo em razão de sua contribuição na alimentação animal e humana (SEDIYAMA *et al.*, 2013). O agronegócio no país, é um dos setores que mais contribuem para o PIB, justamente pela condição climática e uma grande extensão de área (RONCON, 2011). Em razão disso, o sistema de produção brasileiro destaca-se pelo potencial de realizar duas safras no mesmo ano agrícola fazendo-se o cultivo da soja em primeira safra e o milho em sucessão, na segunda safra (BUENO, 2017).

O expressivo interesse nessa cultura se dá pela diversidade que o grão pode originar, como óleos, combustíveis biodegradáveis, ração animal, alimento humano e outros (TODESCHINI, 2018). A demanda dessa oleaginosa é crescente, e graças aos investimentos em tecnologias e em programas de melhoramento, a produção de soja na safra 2020/21 pode chegar a 133,6 milhões de toneladas no país, registrando crescimento de 7,9 milhões de toneladas na produção total, um incremento de 7,1% em relação à safra 2019/20 como demonstrado na Figura 1 (CONAB, 2021).

Figura 1 - Safra 2020/21 em comparação com safra 2019/20



Fonte: CONAB (2021).

A expectativa para o exercício 2020/21 de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (2021) é de continuação no crescimento da área plantada da oleaginosa, atingindo 3,6% em comparação à safra passada 2019/20, estimada em 38,3 milhões de hectares. Essa alta taxa de produção de grãos se dá principalmente pela colaboração de programas de melhoramento, resultado da

atuação de diversas instituições de ensino e pesquisa, além do envolvimento dos produtores rurais e de diversos estudiosos de áreas relacionadas (MATSUO *et al.*, 2015; ODA *et al.*, 2015).

Atualmente o Brasil retornou ao posto de maior produtor de soja mundial, que antes pertencia aos Estados Unidos da América (THESING, 2020). Dado isso, os maiores produtores do grão no Brasil são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, sendo o Mato Grosso, no momento atual, o maior produtor brasileiro de soja saindo de 10.004,1 mil hectares para 10.274,2 mil hectares, um incremento de 2,7% na área destinada à oleaginosa, como mostrado pela CONAB (2021) na figura 2.

Figura 2 - Comparativo de área, produtividade e produção entre safras 2019/20 e 2020/21 nos estados do Brasil

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 19/20	Safra 20/21	VAR. %	Safra 19/20	Safra 20/21	VAR. %	Safra 19/20	Safra 20/21	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
NORTE	2.110,8	2.287,7	8,4	3.270	3.244	(0,8)	6.902,1	7.422,0	7,5
RR	49,8	65,0	30,5	3.044	3.098	1,8	151,6	201,3	32,8
RO	348,4	381,1	9,4	3.541	3.365	(5,0)	1.233,7	1.282,4	3,9
AC	4,0	6,0	50,0	2.939	3.150	7,2	11,8	18,9	60,2
AM	2,3	3,5	52,0	2.300	3.000	30,4	5,3	10,5	98,1
AP	20,9	20,9	-	2.837	2.837	-	59,3	59,3	-
PA	607,4	695,5	14,5	3.061	3.072	0,4	1.859,3	2.136,6	14,9
TO	1.078,0	1.115,7	3,5	3.322	3.328	0,2	3.581,1	3.713,0	3,7
NORDESTE	3.356,6	3.539,8	5,5	3.521	3.581	1,7	11.819,6	12.674,5	7,2
MA	976,4	1.000,8	2,5	3.206	3.200	(0,2)	3.130,3	3.202,6	2,3
PI	758,9	835,5	10,1	3.377	3.387	0,3	2.562,8	2.829,4	10,4
AL	1,3	2,5	90,0	3.430	3.430	-	4,5	8,6	91,1
BA	1.620,0	1.701,0	5,0	3.779	3.900	3,2	6.122,0	6.633,9	8,4
CENTRO-OESTE	16.640,1	17.215,8	3,5	3.648	3.566	(2,3)	60.697,5	61.383,5	1,1
MT	10.004,1	10.294,2	2,9	3.587	3.473	(3,2)	35.884,7	35.751,8	(0,4)
MS	3.016,4	3.149,1	4,4	3.767	3.690	(2,0)	11.362,8	11.620,2	2,3
GO	3.545,1	3.694,0	4,2	3.712	3.714	0,1	13.159,4	13.719,5	4,3
DF	74,5	78,5	5,4	3.900	3.720	(4,6)	290,6	292,0	0,5
SUDESTE	2.757,1	3.061,3	11,0	3.675	3.698	0,6	10.131,1	11.321,1	11,7
MG	1.647,3	1.899,3	15,3	3.747	3.697	(1,3)	6.172,4	7.021,7	13,8
SP	1.109,8	1.162,0	4,7	3.567	3.700	3,7	3.958,7	4.299,4	8,6
SUL	12.085,1	12.368,4	2,3	2.920	3.456	18,3	35.294,5	42.739,2	21,1
PR	5.502,7	5.618,3	2,1	3.925	3.595	(8,4)	21.598,1	20.197,8	(6,5)
SC	680,6	694,9	2,1	3.310	3.561	7,6	2.252,8	2.474,5	9,8
RS	5.901,8	6.055,2	2,6	1.939	3.314	70,9	11.443,6	20.066,9	75,4
NORTE/NORDESTE	5.467,4	5.827,5	6,6	3.424	3.449	0,7	18.721,7	20.096,5	7,3
CENTRO-SUL	31.482,3	32.645,5	3,7	3.371	3.536	4,9	106.123,1	115.443,8	8,8
BRASIL	36.949,7	38.473,0	4,1	3.379	3.523	4,3	124.844,8	135.540,3	8,6

Fonte: CONAB (2021)

Os estados localizados na região centro-oeste, como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal, ocupam uma área plantada 17,2 milhões de hectares em comparação ao ano 2019/20 com 16,5 milhões de hectares plantados, um incremento percentual de 3,3% na área plantada (CONAB, 2021) (FIGURA 2).

Ao tomar aptidão agrícola dentre outros grandes países no cenário internacional, o Brasil está como o que apresenta as melhores condições para expandir a produção e promover o esperado crescimento na oferta de alimentos (TORRES *et al.*, 2015), estimando atingir acima de 85,6 milhões de toneladas para o mercado externo e pela alta demanda do produto comercializado até o momento, conforme dados da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB) (2021).

3.3 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no Brasil é uma planta herbácea, da classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max* Fabaceae (NEPOMUCENO; FARIAS; NEUMAIER, 2008). É uma planta anual, ereta, que apresenta variabilidade em suas características morfológicas devido à grande influência pelo ambiente de cultivo (MÜLLER, 1981; SEDIYAMA *et al.*, 1985).

Seu ciclo de vida, geralmente varia entre 70 (para genótipos mais precoces) a 200 dias (para mais tardias), já para cultivares de mercado de 100 a 160 dias (BORÉM, 1999). Porém o ciclo pode apresentar alterações, dada as circunstâncias da região, da altitude e latitude, da época de semeadura e da fertilidade do solo (MARTINS *et al.*, 2011; MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

O sistema radicular é formado por uma raiz axial e de raízes secundárias ramificadas que se associam de forma simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio, podendo chegar até 15 cm de profundidade. O caule é ereto, ríspido e com ramificações variando de 30 a 200 cm de altura, dependendo da variedade e exposição diária à luz. Seu crescimento é diversificado, podendo ser determinado, semideterminado e indeterminado (SEDIYAMA *et al.*, 2016).

As folhas podem ser classificadas em cotilédones, unifolioladas e trifolioladas, de pigmentação verde escura a verde pálida, em função da variedade e fatores ambientais (AGROLINK, 2021). As flores são completas, zigomorfas, de coloração branca à violeta. Seu sistema reprodutivo é formado pelo cálice, androceu, corola e gineceu ocorrendo a autofecundação (BORÉM, 2009). As vagens, frutos da soja, possuem pubescência de cor cinza clara, cinza escura, marrom clara, marrom

média e marrom escura, e apresenta até 5 sementes de 2 a 7 cm de comprimento, derivando muito do seu local de cultivo.

Fehr e Caviness (1981) definiram os estádios de desenvolvimento da soja dividindo-os em vegetativos e reprodutivos, conforme observado na figura abaixo.

Figura 3 - Estádios de desenvolvimento da planta de soja

Estádio vegetativo	
Vê	Emergência – Cotilédones acima da superfície do solo.
Vc	Estádio Cotiledonar – Folhas unifolioladas não desenvolvidas completamente.
V1	1° Nó – Folha completamente desenvolvida nó unifoliolado.
V2	2° Nó – Trifólios completamente desenvolvido acima do nó unifoliolado.
V3	3° Nó – Trifólios completamente desenvolvido acima do segundo nó.
V4	4° Nó – Trifólio completamente desenvolvido acima do terceiro nó.
Vn	n – número de nós da haste principal com trifólios completamente desenvolvidos.
Estádio Reprodutivo	
R1	Uma flor em qualquer nó.
R2	Floração completa.
R3	Início da formação de vagem (± 5 mm)
R4	Formação de vagens completas (± 2 cm)
R5	Início da formação de sementes (± 3 mm)
R6	Formação de sementes completas.
R7	Início da maturação (50% das folhas amareladas ou maturação fisiológica).
R8	95% dos legumes de cor palha a marrom (maturação completa ou ponto de colheita).

Fonte: Fehr e Caviness (1981).

A altura de planta é fundamental na determinação da cultivar a ser introduzida em uma região, podendo variar de acordo com a temperatura, espaçamento de plantas entre e dentro das fileiras, época de semeadura, fertilidade do solo, suprimento de umidade e entre outras condições do meio ambiente (CARTTER; HARTWIG, 1962). De acordo com a resposta foto periódica, a planta pode ter altura reduzida.

A característica do número de nós é importante variável de desenvolvimento, pois está relacionado com a duração do ciclo (SETIYONO *et al.*, 2007). Quanto maior for, mais longa é a fase vegetativa, ou seja, mais prolongado é o ciclo de desenvolvimento da cultura (STRECK *et al.*, 2003).

A altura de inserção da primeira vagem de soja é importante à operação de colheita mecânica dos grãos (MEDINA, 1994). Segundo Queiroz *et al.*, (1981) essa variável deve ser de no mínimo 13cm, para que se reduza as perdas durante a colheita.

A compreensão das características vegetais e o desempenho de cada genótipo em um determinado local é fundamental para o planejamento de cruzamento de plantas, em função da influência da região em que se faz o cultivo (BORÉM; ALMEIDA; KIIHL, 1999).

3.4 MELHORAMENTO GENÉTICO DA SOJA

Incrementar características desejadas em espécies cultivadas através do melhoramento genético se dá em razão ao processo seletivo de caracteres agronômicos provindo de plantas silvestres ou de plantas já melhoradas geneticamente (SIMMONS; SMARTT, 1999). Em razão disso, cabe ao melhorista definir os objetivos a serem alcançados com intuito de evitar desperdício de tempo, além dos recursos investidos no decorrer da execução de melhoramento da espécie (BORÉM; MIRANDA, 2013).

O programa de melhoramento é um processo constante no desenvolvimento de novas cultivares e graças ao interesse econômico e as exigências do mercado nacional têm-se intensificado investimentos em pesquisas na área de melhoramento genético da cultura (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

Vale ressaltar que algumas características da planta são de maior importância em produção de escala comercial, com isso, diferentes atributos devem ser considerados no desenvolvimento de novos genótipos, entre elas, elevado potencial produtivo, adaptabilidade em diferentes condições ambientais da região e resistência a doenças ou insetos, de modo que proporcione aumentar a rentabilidade do produtor (RABELO, 2019).

Para o sucesso do melhoramento genético, podemos observar que a existência de variabilidade genética na seleção de genótipos superiores é de caráter muito oportuno. Os indivíduos selecionados devem reunir conjuntamente uma série de atributos favoráveis para elevar o rendimento e satisfazer as exigências do mercado. Para tanto, selecionar progênies superiores apresenta certa complexidade, devido à maioria apresentar baixa herdabilidade (CRUZ, 2013).

No que se diz respeito ao processo de melhoramento, a primeira etapa envolve a escolha dos genitores de caracteres desejáveis por meio de hibridação artificiais, para selecionar as populações segregantes. Após, as populações vão ser avançadas em várias gerações, até atingir certa uniformidade (homozigose genética). Em outra, as plantas selecionadas que possuem características agronômicas de interesse, vão ser sujeitas aos testes de progênes e seleção de linhagens (ALMEIDA, 1997).

Na próxima etapa, avaliação de produtividade e estabilidade de produção serão realizados em um grande quantitativo de linhagens. Daí em diante, com a seleção de genótipos superiores, faz-se obrigatório aplicar ensaios de avaliação, repetindo nos mais variados locais e anos com intuito de tomar conhecimento da interação do genótipo com o ambiente e da sua possível adaptação em razão da produtividade e da estabilidade (BACAXIXI *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Para condução de algum experimento faz-se necessário o desenvolvimento de alguma metodologia. Os métodos mais comuns utilizados para o avanço de uma geração de população segregante são: pedigree (genealógico), bulk (população), genealógico modificado (SSD - single seed descent) e retrocruzamento simples (ALMEIDA, 1997).

Com relação ao método genealógico, a seleção de plantas é rigorosa já na geração F_2 , estas são selecionadas e semeadas em linhas individuais levando em consideração as características que pretende ser desenvolvidas. Enquanto no método de *Bulk*, há condução de grande número de populações, as plantas- F_2 de uma certa população são colhidas, retirando uma amostra de sementes para compor a geração F_3 . Essas amostras de sementes são semeadas novamente e o processo vai ser repetido quantas gerações desejar (ALMEIDA, 1997; ALLARD, 1971).

Proposto por Brim (1966), o uso do método Single Seed Descent (SSD), propõe máxima variância genética entre as linhagens na população final e menor emprego de mão-de-obra. Dito isso, o desenvolvimento de gerações acontece por meio de uma única semente de cada indivíduo-planta de uma geração para estabelecer a geração seguinte (MIYASAKA; MEDINA, 1981).

De toda forma, todos os métodos visam restabelecer a uniformidade genética da soja e obter linhagens de atributos agronômicos desejáveis que serão testadas em ensaios até que se consiga uma linhagem elite onde poderá ser lançada no mercado (LEITE, 2016).

3.5 PARÂMETROS GENÉTICOS

O estudo dos parâmetros genéticos permite escolher a forma mais adequada do método de condução de populações segregantes, bem como viabiliza a seleção de certos caracteres nas etapas iniciais ou avançadas do processo de melhoramento (VASCONCELOS *et al.*, 2012).

Acerca da importância da variabilidade genética no potencial de seleção da população segregante, permite ao melhorista definir estratégias na obtenção de genótipos superiores com base em características agronômicas que se associam no alto rendimento de grãos (ALMEIDA; PELUZIO; AFFERRI, 2010; LEITE *et al.*, 2016; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

As estimativas de parâmetros genéticos como componentes de variância, herdabilidade (h^2) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) possibilita compreender a magnitude dos efeitos gênicos que controlam um determinado caráter a fim de agir com maior eficiência para o sucesso da seleção (BACKES *et al.*, 2015). A herdabilidade (h^2), por sua vez, é o de maior importância para o melhorista de planta, visto que é um dos parâmetros que expressa a razão da variância genética pela variância fenotípica, tendo como intenção estimar os ganhos de seleção antes mesmo de sua realização (FALCONER, 1989).

O índice indicativo do grau de efetividade da seleção das progênes superiores para cada caráter é determinado como razão CV_g/CV_e (NETO *et al.*, 2012). Quando acontecer da razão CV_g/CV_e ser igual ou maior que a unidade, há uma condição favorável à seleção, isto quer dizer, que as diferenças entre progênes estão ligadas à variação genética (SANTOS *et al.*, 2018).

Portanto, podemos dizer que estimar os parâmetros genéticos ajuda na tomada de decisões, da mesma maneira que possibilita entender a estrutura genética das populações com finalidade de seleção de genótipos. Assim, baseado nessas informações é possível presumir as linhagens futuras de melhor desenvolvimento com relação a produtividade (HAMAWAKI *et al.*, 2012).

3.6 SELEÇÃO

O propósito da seleção tende a agregar alelos favoráveis a característica que se deseja, não é um procedimento fácil, visto que geralmente são controlados por genes influenciados pelo meio ambiente (LEITE *et al.*, 2016).

É comum a mensuração de múltiplos caracteres visando a seleção de alguns deles. Quando ocorre de selecionar apenas um determinado caráter, pode acarretar alterações em outros, dado as correlações genéticas, de interesse ou não ao melhorista. Uma forma de ter eficiência na seleção de caracteres com pouca herdabilidade é por meio da seleção indireta, mediante a correlação genética entre um caráter de alta herdabilidade e outro como caráter principal (ALMEIDA; PELUZIO e AFFERRI, 2010).

O progresso genético depende da grandeza da variabilidade genética, que é específico de cada população. A conquista de genótipos mais produtivos e adaptados se dá em razão ao uso de índices de seleção pela agregação de diversos atributos favoráveis de interesse (REIS *et al.*, 2004).

4. METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, durante os anos de 2020/2021, em propriedade rural na rodovia TO-040, de coordenadas geográficas latitude 10°29'31" sul e longitude 48°19'17' oeste, localizada no município de Porto Nacional, estado do Tocantins. O clima da região predominante é tropical com inverno seco, de acordo com a classificação Koppen.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O estudo foi dividido em duas etapas. Na primeira, realizada em casa de vegetação, foi utilizada uma população de soja (F₂), com 11 famílias, provenientes do programa de melhoramento de soja da UFV. A população formava um experimento que foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso com seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída de um vaso com duas plantas.

Na segunda etapa, as 11 famílias, foram avançadas uma geração (F₃) também em condições de casa de vegetação, sendo conduzido, dessa forma, mais um experimento. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com seis repetições. Cada parcela experimental foi composta por duas plantas.

Na semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida carbendazin na dose equivalente a 60 ml.100 kg⁻¹ de sementes e, em seguida, submetidas à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com as recomendações para a cultura da soja (SEDIYAMA, *et al.*, 2015).

4.3 COLETA DE DADOS E AVALIAÇÕES

Nas duas gerações as características mensuradas foram a produção de grãos por parcela (g), altura de plantas (cm), o número de hastes laterais, o número de nós na haste principal e inserção da primeira vagem (cm).

Foram realizadas análises de variância para analisar a existência de variabilidade genética que possibilitasse a seleção. Posteriormente, foram identificadas as 6 melhores famílias para altura de planta, número de haste laterais, número de nós e altura de inserção da primeira vagem. E calculado o ganho de seleção indireta da cada característica sobre a produtividade da soja.

A partir dos valores de quadrado médio obtidos das análises de variância, foram estimadas a variância ambiental média (σ_e^2), variância genotípica média (σ_g^2), herdabilidade média (h^2), a razão entre coeficiente de variação genética e ambiental (CV_g/CV_e) e o coeficiente de variação genético (CV_g), pelas seguintes equações:

Variância genotípica média:

$$\sigma_g^2 = \frac{QMG - QME}{r}$$

Onde, QMG: quadrado médio de genótipo; QME: quadrado médio do resíduo;
r: número de repetições;

Variância ambiental média:

$$\sigma_e^2 = \frac{QME}{r}$$

Coeficiente de variação genético:

$$CV_g = \frac{100 \times \sqrt{\sigma_g^2}}{m}$$

Onde, m: média.

Razão entre coeficiente de variação genética e ambiental:

$$CV_g / CV_e$$

Herdabilidade média:

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_f^2}$$

Para o cálculo de estimativas dos progressos genéticos, foi utilizado como critério de seleção, a seleção indireta. O ganho estimado pela seleção indireta do caráter “j”, pela seleção no caráter “i”, foi dado por:

$$GS_{j(i)} = DS_{j(i)} h_j^2$$

Em que $DS_{j(i)}$ é o diferencial de seleção indireto obtido em função da média do caráter “j” daqueles indivíduos cuja superioridade foi evidenciada para o caráter “i”, sobre o qual se praticou a seleção direta.

A eficiência da predição do ganho foi verificada pela sua concordância em magnitude e sentido com o ganho realizado. Por sua vez, a estimativa do ganho realizado no caráter “j”, pela seleção no caráter “i”, foi obtida por:

$$GSr_{j(i)} = (XS_{j(i)Fz+1} - XO_{jFz})$$

Em que $XS_{j(i)Fz+1}$ é a média das linhagens Fz+1 selecionadas em Fz para o caráter “j”, com seleção em “i”, e XO_{jFz} é a média original para o caráter “j” na geração Fz.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Programa Genes-Applicativo computacional em genética e estatística e o Microsoft Office Excel® (CRUZ, 2013).

5. CRONOGRAMA

Quadro 1 - Cronograma da pesquisa

ETAPAS	2020			2021				
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio
Pesquisa bibliográfica					x	x	x	x
Definição dos objetivos					x	x		
Execução do projeto	x	x	x	x	x	x	x	
Escolha do orientador					x			
Coleta de dados			x	x	x	x	x	x
Análise estatística de dados					x	x	x	
Avaliação e discussão dos resultados					x	x	x	x
Revisão final						x	x	x
Preparação para apresentação e defesa							x	x
Defesa e entrega do TCC								x

Fonte: Elaborado pelos autores

6. ORÇAMENTO

No quadro abaixo, foram descritos todos os gastos envolvidos no plantio, através de um orçamento de ações. As atividades foram desenvolvidas em colaboração com a Empresa Corteva Agriscience, com sede no município de Porto Nacional, que forneceu os materiais utilizados no presente experimento. A quantia total foi de R\$ 3.829,00.

Quadro 2 - Orçamento dos recursos gastos com a pesquisa

CATEGORIA: GASTOS COM RECURSOS MATERIAIS			
Itens	Quantidade	Valor Unitário R\$	Valor Total R\$
Vasos	220	4,70	1.034,00
Substrato	85	32	2.720,00
CATEGORIA: GASTOS COM RECURSOS HUMANOS			
Itens	Quantidade	Valor Unitário R\$	Valor Total R\$
Passagem de transporte	15	5,00	75,00
CATEGORIA: FINANCIAMENTO TOTAL DA PESQUISA			
Categorias			Valor Total R\$
Gastos com recursos materiais			3.754,00
Gastos com recursos humanos			75,00
Valor Total:			3.829,00

Fonte: Elaborado pelos autores

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A obtenção de informações consistentes ajuda o melhorista na escolha da melhor forma de melhoramento, além na obtenção de ganhos com a seleção. Na tabela 1 estão apresentados os resultados que mostram que houve diferença significativa de 1% ou 5% pelo teste de F de probabilidade das médias de todos os caracteres analisados, mostrando a variabilidade de genótipos nas duas populações e também, possibilidade de sucesso no alcance de materiais superiores no presente estudo.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância, para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), duas populações de soja.

Geração F2					
	Quadrado Médio				
FV	PROD	NH	AP	NN	IPV
BLOCOS	32.85	3.28	494.29	5.85	295.19
TRATAMENTOS	42.74**	13.11**	5202.41**	81.24**	788.72**
RESÍDUO	6.26	1.57	509.67	4.95	134.56
Geração F3					
	Quadrado Médio				
FV	PROD	NH	AP	NN	IPV
BLOCOS	15.51	3.30	658.08	3.74	405.16
TRATAMENTOS	10.23**	4.11**	2333.24**	29.39**	971.31**
RESÍDUO	4.82	1.56	198.95	1.94	152.86

*, ** significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente

Valores altos de h^2 acima de 70% indicam que métodos de seleção simples podem gerar ganhos consideráveis (SANTOS *et al.*, 2018). A herdabilidade variou de 52.86% a 93.91% para PROD e NN, as que apresentou estimativas altas para foi na geração F₂ onde variou de PROD (85.36%), NH (88.03%) e NN (93.91%), indicando a seleção pode ser baseada nesses caracteres (Tabela 2).

Em geral, os valores de herdabilidade preditos nas duas populações foram altos, acima de 50%. O caráter quantitativo como de PROD ficou bem próximo, com 52.86%, e por ser um caráter controlado por vários genes, sofre maior influência ambiental, resultando em valores menores (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa dos componentes da variância e parâmetros genéticos dos caracteres para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), duas populações de soja.

Geração F2					
Parâmetros	PROD	NH	AP	NN	IPV
σ_e^2	1.04	0.26	84.95	0.83	22.43
σ_g^2	6.08	1.92	782.12	12.71	109.03
h^2 (%)	85.36	88.03	90.20	93.91	82.94
CV_g (%)	13.76	34.41	20.19	19.60	32.40
CV_g/CV_e	0.99	1.11	1.24	1.60	0.90
Geração F3					
Parâmetros	PROD	NH	AP	NN	IPV
σ_e^2	0.80	0.26	33.16	0.32	25.48
σ_g^2	0.90	0.42	355.71	4.57	136.41
h^2 (%)	52.86	61.97	91.47	93.40	84.26
CV_g (%)	5.86	21.55	13.35	11.97	28.87
CV_g/CV_e	0.43	0.52	1.34	1.54	0.94

*: σ_g^2 : Variância genotípica média; σ_e^2 : Variância ambiental média; CV_g (%): Coeficiente de variação genético; CV_g/CV_e : razão entre coeficiente de variação genética e ambiental; h^2 : herdabilidade média.

De acordo com Cruz (2005) a variância ambiental prejudica na seleção genótipos superiores, devido a interação dos mesmos com o ambiente. Na tabela 2 a variância genotípica foi superior à variância ambiental para todos os caracteres, indicando que podem ser importantes no processo seletivo. Sabemos que se as estimativas de variância genética fossem negativas, indicaria ausência de variabilidade no caráter.

Para o caráter de PROD em geração F₂, a estimativa de variância genética foi superior à variância residual, indicando que para esse caráter há condições favoráveis para seleção (Tabela 2). Diferentemente da geração F₃ que a razão entre a variância genética (0.90) e a variância residual (0.80) ficaram bem próximas, existindo influência do ambiente nos genótipos, o que dificulta na seleção dada essa intervenção.

Outro parâmetro que auxilia o pesquisador na elaboração de estratégias mais eficazes de seleção é o CVg (%). Os valores do coeficiente de variação genético oscilaram para produção de 5.86% a 34.41% para número de hastes (Tabela 2). O grau de precisão experimental está relacionado ao coeficiente de variação CVg (%) quanto menor o CV, maior a homogeneidade dos dados. Pimentel *et al.* (2013)

classificam como baixo quando o CV é inferior a 10%, médio entre 10 e 20%, alto entre 20 e 30 % e muito alto quando superior a 30%.

A capacidade de ramificação apresentou os maiores valores de coeficiente de variação genético nas populações F₂ (21.55%) e F₃ (34.41%), assim como também para primeira inserção de vagem, com 32.40% e 28.87%, para F₃ e F₄ respectivamente (Tabela 2).

A razão entre coeficiente de variação genética e ambiental (CV_g/CV_e), apresentou valores superiores à unidade para os caracteres NH (1.11), AP (1.24), NN (1.60) e próximo a 1 para o caráter de PROD (0.99) na geração F₂, enquanto na geração F₃ foi em AP (1.34) e NN (1.60) (Tabela 2). Segundo Gonçalves Neto *et al.* (2012), isso significa uma situação favorável para seleção de genótipos superiores.

Estão apresentadas na tabela 3 e 4 as estimativas dos ganhos de seleção obtidas nas duas populações de soja.

Tabela 3 - Ganhos genéticos preditos em porcentagem (GS %) para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), a partir da seleção das 6 das melhores famílias em duas populações de soja

População F2					
Parâmetros	PROD	NH	AP	NN	IPV
\bar{X}_o	17.92	4.03	138.51	18.19	32.22
\bar{X}_s^+	17.67	5.08	145.67	19.86	37.08
Diferencial de Seleção	-0.25	1.05	7.17	1.67	4.85
h^2	85.36	88.03	90.20	93.90	82.93
GS(%)	-21.33	92.70	646.38	157.12	402.45
População F3					
Parâmetros	PROD	NH	AP	NN	IPV
\bar{X}_o	16.21	3.02	141.27	17.87	40.46
\bar{X}_s^+	16.66	3.57	147.34	18.43	42.92
Diferencial de Seleção	0.45	0.55	6.08	0.57	2.46
h^2	52.85	61.96	91.47	93.40	84.26
GS(%)	23.62	33.87	555.69	52.81	207.66

Em que: \bar{X}_o : Média da população original; \bar{X}_s^+ : Média da população selecionada com maior capacidade de ramificação; GS (%): ganho esperado, em porcentagem, com seleção para maior capacidade de ramificação.

A possibilidade de predição do ganho de seleção é uma contribuição fundamental da genética quantitativa do melhoramento. Isso preve o sucesso do

método de seleção adotado e determina cientificamente quais técnicas podem ser mais eficazes (HAMAWAKI *et al.*, 2012).

Parâmetros genéticos, como a herdabilidade, são de suma importância para o melhoramento genético. Altas estimativas indicam perspectivas de selecionar genótipos superiores com melhor segurança (OLIVEIRA *et al.*, 2015). A estimativa de herdabilidade para o número de hastes laterais foi obtido na população F2 (88,03%), sendo esta superior à encontrada para a produção por planta. Portanto, existe expectativa de ganho com a seleção de genótipos mais ramificados e produtivos (Tabela 3).

O aumento no número de hastes na soja resultou na predição de ganhos positivos para altura de planta, número de nós e inserção da primeira vagem em todas as populações estudadas (tabela 3). O incremento na altura de planta, favoreceu uma seleção positiva para o número de hastes, número de nós e inserção de primeira vagem, contudo veio acompanhada da redução para o caráter de produção, em F2 (Tabela 3).

Pode-se observar que, enquanto se previa ganhos positivos na população F3 para produção, altura de plantas, número de hastes, número de nós e altura da inserção da primeira vagem, ocorreram redução para produção em F2, enquanto que, os ganhos reais para altura de planta, número de nós e inserção da primeira vagem manteve-se positivo (Tabelas 3 e 4).

De posse dos valores preditos (Tabela 3) e dos obtidos experimentalmente (Tabela 4), verifica-se que não houve concordância entre o que se esperava de soja mais produtiva e ramificada, apesar que para os demais caracteres agrônômicos houve resultado positivo.

Tabela 4 - Ganhos realizados em porcentagem (GS %) para a produção de grãos por parcela (PROD), número de hastes laterais (NH), altura de plantas (AP), número de nós na haste principal (NN), inserção da primeira vagem (IPV), a partir da seleção das 6 das melhores famílias em duas populações de soja

Parâmetros	População F2 para F3				
	PROD	NH	AP	NN	IPV
\bar{X}_{F2}	17.92	4.03	138.51	18.19	32.22
$\bar{X} \pm \frac{s}{5}$	16.66	3.57	147.34	18.43	42.92
Diferencial de Seleção	-1.26	-0.46	8.83	0.24	10.70
GS (%) F3-F4	-7.57	-12.91	5.99	1.30	24.93

Em que: \bar{X}_{F2} : Média geral das populações utilizadas para o cálculo de ganho realizado, \bar{X}_0 : Média da população original; \bar{X}_S^+ : Média da população selecionada com maior capacidade de ramificação; GS (%): ganho esperado, em porcentagem, com seleção para maior capacidade de ramificação.

A produção de grãos é considerada o principal caráter de interesse para programas de melhoramento genético. Porém o caráter PROD apresentou ganho predito de seleção negativo de -21.33 em F_2 , enquanto nos ganhos realizados reduziu esse índice para -7.57, como é possível notar na tabela 4.

Os ganhos de seleção foram encontrados para os caracteres número de nós, inserção da primeira vagem e altura da planta, com valores de 1.30%, 24.93% e 5.99%, respectivamente (Tabelas 4), sendo esses caracteres importantes e relacionados à produtividade de soja. O menor ganho de seleção foi obtido para o caráter de produção e número de hastes com -7.57% e -12.91%, respectivamente.

Para as gerações F_3 e F_4 houve reduções do ganho nas médias do número de hastes por planta, o que se deve à perda na produção de grãos (Tabela 4).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

As estimativas de herdabilidade em F_3 foram superiores a 85% para a produção de grãos.

Existe variabilidade genética para capacidade de genótipos mais produtivos.

Os caracteres agronômicos nas duas populações obtiveram valores acima de 50% preditos na herdabilidade, variando de 52.86% a 93.91% para PROD e NN.

Os índices preditos na população F_3 foram os que apresentaram maiores ganhos, alcançando valor positivo de 23.62% para produção, demonstrando ser favorável para a seleção de genótipos superiores.

REFERÊNCIAS

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.

ALMEIDA, R.D., PELUZIO, J.M., AFFERRI, F.S. **Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins**. Bioscience Journal 26: 95-99. 2010.

ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p.

BACAXIXI, P. et al. **A soja e seu desenvolvimento no melhoramento genético**. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, n. 20, 2011.

BACKES, R. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; TEIXEIRA, R. C. **Estimativas de parâmetros genéticos em populações F5 e F6 de soja**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 49, n. 282, p. 201-216, 2015.

BORÉM, A.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Hibridização em soja. In: BORÉM, A. **Hibridização artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999, p. 443-462.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6 ed. Viçosa: UFV, 2013. 523p.

CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: Publique, 1998. 293p.

CARTTER, J. L.; HARTWIG, E. E. The management of soybeans. In: NORMAN, A. G. (Ed.). **The soybean**. New York: Academic, 1962.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. CONAB. **Boletim da safra de grãos: 4º Levantamento - Safra 2020/2021**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 25 de março de 2021.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; TREVESOLI, S. H. U.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S.; **Ganho genético por diferentes critérios de**

seleção em populações segregantes de soja - Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, 2004.

COSTA, J.A; MANICA, I. Cultura da soja. Porto Alegre: Evangraf, 1996.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. 1 ed. Viçosa: UFV, 307-330 p, 2005.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 2012. v. 1, 514 p.

CRUZ, C.D. **Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Sci. Agron, 2013.

CRUZ, C. D; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ed. Editora UFV, Viçosa, v.1, 2004, 480 p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: biometria**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, p. 382, 2006.

DALL´AGNOL, A. **Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília: Embrapa, 2016.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. London: Oliver and Boyd, 1989, p.365.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University. Iowa Cooperative Extensive Service, 1981, 12 p. (Special Report, 80).

LEITE, W. S. et al. **Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e índices de seleção para seis caracteres agrônômicos em linhagens F8 de soja**. Comunicata Scientiae, Bom Jesus, v.7, n.3, p.302-310, 2016.

LEITE, W. S. **Seleção de genótipos de soja portadores ou não do gene rr por meio de análise multivariada e desempenho agrônômico**. Dissertação (Mestrado

em Genética e Melhoramento de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP, 2016.

MATSUO, E.; FERREIRA, S. C.; SEDIYAMA, T. **Botânica e Fenologia**. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Ed.) Soja: do plantio à colheita. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p. 27-53. 2015.

MEDINA, P.F. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo**. 1994. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. v.1, 1062p.

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.

MUELLER, C. C. & BUSTAMANTE, M. **Análise da expansão da soja no Brasil**. s/l, abr. 2002. Disponível em: <www.worldbank.org/rfpp/news/debates/mueller.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja**. Embrapa-CNPSo. 2008. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html#:~:text=Ag%C3%Aancia%20Embrapa%20de%20Informa%C3%A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica,Glycine%20L.%2C%20esp%C3%A9cie%20max. Acesso em: 25 de março de 2021.

NETO, A. C. G. et al. **Correlação entre caracteres e estimação de parâmetros populacionais para batata-doce**. Hortic. bras., v. 30, n. 4, 2012

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. D. **Avanços no melhoramento genético da cultura da soja nas últimas décadas**. In: LEMES, E; CASTRO, L.; ASSIS, R. (Org.) Doenças da soja: Melhoramento Genético e Técnicas de Manejo. Campinas: Millennium Editora, 2015.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, É. **Path analysis and correlations among traits in soybean grown in two dates sowing**. Bioscience Journal, v. 28, n. 6, 2012.

NUNES, J. L. S. **Características da soja.** Agrolink. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/caracteristicas_361509.html#:~:text=O%20legume%20da%20soja%20%C3%A9,est%C3%A1gio%20de%20desenvolvimento%20da%20planta. Acesso em 05 de maio de 2021.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; YAMASHITA, J. Recomendações técnicas para a colheita mecânica. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil.** Campinas: ITAL, 1981. p.701-10

REIS, E. F. dos; REIS, M.S; CRUZ, C.D; SEDIYAMA, T. **Comparação de procedimentos de seleção para produção de grãos em populações de soja.** Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.3, p.685-692, 2004.

SANTOS, A. L. C. **Variabilidade entre genótipos de soja nas fases imatura e madura de desenvolvimento.** Piracicaba, 1988, 135 p.

SANTOS, E. R. et al. **Estimativa de parâmetros de variação genética em progênies f2 de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases.** Nucleus, Brasília, DF, v. 15, n. 1, 2018.

SETIYONO, T.D. et al. **Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions.** Field Crops Research, v.100, p.257-271, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6T6M-4KV8TD7-2-21&_cdi=5034&_user=687358&_pii=S0378429006001560&_origon=browse&_zone=rslt_list_item&_coverDate=02/01/2007&_sk=998999997&wchp=dGLbVlz-zSkWA&md5=1d7a7e8f955bdf7aad0adacedb91da2&ie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F. L.; BORÉM, A. (2015). **Soja: do Plantio à Colheita.** Viçosa: Editora UFV, 2015. 333 p.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja: Parte I.** Viçosa: UFV, 1985.

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

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoria da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p. 553-603.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F. L.; BORÉM, A. **Soja: do Plantio à Colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 333 p.

SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; SEDIYAMA, H. A. **A soja**. 1ed. Londrina: Editora Mecenaz LTDA, v. 1, p. 11-18, 2016

SEDIYAMA, T. **Produtividade da Soja**. Viçosa: Editora UFV, 2016, 310 p.

STRECK, N.A. et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.115, n.3-4, p.139-150, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6V8W-47DT8TW-1-1P&_cdi=5881&_user=687358&_pii=S0168192302002289&_origin=gateway&_coverDate=03/30/2003&_sk=998849996&view=c&wchp=dGLbVlz-zSkzk&md5=b11ba0cc0f5ebf0b2331b06960322823&ie=/sdarticle.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

TEIXEIRA, F. G. et al. **Genetic parameters and selection of soybean lines based on selection indexes**. Genetics and molecular research, v. 16, n. 3, 2017.

TEIXEIRA, F. G. **Herança da precocidade e de caracteres agrônômicos em soja e seleção de linhagens com base em índices de seleção**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2017.

TORRES, F. E. et al. **Desempenho agrônômico e dissimilaridade genética entre genótipos de soja**. Revista de Ciências Agrárias, n. 38(1), p. 111-117, 2015.

TODESCHINI, Matheus Henrique. **Progresso genético da soja no Brasil quanto à caracteres fisiológicos e agrônômicos**. 2018. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

VASCONCELOS, E. S. et al. **Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais**. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p65>.