



**FLAVIANE DE OLIVEIRA RIBEIRO**

**SELEÇÃO GENOTÍPICA VISANDO À PRECOCIDADE EM  
SOJA**

**LAVRAS – MG  
2018**

**FLAVIANE DE OLIVEIRA RIBEIRO**

**SELEÇÃO GENOTÍPICA VISANDO À PRECOCIDADE EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética Quantitativa, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2018**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Ribeiro, Flaviane de Oliveira.

Seleção genotípica visando à precocidade em soja / Flaviane de  
Oliveira Ribeiro. - 2018.

60 p. : il.

Orientador(a): Adriano Teodoro Bruzi.

.  
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Glycine max L Merr. 2. Melhoramento genético. 3.  
Maturação absoluta. I. Bruzi, Adriano Teodoro. . II. Título.

**FLAVIANE DE OLIVEIRA RIBEIRO**

**SELEÇÃO GENOTÍPICA VISANDO À PRECOCIDADE EM SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética Quantitativa, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de Julho de 2018.

Dr. Adriano Teodoro Bruzi (UFLA)

Dr. Ângela de Fátima Barbosa Abreu (UFLA)

Dr. Felipe Lopes da Silva (UFV)

Orientador

Prof. Dr. Adriano Teodoro Bruzi

**LAVRAS-MG**

**2018**

*Aos meus pais João e Nilcéia, exemplos de vida, de amor e de entrega!*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade que me foi dada, por guiar meu caminho e por fazer com que essa conquista fosse possível.

Aos meus pais João e Nilcéia por todo amor, dedicação, ensinamentos, por não medirem esforços para que os meus sonhos sejam realizados e por serem exemplos de pais e pessoas.

À minha irmã Luciene por todo amor, suporte, ensinamentos e amizade.

Ao meu namorado Alencar, por todo amor, companheirismo, paciência e conselhos.

À Maria Luiza, por ser luz na minha vida e me fazer sorrir mesmo nos momentos mais difíceis.

A todos meus familiares, pelo apoio e ajuda durante todas as etapas da minha formação.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pela estrutura concedida para o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu orientador Dr. Adriano Teodoro Bruzi pela oportunidade, pelos ensinamentos, companheirismo e por ser exemplo de profissional.

Aos professores do programa por todo conhecimento e experiência transmitidos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa.

Aos integrantes do Grupo Pesquisa Soja pela convivência, amizade, companheirismo, ensinamentos e ajuda na condução dos experimentos.

À turma 2016/2 que foram grandes parceiros nessa caminhada, Brena, Maiara, Getúlio, Mari, Tali e Grampola.

A todos amigos do GEN, pela amizade e pelos momentos compartilhados.

Às meninas da república Pinga ni mim pela convivência e amizade.

Aos amigos do Mentirocids: Maiara, Victor, Cids, Dani, Inara, Rodolfo, Vinicinho, Ewerton, Reberth e Rafa pela amizade que vou levar comigo para sempre, em todas as etapas da minha vida.

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

**MUITO OBRIGADA!**

## RESUMO

A obtenção de cultivares de soja precoce que associe alto desempenho produtivo tem sido foco dos programas de melhoramento. Para assegurar o sucesso desses programas a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos é de fundamental importância, pois auxiliam os melhoristas na seleção eficiente dos genótipos superiores. Diante disso, objetivou-se estimar parâmetros genéticos e fenotípicos associados às progênies do ciclo 0 do programa de seleção recorrente para precocidade em soja; e selecionar progênies com bons atributos agronômicos para a região sul de Minas Gerais / Campo das vertentes. Foram avaliadas progênies  $S_{0:1}$  no município de Lavras, ano agrícola 2015/2016. Adotou-se parcela de 1 linha de 2,0 metros com duas repetições, látice 12x12 (131 progênies + 13 parentais). As progênies  $S_{0:2}$  foram avaliadas na safra de verão 2016/2017 nos municípios de Lavras, Nazareno e Itutinga. Para as avaliações, adotou-se látice 8x8 (51 progênies + 13 parentais), utilizando-se 1 linha de 3 metros, com três repetições. As progênies  $S_{0:3}$  foram avaliadas na safra 2017/2018 nos municípios de Lavras, Itutinga e Ijaci. Para a avaliação destas progênies, adotou-se um látice 5x5 (12 progênies + 13 parentais), e a parcela foi constituída por 2 linhas de 3 metros, com três repetições. Foram avaliados os caracteres dias para o florescimento, maturação absoluta, altura de inserção do primeiro legume, altura da planta, índice de acamamento e produtividade de grãos. Os dados foram analisados usando a abordagem de modelos mistos. Foram estimados os parâmetros genéticos e fenotípicos, ganho esperado com a seleção, herdabilidade realizada, resposta correlacionada, além da distribuição de frequência das médias ajustadas. As estimativas dos componentes de variância evidenciam a existência de variabilidade entre as progênies possibilitando a seleção de genótipos superiores. Todas as progênies avaliadas apresentam bom desempenho agrônômico, aliando precocidade e desempenho produtivo. Ao selecionar as progênies precoces, há uma redução nos caracteres dias para o florescimento, altura de plantas, altura de inserção do 1º legume, acamamento e produtividade. Verificou-se efeito da interação genótipos x ambientes para todos os caracteres avaliados.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merr., Melhoramento genético, Maturação absoluta, Seleção recorrente.

## ABSTRACT

Obtaining early-maturity soybean cultivars that associate good agronomic performance has been the main focus of breeding programs. To assure the success of these programs, to obtain estimates of genetic and phenotypic parameters is of fundamental importance, since it aids the breeders to select the superior genotypes efficiently. Therefore, the objectives of this study were to estimate genetic and phenotypic parameters associated to Cycle 0 progenies of the early-maturity soybean recurrent selection program; to select good agronomic performance soybean progenies to southern region of Minas Gerais/Campo das vertentes.  $S_{0:1}$  progenies were evaluated in Lavras city during the crop year of 2015/2016. For each plot, one row of 2,0 m with two replications were adopted, in a 12 x 12 Lattice design (131 progenies + 12 parental). The  $S_{0:2}$  progenies were evaluated during the summer of 2016/2017 crop year in Lavras, Nazareno and Itutinga cities. For these evaluations an 8 x 8 Lattice design (51 progenies + 13 parental), using one row of 3 m plots with three replications, were adopted.  $S_{0:3}$  progenies were evaluated during 2017/2018 crop year in Lavras, Itutinga and Ijaci cities. For the evaluation of these progenies, a 5 x 5 lattice (12 progenies + 13 parental) were adopted. Each plot consists of two rows of 3 m with three replications. Days to flowering, absolute maturity, height of first pod insertion, plant height, lodging, and grain yield characters were evaluated. Data analysis were performed using Mixed Model methods. The genetic and phenotypic parameters, expected selection gain, realized heritability, correlated response were estimated, as well as the adjusted means frequency distribution. The estimates of components of variance evidence the presence of variability among the progenies, possibility the selection of superior genotypes. All evaluated progenies had good agronomic performance, allying early-maturity and good yield performance. When selecting early-maturity progenies, it was observed reductions on days to flowering, plant height and height of first pod insertion, lodging and grain yield characters. Effect of genotypes x environments interaction for all evaluated characters were also observed.

**Keywords:** *Glycine max* L. Merr., Genetic breeding, Absolute maturity, Recurrent selection.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>A cultura da soja no Brasil e em Minas Gerais.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Seleção Recorrente.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4</b>	<b>Controle genético da precocidade em soja.....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Obtenção da população segregante e progênies.....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Condução dos experimentos.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise de dados.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>44</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os programas de melhoramento genético da soja no Brasil têm como foco principal o lançamento de cultivares que associem produtividade e precocidade. Dentre as principais vantagens apregoadas pelo emprego de cultivares precoces pode-se destacar a otimização da segunda safra, que é o cultivo de uma cultura no sequeiro logo após a cultura de verão. O uso de cultivares precoces otimizam a segunda safra, porque a soja é colhida mais cedo e assim pode-se semear a cultura da segunda safra em um período de maior disponibilidade hídrica, o que proporcionará melhor desenvolvimento da cultura. Uma outra vantagem das cultivares precoces é a redução da pressão de patógenos, principalmente das doenças de final de ciclo, isto porque a cultura fica menos tempo no campo exposta a esses fatores. Vários relatos na literatura denotam sucesso do emprego de cultivares precoces em soja (GESTEIRA et al., 2015; PEREIRA et al., 2017; GESTEIRA et al., 2018).

Para obtenção de cultivares com ciclo reduzido algumas estratégias são reportadas. Com a adoção da seleção massal fenotípica, Botelho et al. (2007) relatam que a seleção recorrente foi eficiente para reduzir o ciclo das cultivares de feijoeiro comum. Outra alternativa é a seleção genotípica, que consiste na avaliação de progênies, com objetivo de selecionar as de menor maturação absoluta. Não há relatos na literatura do emprego desta estratégia.

Como já comentado, a precocidade atualmente merece destaque. Contudo, além do ciclo precoce demais atributos agronômicos devem ser contemplados visando à recomendação de novas cultivares. Uma alternativa para associar na população segregante produtividade e precocidade é o cruzamento de genitores com bom desempenho para essas características. Neste contexto, populações complexas envolvendo vários parentais, como na população base de um programa de seleção recorrente figura-se como alternativa para geração de variabilidade propiciando sucesso com a seleção. Assim, ante ao acima exposto objetivou-se estimar parâmetros genéticos e fenotípicos associados às progênies do ciclo 0 do programa de seleção recorrente para precocidade em soja; e selecionar progênies com bons atributos agronômicos para a região sul de Minas Gerais / Campo das Vertentes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura da soja no Brasil e em Minas Gerais

O primeiro relato da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Brasil ocorreu em 1882. O professor da Escola de Agronomia da Bahia, Gustavo Dutra, foi o responsável pelos primeiros estudos com a cultura no país. No entanto, como estes primeiros genótipos plantados no estado da Bahia foram coletados nos Estados Unidos e as condições edafoclimáticas dos dois ambientes são muito distintas a cultura não apresentou bom desempenho no estado. No ano de 1908 a soja foi introduzida em São Paulo por imigrantes japoneses. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) realizou testes de adaptação de cultivares e distribuiu sementes de soja aos produtores paulistas, sendo que nessa região a soja apresentou um melhor desempenho. Todavia, foi no Rio Grande do Sul onde a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver. Posteriormente, o cultivo da soja se expandiu para os estados de Minas Gerais, Santa Catarina, Goiás e outros da região Centro-Oeste (EMBRAPA, 2005; MIYASAKA & MEDINA, 1981; SEDIYAMA, 2009).

Diversos fatores contribuíram para a expansão da cultura da soja no Brasil. Dentre eles, os que se destacam são: semelhança das condições climáticas entre a região sul do Brasil com o sul dos EUA, de onde foram importadas as primeiras cultivares; valorização do mercado de soja na década de 70; tendência à substituição de gorduras de origem animal por produtos de origem vegetal; estímulos à melhoria das condições de solo no Rio Grande do Sul (operação “Tatu”) e posteriormente no cerrado; possibilidade de sucessão com o cultivo do trigo, muito cultivado na região sul do país na década de 70, aliada à demanda crescente de ração para produção avícola e suinícola; incentivos fiscais agrícolas entre as décadas de 1950 e 1970; boa estruturação dos setores públicos e privados na área de pesquisa e desenvolvimento; facilidade de mecanização na produção da cultura; estabelecimento de setores agroindustriais nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, com bom sistema viário para escoamento da produção; desenvolvimento de cultivares insensíveis ao fotoperíodo, possibilitando o cultivo em áreas de baixa latitude; clima do país altamente favorável ao cultivo da soja, aliado à coincidência entre a safra brasileira e a entressafra dos Estados Unidos (EMBRAPA, 2005; SEDIYAMA, 2009).

Na década de 70, a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, sendo até os dias atuais a cultura de maior destaque no país (EMBRAPA, 2005). Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, ficando atrás somente dos

Estados Unidos. Na safra 2017/2018, a área ocupada pela cultura no Brasil foi de 35.099,7 mil hectares. Com uma produtividade média de 55,55 sacas.há<sup>-1</sup>, o Brasil produziu no total 116.995,9 mil toneladas de soja (CONAB, 2018). Além de ser o segundo maior produtor de soja o Brasil é também o maior exportador da oleaginosa. Segundo a Agrostat (2018) na safra 2017/2018 foram exportadas 68,1 milhões de toneladas de soja em grão, 14,2 milhões de toneladas de farelo e 1,3 milhões de toneladas de óleo. O faturamento com as exportações do complexo soja foi de U\$ 31,7 bilhões nesta safra.

Dentre os estados brasileiros, Minas Gerais na safra 2017/2018 ocupou o 7º lugar no ranking de maiores produtores da oleaginosa. Com uma área plantada de 1.489,6 mil hectares, uma produção de 5.376,0 mil toneladas e uma produtividade de 60,15 sacas há<sup>-1</sup> o estado está se tornando mais competitivo na produção de soja. Nos últimos cinco anos a área cultivada com soja aumentou 32,9% no estado e a produção teve um acréscimo de 59,8% (CONAB, 2018). Os produtores mineiros estão investindo na cultura e obtendo bons resultados, algumas regiões do estado onde o cultivo de soja há alguns anos ainda era incipiente, atualmente tem expandido as áreas cultivadas com esta leguminosa, como é o caso da região sul de Minas. Já tradicional produtora de café e milho, a região encontrou na soja uma alternativa interessante para aumentar a rentabilidade dos produtores e ainda uma parceira perfeita na sucessão e rotação de culturas com o milho, cultura já estabelecida.

## **2.2 Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos**

Através das estimativas de variâncias genotípicas e fenotípicas, herdabilidade, coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental, entre outros parâmetros genéticos, é possível quantificar a existência da variabilidade. Estes parâmetros refletem a natureza do genótipo e a ação ambiental, possibilitando a predição dos ganhos oriundos da seleção e a definição das estratégias que serão utilizadas no programa de melhoramento (ROSSMAN, 2001).

No início do século XX, Fischer (1918) decompôs a variância fenotípica de uma população em: variância genética aditiva (VA), variância genética de dominância (VD), variância genética epistática (VI) e variância ambiental (VE). O emprego da variância no estudo dos caracteres quantitativos permite estimar a herdabilidade e o ganho genético com a seleção (RAMALHO et al., 2012). Diversos métodos são utilizados com intuito de se obter os componentes da variância genética (COMSTOCK; ROBINSON, 1952; SCULLY et al., 1991; TEIXEIRA et al., 1999).

Após a obtenção das variâncias, um parâmetro de maior utilidade para os melhoristas é a herdabilidade ( $h^2$ ), ela mede a correspondência entre o fenótipo e o genótipo, portanto reflete a proporção da variação fenotípica que pode ser herdada (RODRIGUES et al., 2011). Ramalho et al. (2012) conceitua a herdabilidade como a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total. É possível estimar dois tipos de herdabilidade: i) a herdabilidade no sentido amplo ( $h_a^2$ ); ii) a herdabilidade no sentido restrito ( $h_r^2$ ).

A herdabilidade no sentido amplo é definida como a razão da variância genotípica pela variância fenotípica. Já a herdabilidade no sentido restrito, como a razão da variância genética aditiva pela variância fenotípica (RAMALHO et al., 2012). O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido amplo como no restrito, assume valores compreendidos entre zero e um. Valores iguais a um indicam que as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos. Já valores iguais a zero indicam que a variabilidade do caráter não é de origem genética, ou seja, não existe correlação alguma entre o valor genético e o valor fenotípico (ALLARD, 1971).

A herdabilidade no sentido restrito é a mais recomendada para fins de melhoramento quando se trabalha com espécies de reprodução sexuada, pois por meio dela é possível quantificar a importância relativa da proporção aditiva da variância genética, que pode ser transmitida para a próxima geração. Já a herdabilidade no sentido amplo assume maior importância em plantas de propagação vegetativa, em que o genótipo é transmitido integralmente pelos descendentes (ROSSMAN, 2001).

Em situações em que a herdabilidade é alta, a seleção nas gerações iniciais de autofecundação é considerada eficiente. Porém, caso seu valor seja baixo, é necessário que se realize a seleção apenas nas gerações mais avançadas, pois o aumento da homozigose, devido à autofecundação, propicia um incremento na herdabilidade no sentido restrito (FEHR, 1987).

Os coeficientes de correlação mensuram a intensidade de associação entre duas variáveis, podendo ser positiva, quando ocorre aumento nas duas variáveis, ou negativa em situações que há acréscimo de uma e decréscimo de outra. (ROSSMAN, 2001).

Para o melhorista é de extrema importância conhecer a correlação entre os caracteres, em especial se um dos caracteres for de baixa herdabilidade ou difícil mensuração. Assim, caso este caráter esteja correlacionado a um segundo caráter de alta herdabilidade, torna-se possível a obtenção de progressos mais rápidos no programa de melhoramento (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Dentre as diversas contribuições da genética quantitativa para o melhoramento de plantas, destaca-se a possibilidade de se preverem os ganhos obtidos por determinada

estratégia de seleção. Desta forma, é possível traçar estratégias efetivas para o programa de melhoramento, prever o sucesso do esquema de seleção adotado e determinar quais as técnicas de maior eficácia (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Os fatores que mais influenciam de maneira direta ou indireta no ganho obtido por seleção são: intensidade de seleção, propriedades genéticas da população e condições ambientais. O ganho obtido com a seleção está diretamente relacionado com o diferencial de seleção, que consiste na diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Assim, quanto mais rigorosa for a seleção, maior será o diferencial de seleção. Porém, caso seja adotado uma intensidade de seleção muito rigorosa existe o risco de redução acentuada da variabilidade genética. Populações mais heterogêneas aumentam as probabilidades de ganho com a seleção, uma vez que este ganho é baseado em diferenças genéticas. O ambiente é outro fator que influencia o ganho obtido com a seleção. No caso de características quantitativas este apresenta grande influência sobre a expressão do fenótipo e se torna um complicador na seleção, uma vez que a variação decorrente do ambiente não é herdada (ROSSMAN, 2001).

Muito embora seja possível obter diferentes estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para um mesmo caráter, a literatura evidencia que cada caráter apresenta uma amplitude de valores que lhe é peculiar (RAMALHO et al., 2000). Estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos para alguns caracteres são apresentados na Tabela 1. De maneira geral, a produção de grãos é um caráter que apresenta baixa herdabilidade, e pode ser atribuída ao seu comportamento quantitativo, por ser controlado por um grande número de genes, permitindo maior influência ambiental e, conseqüentemente, uma diminuição da relação entre a variância genética e fenotípica. Os caracteres ciclo e altura da planta apresentam herdabilidade mais elevada. Pode-se observar que há sucesso com a seleção de genótipos superiores. É importante salientar que valores negativos denotam que a seleção foi realizada no intuito de reduzir a expressão do caráter.

Tabela 1 - Estimativa de parâmetros genéticos encontrados na literatura para alguns caracteres agronômicos da cultura da soja.

Caráter	Fonte	Geração	Parâmetros Genéticos		
			IS %	h <sup>2</sup> (%)	GS (%)
<b>Produtividade</b>	Trevisoli et al. (2012)	Linhagem	10	66,0	27,9
	Rossmann (2001)	F7	20	72,2	57,38
<b>Ciclo</b>	Trevisoli et al. (2012)	Linhagem	10	40,0	-3,91
	Rossmann (2001)	F7	20	82,2	-
	Santos (2016)	Linhagem	-	90,0	-
<b>Altura de planta</b>	Trevisoli et al. (2012)	Linhagem	10	71,0	21,45
	Rossmann (2001)	F7	20	93,9	23,57
	Santos (2016)	Linhagem	-	91,0	-
<b>Acamamento</b>	Trevisoli et al. (2012)	Linhagem	10	58,0	-23,89
	Rossmann (2001)	F7	20	88,6	-
<b>Inserção do 1º legume</b>	Leite et al. (2015)	Linhagem	-	70,6	-
	Mauro et al. (1995)	Linhagem	30	70,0	3,7

IS – Intensidade de seleção; h<sup>2</sup> – herdabilidade e GS – ganho com a seleção.

Em geral, há grande variação nas estimativas de correlações genéticas entre os caracteres na cultura da soja. No entanto, com o acúmulo de informações obtidas em programas de melhoramento, tem-se na literatura um indicativo da magnitude e direção predominante da correlação entre os principais caracteres agronômicos. Mesmo assim, em cada população devem ser mensurados os coeficientes de correlação genética para proporcionar maior eficiência na seleção (ROSSMANN, 2001). Na Tabela 2 são apresentados valores de correlação obtidos por pesquisadores para algumas características da cultura da soja.

Tabela 2 - Valores encontrados na literatura das correlações fenotípicas (rf) e genotípicas (rg) entre os caracteres avaliados.

Caracteres avaliados*		Autores			
		Lopes (2002)	Miranda (2006)	Cunha (2011)	Nogueira (2012)
1	rf	0,86	0,59	0,48	0,86
	rg	0,88	0,74	0,52	0,88
2	rf	0,71	-	0,29	0,65
	rg	0,71	-	0,37	0,69
3	rf	0,63	-	0,24	0,59
	rg	0,65	-	0,24	0,64
4	rf	0,42	0,40	0,46	0,78
	rg	0,43	0,67	0,47	0,79
5	rf	-	0,13	0,0046	0,77
	rg	-	0,25	-0,0931	0,82
6	rf	0,24	0,26	0,49	0,65
	rg	0,26	0,39	0,50	0,68
7	rf	-	-0,06	0,03	0,65
	rg	-	-0,04	0,02	0,70
8	rf	0,85	-	0,17	0,65
	rg	0,89	-	0,17	0,69

\* 1 = Número de dias para florescimento e número de dias para maturidade; 2 = Número de dias para florescimento e produtividade de grãos; 3 = Número de dias para maturação e produtividade de grãos; 4 = Número de dias para florescimento e altura de plantas na maturidade; 5 = Número de dias para florescimento e altura da inserção do primeiro legume; 6 = Dias para maturação e altura da planta; 7 = Número de dias para maturação e inserção do primeiro legume; 8 = Produção e altura da planta na maturação

### 2.3 Seleção Recorrente

A seleção recorrente é um sistema cíclico e dinâmico que visa aumentar gradativamente a frequência de alelos favoráveis na população, através de repetidos ciclos de avaliação, seleção e recombinação, sem que ocorra redução na variabilidade genética da população (BORÉM; MIRANDA, 2013; HALLAUER, 1992).

A maioria dos caracteres de importância econômica são quantitativos, ou seja, controlados por muitos genes e geralmente são considerados mais de um caráter no processo de seleção. Quando se deseja realizar o melhoramento para um ou mais caracteres, controlados por vários genes, a probabilidade de se obter uma única linhagem que possua todos os alelos favoráveis em um único ciclo seletivo é praticamente nula, seria necessário manusear um enorme número de plantas para encontrar esta linhagem, o que seria inviável em qualquer programa de seleção. Assim, a principal alternativa é o emprego da seleção recorrente, em que o programa de melhoramento é realizado por etapas. Além disso, devido ao sistema de reprodução das espécies autógamas, com as sucessivas autofecundações, há o

isolamento das progênies e dos indivíduos dentro das progênies, não sendo possível aproveitar os alelos que estão em diferentes indivíduos, a não ser pelo inter cruzamento entre eles (RAMALHO et al., 2012).

Outro argumento para o uso da seleção recorrente foi proposto por Fouilloux; Bannerot (1988), que trabalhando com simulação conseguiram inferir que dois ciclos seletivos são mais eficientes que apenas um ciclo para acumular locos com alelos favoráveis. Bernardo (2010) também defende o uso da seleção recorrente nos programas de melhoramento. Analisando a seleção feita no milho para teor de óleo e proteína iniciado em 1896 no estado de Ilinois nos Estados Unidos, concluiu que após os 90 ciclos seletivos realizados, o ganho foi bem superior do que se avaliasse as mesmas espigas e a melhor fosse selecionada no ciclo zero ( $C_0$ ), isto ilustra o poder dos sucessivos ciclos de seleção.

Na literatura existem diversos outros argumentos destacando as vantagens da realização da seleção recorrente (BOTELHO et al., 2007; GERALDI, 2005; MENEZES JUNIOR et al., 2008; PIRES et al., 2013), como a obtenção de maior variabilidade genética dos inter cruzamentos; a maior possibilidade de recombinações devido aos inter cruzamentos sucessivos; o aumento das frequências dos alelos favoráveis devido a um processo repetitivo de seleção e a facilidade para incorporação de novos germoplasmas na população. Uma das críticas feitas ao emprego da seleção recorrente é a demora no processo. No entanto, trata-se de uma crítica infundada, pois a cada ciclo o método possibilita a obtenção de linhagens melhores e o tempo para se atingir esse objetivo é o mesmo de qualquer processo de melhoramento que envolva hibridações.

A primeira etapa de um programa de seleção recorrente é a formação da população base; nela os genitores são escolhidos. Esses devem apresentar fenótipos desejáveis para a maioria dos caracteres de interesse, além de serem os mais contrastantes possível, o que permite associar média alta e variabilidade genética, que são indispensáveis para se obter sucesso com a seleção (RAMALHO et al., 2001). Os parentais são inter cruzados, posteriormente ocorre a avaliação e a seleção dos indivíduos ou progênies. Para os caracteres que possuem baixa herdabilidade, a seleção deve ser efetuada utilizando-se progênies que serão avaliadas em experimentos com repetições (SILVA, 2006).

Após a seleção das melhores progênies, estas deverão ser recombinadas para a obtenção da população do ciclo seguinte. O melhorista deve se atentar não apenas para a seleção de indivíduos superiores, como também deve evitar a perda de alelos favoráveis (CORDEIRO, 2001). É importante manter o tamanho efetivo populacional, contudo, o

número de progênies selecionadas não precisa ser muito alto, porque é inviável avaliar um excessivo número de progênies (SILVA, 2006).

A seleção recorrente vem sendo amplamente utilizada no melhoramento de plantas autógamas, muito embora tenha sido proposta para culturas alógamas (BOTELHO et al., 2007; GERALDI, 2005; MENEZES JUNIOR et al., 2008; PIRES et al., 2013). Nos Estados Unidos, pesquisadores trabalhando com a cultura da soja utilizaram esta estratégia com o objetivo de incrementar o teor de óleo e proteína (SCOTT; KEPHART, 1997; ZHAO et al., 2007). Para características como produtividade de grãos, a estratégia vem sendo mais comumente utilizada quando se trabalha com germoplasma exótico, Posadas et al. (2014) trabalhando com genótipos não adaptados, obtiveram excelentes resultados. O rendimento de grãos aumentou significativamente de uma média de 3070 kg ha<sup>-1</sup> no ciclo 0 para uma média de 5037 kg ha<sup>-1</sup> no ciclo 3, isto representa um ganho de 567 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>. Com esta estratégia foi possível também após os três ciclos seletivos, diminuir significativamente a maturidade média e o acamamento das plantas. Não há relatos da aplicação da estratégia de seleção recorrente para a população base utilizando apenas germoplasma elite. Além disso, no Brasil ainda não foi relatado à utilização da seleção recorrente para a cultura da soja.

A seleção recorrente visando precocidade foi utilizada em uma cultura autógama por Botelho et al. (2007), que trabalhando com feijoeiro observaram tendência de redução dos dias para o florescimento com o decorrer dos ciclos seletivos. O progresso obtido com a seleção recorrente foi de 2,2% ao ano. Verificou-se a existência de variabilidade, fato importante, pois segundo Hallauer (1986) um dos princípios básicos da seleção recorrente é a manutenção da variabilidade genética, ao longo dos ciclos de seleção. A média do número de dias para o florescimento das progênies foi menor que das testemunhas. E as estimativas da herdabilidade quanto ao número de dias para o florescimento foram todas superiores a 79%. Estes resultados evidenciam que a seleção recorrente foi um método efetivo em uma cultura autógama para selecionar progênies que associem florescimento precoce e expressão fenotípica dos demais caracteres de interesse dos melhoristas.

#### **2.4 Controle genético da precocidade em soja**

O florescimento da soja depende de vários fatores genéticos e ambientais, um dos principais fatores ambientais é o fotoperíodo, este é influenciado pela latitude da região e pela época do ano em que se realiza o plantio. Na verdade, o florescimento da soja responde ao nictoperíodo, ou duração da noite (NEPOMUCENO et al., 2008), entretanto, normalmente

refere-se ao fotoperíodo. O fotoperíodo é a duração do dia em relação à noite em um tempo de vinte e quatro horas e o fotoperiodismo é a reação da planta a esse tempo. As plantas são classificadas de acordo com o fotoperiodismo, em plantas de dias curtos, plantas de dias longos e plantas indiferentes. A soja é considerada uma planta de dias curtos, que floresce quando submetida a fotoperíodos abaixo do seu fotoperíodo crítico, ou seja, a planta precisa de horas de escuro para florescer (BARROS; SEDIYAMA, 2009). Este fotoperíodo crítico é específico para cada genótipo (WATANABE; HARADA; ABE, 2012).

Segundo Hymowitz (1970), a soja teve sua origem e domesticação na China, em regiões entre 30° e 45° de latitude norte. O seu cultivo comercial restringiu-se a regiões com latitudes superiores a 22° até o final da década de 1960, pois quando a soja era cultivada em regiões com baixa latitude as plantas acumulavam horas de escuro muito precocemente, floresciam enquanto ainda apresentavam uma baixa estatura, tendo poucas gemas para se diferenciarem, a planta tinha um potencial produtivo muito baixo. A barreira do fotoperíodo foi quebrada no final da década de 1970, com a introdução da característica do período juvenil longo (PJL). O cultivo da soja pôde finalmente ser realizado em regiões com latitudes menores que 15° (NEUMAIER e JAMES, 1993). As cultivares com período juvenil longo possuem uma fase vegetativa insensível ao fotoperíodo. O estímulo para o florescimento ocorre a partir do estágio de desenvolvimento V5. Enquanto as cultivares com período juvenil curto percebem o estímulo para o florescimento a partir do estágio V2. Portanto, cultivares com período juvenil longo mesmo quando cultivadas em regiões com baixa latitude atingem uma boa estatura e conseqüentemente maior produtividade (SEDIYAMA et al., 2016).

Segundo Woodworth (1923) o número de dias até o florescimento está intimamente ligado ao tamanho da planta. Em seus estudos a geração F<sub>2</sub> segregou a cada três plantas altas com florescimento tardio, uma planta baixa com florescimento precoce. Veatch (1930) também trabalhando com o controle genético do florescimento, concluiu que além da altura da planta o tempo até a floração e o tempo até a maturidade também tem uma correlação positiva.

O controle genético do tempo gasto até o florescimento em dias curtos é determinado por um sistema genético diferente e independente daquele que determina o florescimento sob condições de dias longos. O florescimento tardio é controlado por genes recessivos sob condições de dias curtos, enquanto a floração tardia é dominante em relação à floração precoce, em condições de dias longos (Hartwig & Kiihl, 1979; Kiihl, 1976; Tisselli Junior, 1981). Na literatura são descritos pelo menos doze genes que controlam o florescimento na cultura da soja (E1-E10, D1 e J).

Bernard (1971) observou que existem dois genes independentes que afetam o tempo até a floração e o tempo até a maturidade, o E1 / e1 e o E2 / e2, em ambos os genes os alelos dominantes determinam a floração tardia. Buzzell (1971) identificou o gene E3 / e3 que além de dar sensibilidade ou insensibilidade à luz artificial fluorescente, afeta os dias até o florescimento e maturidade no campo. O alelo dominante E3 é responsável pela sensibilidade à luz e pela maturidade tardia. O alelo recessivo e3 dá insensibilidade à luz fluorescente e determina maturidade precoce em condições de campo. O alelo e3 desempenhou um papel importante no desenvolvimento de cultivares de soja extremamente precoces. Buzzell e Voldeng (1980) encontraram a presença de um quarto gene, denominado E4 / e4. O alelo recessivo é responsável pela insensibilidade ao comprimento do dia e o alelo dominante confere sensibilidade ao fotoperíodo, atrasando o florescimento em dias longos. O quinto gene E5/e5 foi descrito por McBlain e Bernard (1987), o alelo dominante E5 é encontrado em condições de dias longos e ocasiona atraso na maturidade. O gene E6/e6 foi descrito por Bonato e Vello (1999) e os resultados indicaram que o florescimento e a maturidade precoces são controlados pelo alelo dominante E6, enquanto o recessivo e6 condiciona florescimento e maturação tardios. No caso do gene E7/e7, o alelo e7 condiciona sensibilidade ao fotoperíodo (COBER; VOLDENG 2001). Nos genes E8/e8, o alelo dominante é responsável pela maturidade mais tardia (COBER et al., 2010). O gene E9/e9 também controla a precocidade na cultura da soja, sendo o alelo dominante E9 responsável pelo ciclo precoce e e9 resulta em ciclo mais tardio (KONG et al., 2014). No gene E10/e10 o dominante confere ciclo mais tardio (SAMANFAR et al., 2017). O alelo recessivo do gene J/j, é responsável pelo período juvenil longo (RAY et al., 1995). Outro gene que condiciona período juvenil longo é o Dt1/dt1, neste por sua vez, o alelo que confere período juvenil longo é o dominante (LIU et al., 2010).

Visto que a precocidade na cultura da soja é um caráter complexo, controlado por muitos genes, a possibilidade de incrementar todos os alelos favoráveis em um único ciclo seletivo é praticamente nula. Sendo assim, a principal alternativa é o emprego da seleção recorrente, visto que esta estratégia aumenta gradativamente a frequência de alelos favoráveis na população.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção da população segregante e progênes

As progênes avaliadas no presente estudo são do ciclo 0 do programa de seleção recorrente visando precocidade na cultura da soja. Para obtenção da população base, foi realizado um dialelo parcial com 13 genitores (Tabela 3).

Tabela 3 - Genitores utilizados nos cruzamentos e suas respectivas informações de grupo de maturação (GM), hábito de crescimento (HC), Característica de interesse (C), resistência a nematoides (RN) e empresa detentora do material genético.

<b>Cultivar</b>	<b>GM</b>	<b>HC</b>	<b>C</b>	<b>RN</b>	<b>Empresa detentora</b>
CD250 RR	5.5	I <sup>1</sup>	E	MI	Coodetec
CD215	5.9	D <sup>2</sup>	E	-	Coodetec
CD237 RR	8.1	D	Y	MI, MJ e HG	Coodetec
5D690RR	6.9	I	E	-	Coodetec
CD2630 RR	6.3	I	E	HG	Coodetec
M7908 RR	7.9	D	Y	MI	Monsoy
5G 830	8.3	D	Y	-	Dow AgroScience
BRS FAVORITA RR	7.9	D	Y	MI e MJ	Embrapa
V-TOP RR	5.9	I	E	-	Syngenta Seeds Ltda
NK7074 RR	7.4	D	Y	-	Syngenta Seeds Ltda
NA 5909 RG	6.9	I	E	-	Nidera Sementes Ltda
BMX Força RR	6.2	I	E	-	GDM
TMG7161 RR	5.9	I	E	MJ	TMG

<sup>1</sup>Indeterminado; <sup>2</sup>Determinado; E = Precoce; Y = Produtiva; MI= *Meloidogyne incógnita*; MJ= *Meloidogyne javanica*; HG= *Heterodera Glycines*.

Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação no Departamento de Agricultura da UFLA na safra de 2013/2014. A hibridação manual seguiu procedimento semelhante ao descrito por Borém et al. (2009). As sementes da geração F<sub>1</sub> foram multiplicadas no inverno de 2014 em casa de vegetação, também no Departamento de Agricultura da UFLA, adotando duas plantas por vaso.

Na safra de verão 2014/2015, a população S<sub>0</sub> foi conduzida no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da Universidade Federal de Lavras – MG (Fazenda Muquém), situada à latitude de 21°14' S, longitude 45°00' W e altitude de 918 m. A S<sub>0</sub> foi semeada adotando 14 linhas de cinco metros, considerando 15 sementes/metro como densidade de semeadura. Na maturação fisiológica foram selecionadas

em função de caracteres agronômicos, como precocidade e engalhamento, 140 plantas para constituir as progênies  $S_{0:1}$ .

As progênies  $S_{0:1}$  foram avaliadas na safra de verão 2015/2016 na área experimental da Fazenda Muquém. A parcela foi constituída de uma linha de dois metros com duas repetições, considerando o delineamento de látice 12x12 (131 progênies + 13 parentais). As progênies  $S_{0:1}$  foram selecionadas de acordo com a maturação absoluta. Foram selecionadas as 51 progênies mais precoces.

Na safra 2016/2017 foram avaliadas as progênies  $S_{0:2}$  em três locais: Fazenda Muquém, na Fazenda Milanez, situada no município de Itutinga -MG, latitude de 21°17'52" S, longitude de 44°39'28" O e altitude de 969 m; e na Fazenda Grupo G7 no município de Nazareno - MG, situada à latitude de 21°12'59" S, longitude 44°36'41" W, e altitude de 935 m. A parcela foi constituída por uma linha de três metros, com três repetições, o delineamento foi um látice 8x8 (51 progênies + 13 parentais). As 12 progênies mais precoces foram selecionadas para obtenção das progênies  $S_{0:3}$ .

Na safra 2017/2018 as progênies  $S_{0:3}$  foram avaliadas em três locais: Fazenda Muquém, Fazenda Milanez, e no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia em Agropecuária da UFLA no município de Ijaci – MG (Fazenda Palmital), situada à latitude 21°09' S, longitude 44°54' W, e altitude de 920 m. O delineamento adotado foi um látice 5x5 (12 progênies + 13 parentais). A parcela foi constituída por duas linhas de três metros, com três repetições.

Os dados referentes à climatologia dos ambientes experimentais estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

Figura 1 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2015/2016, na cidade de Lavras - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

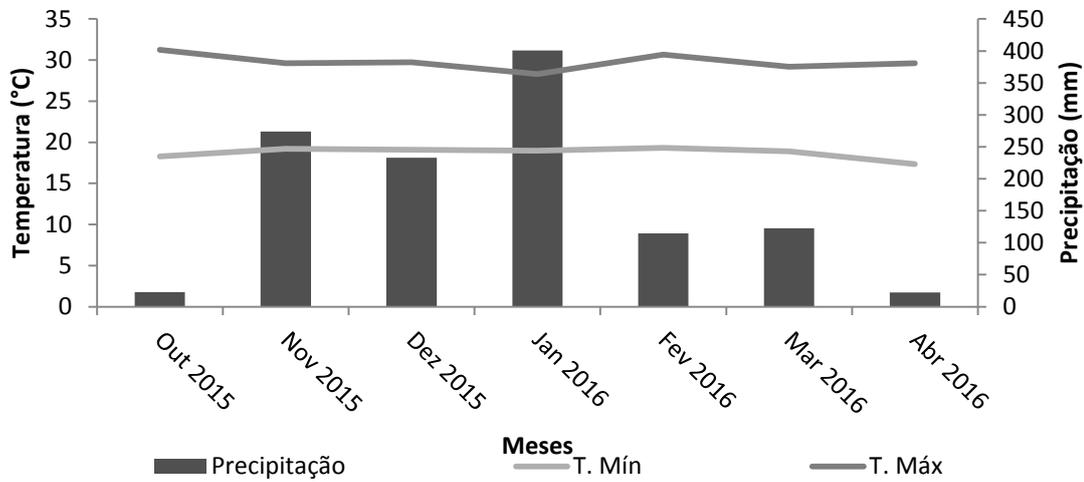


Figura 2 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2016/2017, na cidade de Lavras - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

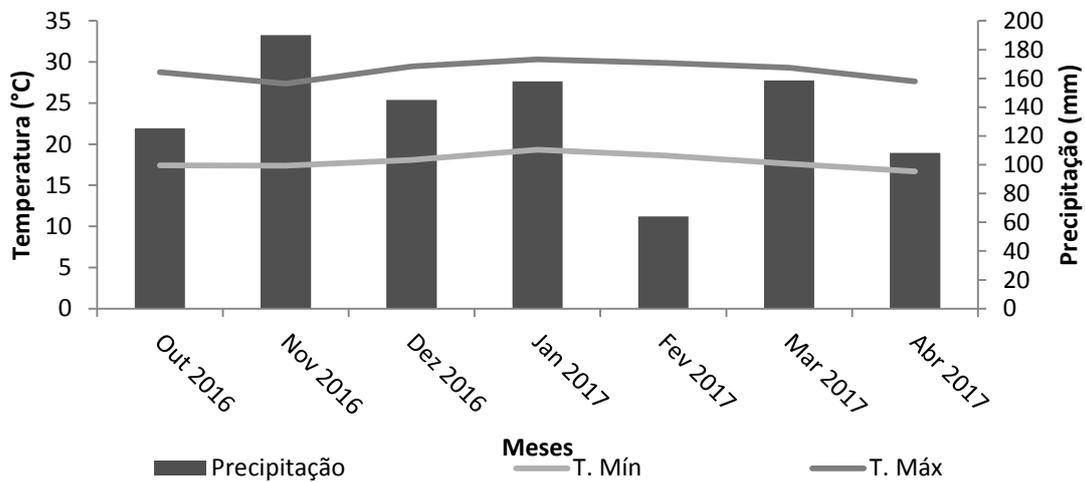


Figura 3 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2016/2017, na cidade de Itutinga - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

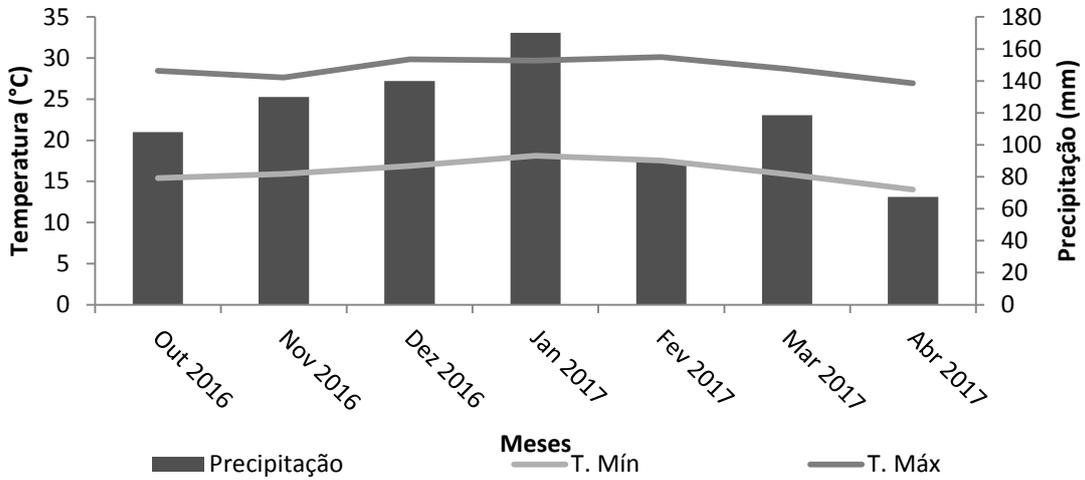


Figura 4 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2016/2017, na cidade de Nazareno - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

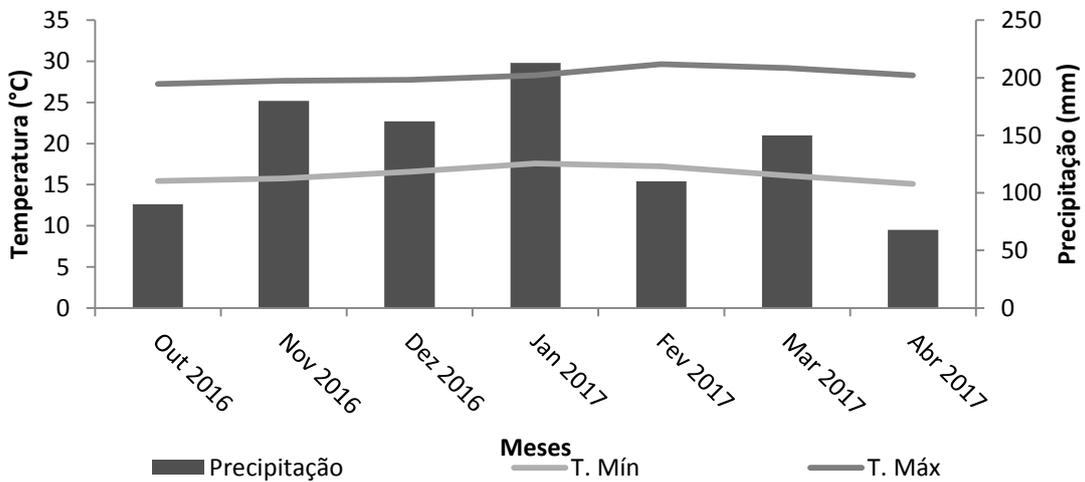


Figura 5 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2017/2018, na cidade de Lavras - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

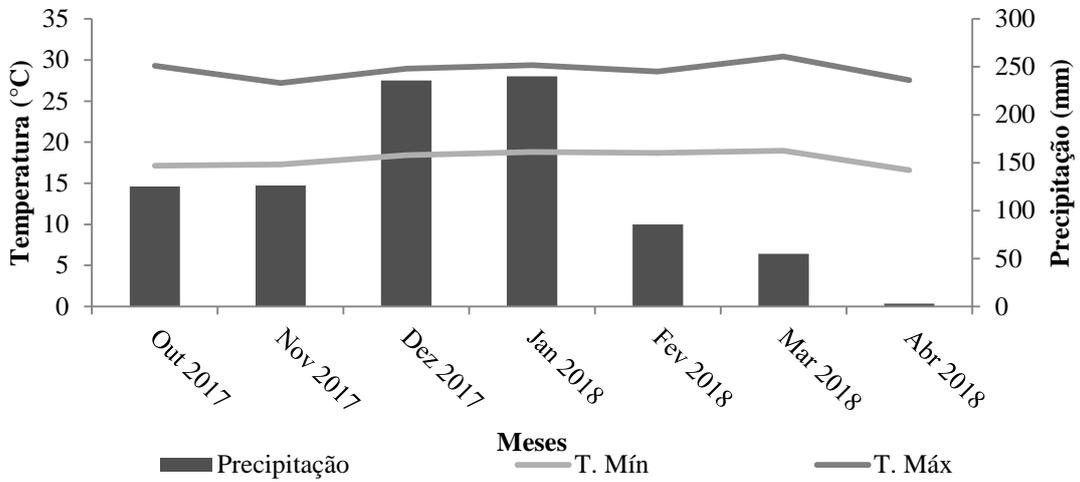


Figura 6 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2017/2018, na cidade de Itutinga - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

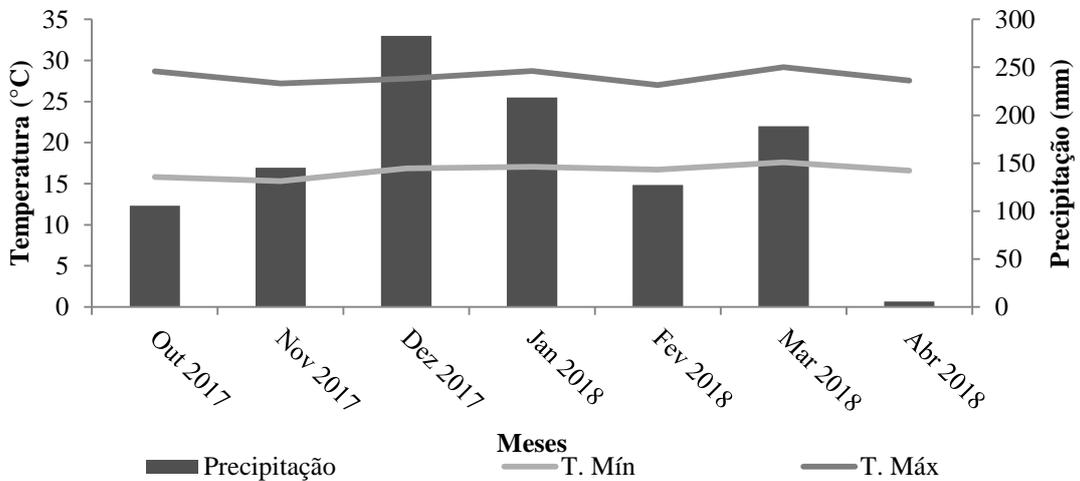
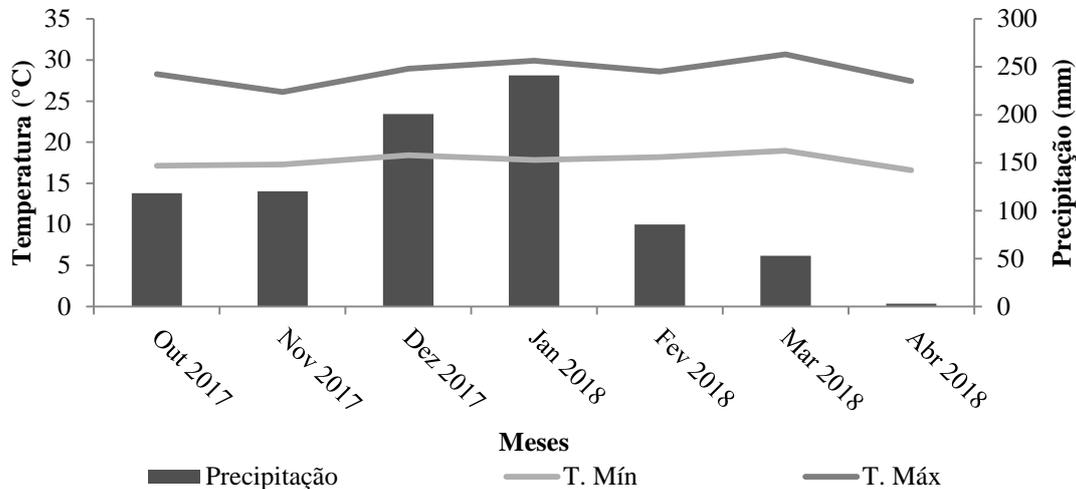


Figura 7 - Variações mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima no período de outubro a abril da safra 2017/2018, na cidade de Ijaci - MG. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).



### 3.2 Condução dos experimentos

Em todos os ambientes avaliados, adotou-se o sistema de plantio direto, com sulcos de semeadura espaçados em 0,50 m. A inoculação foi realizada no momento do plantio, via sulco de semeadura, utilizando-se *Bradyrhizobium japonicum* na forma de inoculante líquido e proporção de 1.200.000 bactérias por semente. A semeadura foi realizada manualmente e o desbaste efetuado 25 dias após a germinação, garantindo o estande desejado em cada um dos experimentos. Os demais tratos culturais foram realizados conforme procedimento apresentado por Soares et al. (2015).

Foram avaliados os seguintes caracteres:

- Dias para o florescimento: 50% das plantas da parcela apresentando florescimento pleno, estágio R2;
- Maturação absoluta: 90% das plantas da parcela em estágio R8 (maturação absoluta);
- Altura de inserção do primeiro legume: distância do colo da planta até o nó de inserção do primeiro legume, em centímetros, de 5 plantas tomadas aleatoriamente;
- Altura da planta: distância do colo da planta até a extremidade da haste principal, em centímetros, medida em 5 plantas tomadas aleatoriamente;
- Índice de acamamento: avaliado segundo Bernard et al. (1965) com as seguintes notas: nota 1 para todas as plantas eretas, 2 para algumas plantas inclinadas ou ligeiramente

acamadas, 3 para todas as plantas moderadamente inclinadas ou 25-50% acamadas, 4 para todas as plantas severamente inclinadas ou 50-80% acamadas e 5 para mais de 80% das plantas acamadas;

- Produtividade de grãos: valor em  $\text{scs.ha}^{-1}$  após conversão para 13% de umidade.

### 3.3 Análise dos dados

Os dados foram analisados com o auxílio do software R Development Core Team (2016), via abordagem de modelos mistos (BERNARDO, 2010). Primeiramente, realizou-se a análise individual, para cada um dos ambientes, de acordo com o modelo apresentado abaixo:

$$y_{ijk} = \mu + p_i + r_j + b_{k(j)} + e_{ijkl}$$

em que:

$y_{ijk}$ : observação da parcela que recebeu a progênie  $i$  no bloco  $k$  dentro da repetição  $j$ ;

$\mu$ : constante geral associada a todas as observações;

$p_i$ : efeito aleatório da progênie  $i$

$r_j$ : efeito aleatório da repetição  $j$ ;

$b_{k(j)}$ : efeito aleatório do bloco  $k$  dentro da repetição  $j$ ;

$e_{ijkl}$ : erro experimental aleatório associado à observação  $y_{ijk}$ .

Posteriormente, realizou-se a análise conjunta envolvendo os locais para cada ano agrícola e também uma análise conjunta envolvendo os sete ambientes de avaliação, considerando o modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + p_i + r_{j(l)} + b_{k(jl)} + a_l + (ta)_{il} + e_{ijkl}$$

em que:

$y_{ijkl}$ : observação referente a progênie  $i$ , na repetição  $j$ , no bloco  $k$ , no ambiente  $l$ ;

$\mu$ : constante geral associada a todas as observações;

$p_i$ : efeito aleatório da progênie  $i$ ;

$r_{j(l)}$ : efeito aleatório da repetição  $j$  dentro do ambiente  $l$ ;

$b_{k(jl)}$ : efeito aleatório bloco  $k$  dentro da repetição  $j$  no ambiente  $l$ ;

$a_l$ : efeito fixo do ambiente  $l$ ;

$(ta)_{il}$ : efeito aleatório da interação progênes x ambientes;

$e_{ijkl}$ : erro experimental aleatório associado à observação  $y_{ijkl}$ .

### 3.4 Estimativa dos componentes genéticos e fenotípicos

Os componentes da variância foram estimados através do método da máxima verossimilhança residual (REML). Para aferir a qualidade experimental, foram estimados o coeficiente de variação e a acurácia seletiva. A acurácia seletiva foi determinada pelo seguinte estimador (GEZAN; MUNOZ, 2014):

$$r\hat{g}g = \sqrt{1 - \left(\frac{PEV}{\sigma_G^2}\right)}$$

em que:

$PEV$ : variância do erro de predição dos BLUP;

$\sigma_G^2$ : variância genotípica.

As estimativas de coeficiente de variação foram obtidas por:

$$CV = \frac{\sqrt{\sigma_E^2}}{\bar{x}}$$

em que:

$\sigma_E^2$ : variância ambiental;

$\bar{x}$ : média.

As herdabilidades ( $h^2$ ) em nível de progênie foram obtidas de acordo com o estimador proposto por Piepho e Mohring (2007):

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \frac{\sigma_{GA}^2}{n} + \frac{\sigma_E^2}{nr}}$$

em que:

$\sigma_G^2$ : variância genotípica;

$\sigma_{GA}^2$ : variância da interação genótipos x ambientes;

$\sigma_E^2$ : variância ambiental;

$n$ : número de ambientes;

$r$ : média harmônica no número de repetições.

O ganho genético esperado com a seleção (GS) foi estimado para todos os caracteres em cinco intensidades de seleção (1%, 5%, 10%, 15%, 20%). As estimativas do ganho esperado com a seleção em porcentagem da média (GS%) foram obtidas pelo seguinte estimador:

$$GS(\%) = \frac{\overline{BLUP's}}{\bar{Y}} \times 100$$

em que:

$\overline{BLUP's}$ : média dos BLUP's das progênie selecionadas;

$\bar{Y}$ : média geral das progênie na geração  $i$

As herdabilidades realizadas ( $h_R^2$ ), foram estimadas utilizando cinco intensidades de seleção (1%, 5%, 10%, 15%, 20%), considerando o seguinte estimador:

$$h_R^2 = \frac{GS/mj}{ds/mi}$$

em que:

$h_R^2$ : herdabilidade realizada;

$GS$ : ganho com a seleção na geração  $j$ , pela seleção efetuada na geração  $i$ ;

$ds$ : diferencial de seleção;

$mi$ : média das progênie em  $F_i$ ;

$m_j$ : média das progênies em  $F_j$ .

Para as estimativas de resposta correlacionada (RC%) utilizou-se o estimador:

$$RC_{y/y'}(\%) = \frac{\overline{BLUP_{y/y'}}}{\bar{y}} \times 100$$

em que:

$\overline{BLUP_{y/y'}}$  = médias dos BLUP dos genótipos para o caráter  $y$ , pela seleção efetuada para o caráter  $y'$ ;

$\bar{y}$  = média geral dos genótipos para o caráter  $y$ .

## 4 RESULTADOS

A precisão experimental variou em função dos ambientes e caracteres avaliados. A menor estimativa de acurácia foi de 34,37% para o caráter produtividade de grãos em Lavras 2017/2018 (Tabela 5A). A maior foi de 98,96% para o caráter maturação absoluta em Itutinga 2017/2018 (Tabela 6A). O coeficiente de variação ambiental também variou nos diferentes ambientes e caracteres. As estimativas foram de 1,66% para maturação absoluta em Itutinga 2017/2018 (Tabela 6A) a 48,17% para acamamento em Itutinga 2016/2017 (Tabela 3A).

As estimativas dos componentes de variância associados às progênies evidenciam a existência de variabilidade. Exceto para os caracteres produtividade de grãos em Itutinga 2016/2017, Lavras 2017/2018, Itutinga 2017/2018 e Ijaci 2017/2018, e inserção do primeiro legume em Itutinga 2017/2018 todas as estimativas de variâncias genéticas foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança (Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A e 7A).

A estimativa de herdabilidade refere-se à proporção da variabilidade existente que é de natureza genética, ou seja, que pode ser herdada. As estimativas obtidas variaram de 0,13 para produtividade de grãos em Lavras 2017/2018 (Tabela 5A) a 0,99 para dias para o florescimento em Itutinga 2017/2018 (Tabela 6A).

As estimativas médias para o caráter maturação absoluta variaram de acordo com o local e ano agrícola. Os ambientes que obtiveram uma menor média de maturação absoluta foi Itutinga 2016/2017 e Itutinga 2017/2018, ambos com 119 dias (Tabela 10A e 13A). A maior média de maturação absoluta foi observada no ambiente Ijaci 2017/2018 (130 dias) (Tabela 14A). A amplitude de variação também foi distinta nos diferentes ambientes. A maior amplitude foi verificada em Itutinga 2016/2017 (37 dias) (Tabela 10A) e a menor amplitude em Nazareno 2016/2017 (24 dias) (Tabela 11A).

Considerando as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos pela análise conjunta envolvendo progênies  $S_{0:2}$  no ano agrícola 2016/2017, pode-se observar que a acurácia foi de alta magnitude, acima de 70%, para todos os caracteres avaliados, exceto para produtividade de grãos e inserção do primeiro legume. O coeficiente de variação apresentou grande amplitude entre os caracteres avaliados, variando de 2,83 para maturação absoluta a 43,18 para acamamento (Tabela 4).

Para todos os caracteres as estimativas de variância genética diferiram de zero. A interação genótipos x locais também foi significativa para todos os caracteres avaliados, exceto para o número de dias para o florescimento, o que evidencia a influência do efeito do

ambiente sobre o desempenho das progênies. As estimativas de herdabilidade variaram de 0,39 para o caráter inserção do primeiro legume a 0,94 para altura de plantas (Tabela 4).

As estimativas conjuntas das médias BLUP, evidenciaram grande variação entre as progênies para os caracteres avaliados. Os valores obtidos para o caráter maturação absoluta variaram de 116 a 146 dias. Para a produtividade de grãos, foi possível observar que as progênies variaram de 55,98 a 74,85 sc.ha<sup>-1</sup> (Tabela 5).

Tabela 4 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0,2</sub>, no ano agrícola 2016/2017.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	38,02*	6,85*	25,93*	73,68*	1,18*	0,13*
$\hat{\sigma}_{GxL}^2$	6,35*	0,26	24,96*	3,74*	3,21*	0,11*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	12,20	6,14	163,54	29,89	7,05	0,40
<b>h<sup>2</sup></b>	0,92	0,90	0,49	0,94	0,39	0,61
<b>r<sub>gg</sub>%</b>	95,64	94,72	69,24	96,64	62,06	77,58
<b>CV%</b>	2,83	4,72	18,91	5,59	14,66	43,18

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{GxL}^2$  - variância da interação genótipos x locais;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental; h<sup>2</sup> - herdabilidade; r<sub>gg</sub>% - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

Tabela 5 - Estimativas conjuntas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0,2</sub>, no ano agrícola 2016/2017.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca</b>
<b>Máximo</b>	146	62	74,85	113,33	19,58	2,00
<b>Mínimo</b>	116	49	55,98	80,28	16,69	1,00
<b>Média</b>	124	52	67,62	97,84	18,11	1,47
<b>Amplitude</b>	30	13	18,87	31,99	2,89	1,00

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos pela análise conjunta envolvendo progênes  $S_{0,3}$  no ano agrícola 2017/2018 estão apresentadas na tabela 6. As estimativas de acurácia foram de alta magnitude, acima de 80%, para todos os caracteres avaliados, exceto para produtividade de grãos, altura de plantas e inserção do primeiro legume. O coeficiente de variação variou de 2,42 para maturação absoluta a 33,30 para acamamento (Tabela 6).

Para os caracteres maturação absoluta, número de dias para o florescimento e inserção do primeiro legume as estimativas de variância genética diferiram de zero. A interação genótipos x ambientes foi significativa para os caracteres altura de plantas e acamamento. As estimativas da herdabilidade variaram de 0,10 para o caráter acamamento a 0,98 para maturação absoluta (Tabela 6).

Quanto às estimativas das médias BLUP, os valores obtidos para o caráter maturação absoluta variaram de 111 a 141 dias. Para os demais caracteres, exceto acamamento é possível observar grande amplitude de variação (Tabela 7).

Tabela 6 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênes  $S_{0,3}$ , no ano agrícola 2017/2018.

	<b>MA</b> <b>(dias)</b>	<b>DPF</b> <b>(dias)</b>	<b>Prod.</b> <b>(sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt.</b> <b>(cm)</b>	<b>Ins.</b> <b>(cm)</b>	<b>Aca.</b>
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	74,41*	33,74*	23,64	11,33	2,25*	0,01
$\hat{\sigma}_{GxL}^2$	1,46	0,42	0	35,12*	0,04	0,11*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	9,27	7,77	235,37	29,21	6,47	0,30
<b>h<sup>2</sup></b>	0,98	0,97	0,47	0,43	0,75	0,10
<b>r<sub>gg</sub>%</b>	98,89	98,47	67,12	64,67	86,23	30,53
<b>CV%</b>	2,42	5,40	26,23	6,35	18,50	33,30

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{GxL}^2$  - variância da interação genótipos x locais;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{gg}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

Tabela 7 - Estimativas conjuntas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF) e inserção do 1º legume (Ins.). Dados referentes às progênes S<sub>0:3</sub>, no ano agrícola 2017/2018.

	<b>MA</b> <b>(dias)</b>	<b>DPF</b> <b>(dias)</b>	<b>Ins.</b> <b>(cm)</b>
<b>Máximo</b>	141	63	16,09
<b>Mínimo</b>	111	46	11,62
<b>Média</b>	126	52	13,75
<b>Amplitude</b>	30	17	4,47

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos pela análise conjunta envolvendo todos os ambientes/gerações avaliados estão apresentadas na tabela 5. As estimativas de acurácia foram de alta magnitude, acima de 80%, para todos os caracteres avaliados, exceto para inserção do primeiro legume e acamamento. O coeficiente de variação variou de 2,94 para maturação absoluta a 38,50 para acamamento (Tabela 8).

Para todos os caracteres as estimativas de variância genética diferiram de zero. A interação genótipos x ambientes também foi significativa e expressiva para todos os caracteres avaliados. É possível inferir que a maior parte da variação ocorreu devido ao efeito do genótipo e não devido ao efeito da interação, exceto para a inserção do primeiro legume e acamamento. As estimativas da herdabilidade variaram de 0,58 para o caráter acamamento a 0,98 para o número de dias para o florescimento (Tabela 8).

As distribuições de frequências das médias BLUP apresentadas na figura 8, assim como as estimativas dos componentes de variância, evidenciam a existência de variabilidade entre as progênes. Além disso, as distribuições de frequências demonstram a natureza quantitativa dos caracteres devido à distribuição contínua.

Os valores máximos, mínimos, médios e amplitude de variação das médias BLUP conjuntas, para todos os caracteres e ambientes avaliados estão apresentados na tabela 9. As estimativas das médias BLUP evidenciam a grande variação entre os genótipos para todos os caracteres avaliados. A maturação absoluta variou de 110 a 139 dias e o número de dias para o florescimento de 45 a 59 dias (Tabela 9). Das progênes avaliadas 40,46% apresentaram ciclo inferior a 120 dias (Tabela 15A), viabilizando assim a segunda safra na região Sul de Minas Gerais/Campos das Vertentes.

A produtividade de grãos variou de 31,69 a 105,97 scs.ha<sup>-1</sup>. Destaca-se que 90,84% das progênes avaliadas apresentaram desempenho superior à média nacional de 55,55 scs.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018) (Tabela 15A). Para altura de plantas, as progênes variaram entre 75,17 e

128,77 cm. Para o caráter inserção do 1º legume a variação foi de 13,73 a 18,54 cm. Todas as progênies receberam nota de acamamento 1 ou 2 (Tabela 9).

Tabela 8 - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0:1</sub>, S<sub>0:2</sub> e S<sub>0:3</sub> nos anos agrícolas 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

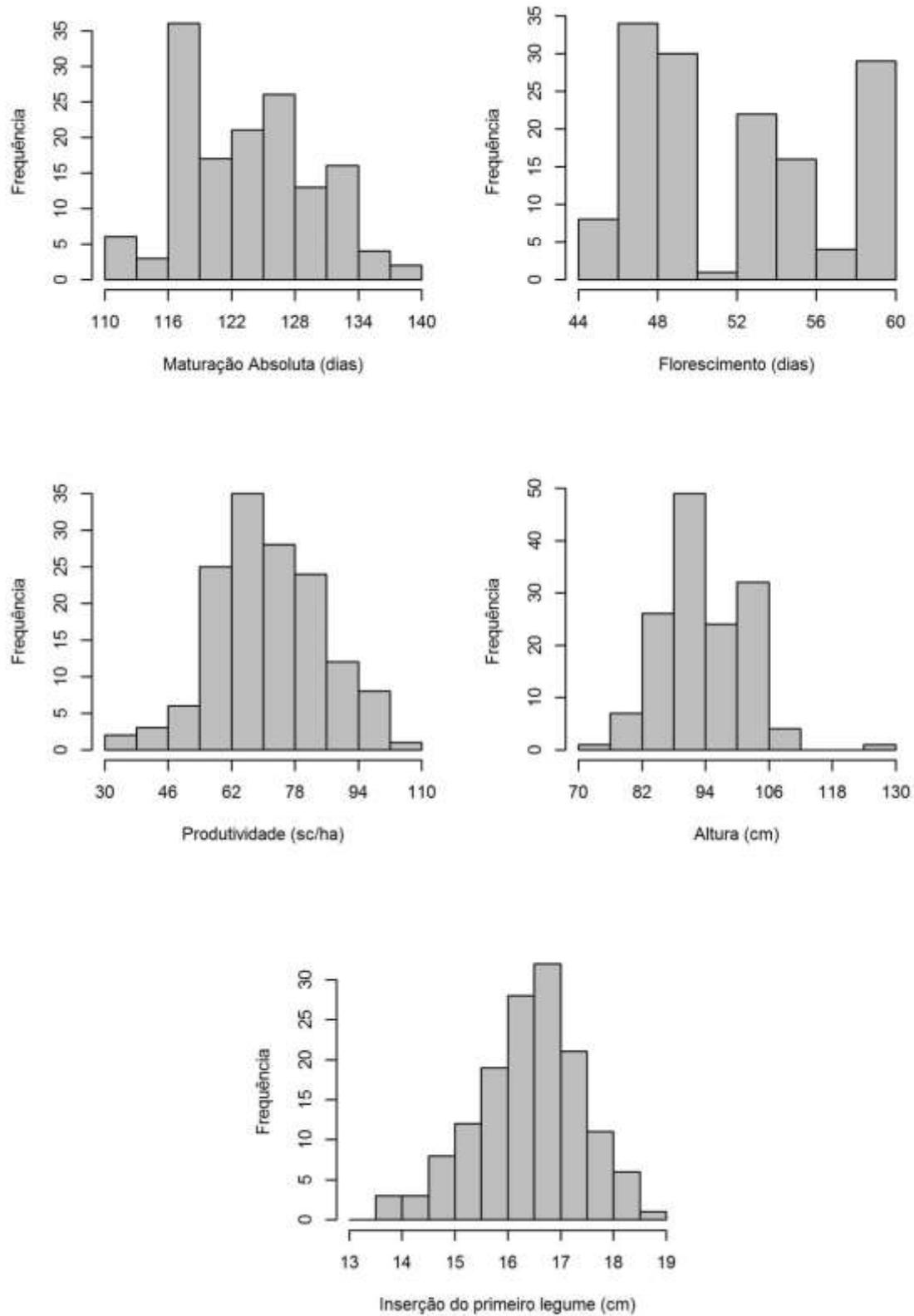
	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	43,51*	23,03*	262,72*	78,21*	2,21*	0,04*
$\hat{\sigma}_{GxA}^2$	8,23*	1,38*	49,86*	12,09*	2,46*	0,09*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	13,23	6,62	260,64	29,37	6,88	0,28
<b>h<sup>2</sup></b>	0,96	0,98	0,92	0,96	0,75	0,58
<b>r<sub>gg</sub>%</b>	91,13	94,37	84,88	90,77	67,39	54,70
<b>CV%</b>	2,94	4,98	22,69	5,78	15,97	38,50

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{GxA}^2$  - variância da interação genótipos x ambientes;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental; h<sup>2</sup> - herdabilidade; r<sub>gg</sub>% - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

Tabela 9 - Estimativas conjuntas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0:1</sub>, S<sub>0:2</sub> e S<sub>0:3</sub> no anos agrícolas 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca</b>
<b>Máximo</b>	139	59	105,97	128,77	18,54	2,00
<b>Mínimo</b>	110	45	31,69	75,17	13,73	1,00
<b>Média</b>	124	52	71,14	93,71	16,42	1,38
<b>Amplitude</b>	29	14	74,28	31,99	4,81	1,00

Figura 8 - Distribuição de frequência para médias BLUPs conjuntas das progênes  $S_{0:1}$ ,  $S_{0:2}$  e  $S_{0:3}$ , nos anos agrícolas 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.



O ganho com a seleção é um importante parâmetro a ser analisado nos programas de melhoramento. Neste trabalho, obtiveram-se estimativas do ganho considerando diferentes intensidades de seleção. As estimativas de ganho esperado com a seleção das progêneses  $S_{0:1}$  e  $S_{0:2}$ , estão apresentadas nas tabelas 10 e 11, respectivamente.

As estimativas variaram em função das intensidades de seleção. Utilizando maiores intensidades de seleção, ou seja, selecionando menos indivíduos, obteve-se uma estimativa de ganho esperado maior, porém, há uma redução da variabilidade (Tabelas 10 e 11). É oportuno destacar que o ganho esperado com a seleção para os caracteres maturação absoluta, dias para o florescimento e inserção do 1º legume apresentam valores negativos, uma vez que a seleção atua no sentido de reduzi-los (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10 - Estimativas de ganho esperado com a seleção para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.) e inserção do 1º legume (Ins.), em diferentes intensidades de seleção. Dados referentes às progêneses  $S_{0:1}$  no ano agrícola 2015/2016.

IS%	MA	DPF	Prod.	Alt.	Ins.
	(dias)	(dias)	(sc.ha <sup>-1</sup> )	(cm)	(cm)
	GS%	GS%	GS%	GS%	GS%
1%	-8,25	-11,70	45,71	44,42	-31,54
5%	-6,93	-11,37	36,10	20,84	-26,32
10%	-6,24	-11,23	31,78	17,34	-23,36
15%	-5,71	-11,10	28,31	15,26	-21,08
20%	-5,41	-11,00	25,98	13,87	-19,86

Tabela 11 - Estimativas de ganho esperado com a seleção para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.) em diferentes intensidades de seleção. Dados referentes às progêneses  $S_{0:2}$  no ano agrícola 2016/2017.

IS%	MA	DPF	Prod.	Alt.	Ins.	Aca
	(dias)	(dias)	(sc.ha <sup>-1</sup> )	(cm)	(cm)	
	GS%	GS%	GS%	GS%	GS%	GS%
1%	-6,37	-6,48	10,06	15,69	-7,85	-21,65
5%	-6,07	-6,42	9,17	14,49	-7,38	-20,75
10%	-5,66	-6,29	8,41	13,93	-7,00	-20,49
15%	-5,26	-6,07	7,71	13,44	-6,32	-19,99
20%	-4,50	-5,29	6,68	12,73	-5,42	-18,92

As estimativas de herdabilidade realizada referentes às progênes  $S_{0:1}/S_{0:2}$  e  $S_{0:2}/S_{0:3}$  estão apresentadas nas tabelas 12 e 13, respectivamente. Estas estimativas permitem visualizar o efeito da interação, haja vista que elas foram sempre inferiores à herdabilidade e na maioria dos casos apresentaram valores negativos.

Tabela 12 - Estimativas de herdabilidade realizada para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.), em diferentes intensidades de seleção. Dados referentes às progênes  $S_{0:1}/S_{0:2}$  nos anos agrícola 2015/2016 e 2016/2017.

	1%	5%	10%	15%	20%
<b>MA</b>	-0,14	-0,17	-0,19	-0,21	-0,22
<b>DPF</b>	-0,38	-0,39	-0,39	-0,40	-0,40
<b>Prod.</b>	-0,67	-0,80	-0,91	-1,03	-1,12
<b>Alt.</b>	0,12	0,26	0,32	0,37	0,41
<b>Ins.</b>	-0,54	-0,64	-0,74	-0,82	-0,87

Tabela 13 - Estimativas de herdabilidade realizada para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.), em diferentes intensidades de seleção. Dados referentes às progênes  $S_{0:2}/S_{0:3}$  no ano agrícola 2016/2017 e 2017/2018.

	1%	5%	10%	15%	20%
<b>MA</b>	0,23	0,24	0,27	0,32	0,37
<b>DPF</b>	1,34	1,34	1,39	1,54	1,74
<b>Prod.</b>	-1,84	-1,87	-2,20	-2,52	-2,77
<b>Alt.</b>	-1,21	-1,26	-1,31	-1,39	-1,43
<b>Ins.</b>	5,26	5,42	5,89	6,85	7,57
<b>Aca.</b>	0,28	0,29	0,37	0,42	0,45

Em função da seleção realizada para o caráter maturação absoluta, ocorrem alterações no desempenho das progênes para as demais características. As estimativas de resposta correlacionada, apresentadas na tabela 14, permitem visualizar estas alterações. A partir dos resultados, é possível observar que realizando a seleção das progênes mais precoces ocorre uma redução nos valores de todas as demais características avaliadas.

Tabela 14 - Estimativas de resposta correlacionada para seleção quanto à maturação absoluta, para os caracteres dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.) e inserção do 1o legume (Ins.), em diferentes intensidades de seleção. Dados referentes às progênies  $S_{0:1}$ ,  $S_{0:2}$  e  $S_{0:3}$  nos anos agrícolas 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

<b>IS%</b>	<b>DPF (%)</b>	<b>Prod. (%)</b>	<b>Alt. (%)</b>	<b>Ins. (%)</b>	<b>Aca. (%)</b>
<b>1%</b>	-8,89	-29,27	-10,24	-14,56	4,14
<b>5%</b>	-8,59	-26,86	-10,34	-15,06	-0,45
<b>10%</b>	-8,59	-23,61	-7,02	-10,24	-2,27
<b>15%</b>	-6,95	-20,74	-5,72	-6,63	-4,36
<b>20%</b>	-6,08	-19,53	-4,03	-4,46	-4,85
<b>25%</b>	-5,60	-17,67	-2,97	-2,97	-4,21
<b>30%</b>	-5,22	-16,78	-1,82	-2,26	-3,12

## 5 DISCUSSÃO

A confiabilidade dos resultados e a seleção eficiente em programas de melhoramento dependem de uma boa precisão experimental (CARGNELUTTI FILHO et al., 2012). No presente trabalho, a precisão foi aferida pelas estimativas da acurácia seletiva e do coeficiente de variação experimental. De acordo com Resende e Duarte (2007), a acurácia seletiva pode ser classificada como muito alta (valor acima 90%), alta (valor entre 70 e 90%), moderada (valor entre 50 e 70%) e baixa (valor menor do que 50%). O coeficiente de variação é considerado baixo quando seu valor é inferior a 10%; médio, quando varia de 10% a 20%; alto, entre os valores 20% a 30% e, muito alto, quando superior a 30% (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Foi observada uma variação nas estimativas de acurácia e CV em função dos caracteres, como também dos diferentes ambientes avaliados. Considerando o caráter de maior interesse neste trabalho, isto é, maturação absoluta, as estimativas de acurácia seletiva foram classificadas como alta e o CV como baixo em todos os ambientes, evidenciando assim uma boa precisão experimental. Para as demais características as estimativas também foram satisfatórias. Os caracteres produtividade de grãos e acamamento foram os que apresentaram menores estimativas de acurácia e maiores CV. Em relação à produtividade, estas estimativas se devem à complexidade do caráter, ou seja, é um caráter muito influenciado pelo ambiente. Estimativas de alta magnitude de CV para o caráter produtividade de grãos também foram encontradas por Pinheiro et al. (2013).

Como o valor do CV depende apenas da variação residual como proporção da média do experimento (RESENDE; DUARTE, 2007), esperam-se maiores valores de CV para características com menores médias (SOARES et al., 2015), isto porque o valor da média está no denominador do estimador do coeficiente de variação. Portanto, se forem comparadas duas características que apresentaram valores de variância do erro semelhantes, mas que apresentam médias distintas, a que apresenta menor média terá um coeficiente de variação mais alto, o que dará uma impressão de menor precisão na avaliação daquela característica, o que é uma visão equivocada. Esta é uma possível explicação para a baixa precisão associada ao caráter acamamento, o qual apresentou valores de CV mais elevados. Considerando a acurácia para este caráter, a menor magnitude associada à estimativa pode ser explicada pela baixa variância genética para o caráter na população. Contudo, a acurácia seletiva, foi mais satisfatória para a aferição da precisão experimental para o caráter acamamento do que o CV.

Resende e Duarte (2007) destacam que a principal vantagem do uso da acurácia para caracteres de média baixa é que esta suprime o efeito da média.

Para a maioria dos caracteres avaliados, as estimativas dos componentes da variância genética entre progênes foram significativos, evidenciando a existência de variabilidade. Este fato é fundamental para se realizar a seleção das melhores progênes e obter ganho (HOFFMANN, 2010). A existência de variabilidade também pode ser observada pela amplitude de variação entre as médias BLUP. Segundo Ramalho (2001) os genitores escolhidos para obter a população base nos programas de melhoramento devem ser o mais divergente possível, além de apresentarem expressões fenotípicas desejáveis para o maior número de caracteres de interesse, possibilitando associar média alta e alto nível de variabilidade genética. Os genitores utilizados no presente trabalho, além de serem genótipos de bom desempenho agrônômico, são contrastantes, ou seja, possuem *background* genético diferente, oriundos de diferentes empresas (Coodetec, Tropical Melhoramento Genético, Monsoy, Embrapa, Nidera, Brasmax e Dow Agrosience), o que explica o bom desempenho das progênes e a variabilidade observada no presente estudo. Os genitores destacam-se pelo elevado potencial produtivo, pela precocidade, além de apresentarem resistência à importantes doenças que acometem a soja, como por exemplo nematoides, que são um grande problema em algumas áreas atualmente.

Neste trabalho, como as progênes foram avaliadas em diferentes locais e anos agrícolas, espera-se influência dos fatores ambientais na expressão dos caracteres. O efeito ambiental neste caso é devido à combinação de fatores previsíveis, quando decorrem de fatores ambientais sistemáticos ou estão sob o controle do homem, como épocas de plantio, espaçamento, tipo de solo, elementos permanentes do clima, altitude, latitude, entre outros; ou imprevisíveis, quando flutuam de forma inconsistente ao longo dos anos, como precipitação pluviométrica, veranicos, geadas, ventos, incidência de insetos-praga e doenças, etc. (ALLARD; BRADSHAW, 1964). A variação ambiental associada à variabilidade existente entre as progênes suscitou na significância da interação genótipos x ambientes nas análises conjuntas, o que permite inferir que as progênes não apresentaram comportamento coincidente nos diferentes ambientes. Relatos da ocorrência da interação genótipos por ambientes para a cultura da soja no estado de Minas Gerais têm sido reportados na literatura (SOARES et al., 2015; GESTEIRA et al., 2015; SILVA et al., 2015; GESTEIRA et al., 2018).

Um importante parâmetro a ser considerado nos programas de melhoramento é o ganho esperado com a seleção. Considerando uma intensidade de seleção mais rigorosa, obteve-se maior ganho, isto porque são selecionados os indivíduos com maiores frequências

de alelos favoráveis. Entretanto, selecionando menos indivíduos, há uma redução da variabilidade na população. Destaca-se que o ganho esperado com a seleção das progênies  $S_{0:1}$  (Tabela 10) é de maior magnitude do que o ganho esperado com a seleção das progênies  $S_{0:2}$  (Tabela 11). Esse fato ocorre devido não ser possível isolar o componente da interação genótipos x ambientes na geração  $S_{0:1}$ , estando assim os valores genéticos inflacionados. Segundo Rocha e Vello (1999), a interação genótipos x ambientes pode reduzir a correlação entre o fenótipo e o genótipo, inflacionando a variância genética e, por sua vez, parâmetros dependentes desta, como herdabilidade e ganho genético com a seleção.

Quando são estudados múltiplos caracteres, como no presente trabalho, é oportuno estimar a resposta correlacionada, isto é, o ganho obtido no caráter secundário em razão da seleção no caráter primário. Se dois caracteres possuem uma correlação alta e favorável, ou seja, alteração no fenótipo de acordo com o desejo do melhorista, é possível através da seleção do caráter primário obter ganhos satisfatórios para o caráter secundário. Entretanto, se a correlação não for favorável, com a seleção efetuada para um caráter pode ser provocada uma mudança indesejada no caráter secundário. No presente trabalho realizou-se a seleção das progênies mais precoces e verificou o comportamento das mesmas para os demais caracteres. É possível observar na tabela 14, que selecionando as progênies mais precoces, ocorreu também uma redução nos valores de todas as demais características avaliadas (Tabela 14). Genótipos mais precoces tendem a apresentar menor altura de plantas, conseqüentemente menor nota de acamamento e produtividade inferior.

Cultivares precoces tendem a ser menos produtivas, mas isto não é uma máxima. Pereira et al. (2017) ao selecionarem progênies/linhagens com menor número de dias a maturação absoluta observaram que é possível ocorrer incrementos na produtividade. O fato que permite selecionar linhagens precoces e produtivas pode ser explicado pela seleção de cultivares de hábito de crescimento indeterminado ou semideterminado. Isto porque neste tipo de planta ocorre maior sobreposição dos períodos vegetativos e reprodutivos, conferindo um aumento do potencial produtivo dessas cultivares (ZANON et al., 2015). Além disso, o florescimento das cultivares de hábito de crescimento indeterminado e semideterminado ocorre de forma escalonada, portanto caso ocorra um veranico na florada e algumas flores não consigam se desenvolver, a planta pode produzir mais flores posteriormente e assim a produtividade não será muito comprometida. O que não ocorre em cultivares de hábito de crescimento determinado, já que o florescimento ocorre praticamente ao mesmo tempo, em toda a extensão da planta.

Além da significância do componente da interação genótipos x ambientes, outro

parâmetro que evidencia o efeito da interação no presente estudo é a herdabilidade realizada. As estimativas de herdabilidade realizada (Tabelas 12 e 13) indicam o grande efeito da interação, pois estas foram sempre inferiores à herdabilidade e na maioria dos casos apresentou valores negativos. A interação genótipos x ambientes é frequentemente reportada para diferentes caracteres na cultura da soja (VASCONCELOS et al., 2010; MARQUES et al., 2011; BARROS et al., 2012; BUENO et al., 2013; SILVA et al., 2015; SOARES et al., 2015) e corrobora com os resultados do presente estudo. A interação genótipos x ambientes tem sido considerada como um dos principais complicadores do trabalho dos melhoristas na recomendação de cultivares. A fim de minimizar o efeito da interação na seleção de cultivares para caracteres de interesse, principalmente os de natureza quantitativa, faz-se necessário a avaliação dos genótipos em uma grande quantidade de ambientes. Entretanto, nas etapas iniciais dos programas de melhoramento como são avaliados muitos genótipos e muitas vezes não se dispõe de quantidade de sementes, não se torna viável a avaliação em um grande número de ambientes, como é o caso do presente trabalho. É possível observar nas tabelas 12 e 13, que a herdabilidade realizada da geração  $S_{0:2}$  para a  $S_{0:3}$  foi maior que a obtida da geração  $S_{0:1}$  para a  $S_{0:2}$ . Isto se deve ao fato da geração  $S_{0:2}$  ter sido avaliada em três ambientes ao passo que a geração  $S_{0:1}$  foi avaliada em apenas um ambiente, confirmando que quanto mais ambientes os genótipos forem avaliados menor será o efeito da interação.

Após o início da exploração da segunda safra no Brasil, muitos programas de melhoramento de soja se voltaram ao desenvolvimento de cultivares mais precoces. Vários relatos evidenciam o sucesso do emprego de cultivares precoces de soja (GESTEIRA et al., 2015; PEREIRA et al., 2017; GESTEIRA et al., 2018). Gesteira et al. (2015) comentam que além de otimizar a segunda safra, o uso de cultivares precoces reduz a pressão de patógenos. Além da precocidade, os demais caracteres avaliados neste trabalho também são levados em consideração no momento da recomendação de uma cultivar, de acordo com as necessidades dos produtores de soja.

As progênies  $S_{0:3}$  como já comentado são oriundas do programa de seleção recorrente genotípica para precocidade. Estas serão recombinadas para compor a população do ciclo I, tendo como enfoque principal reduzir a maturação absoluta associada à altas produtividades. É possível obter progênies/linhagens que combinem precocidade e elevado desempenho produtivo devido ao hábito de crescimento. Isto porque as cultivares com hábito de crescimento indeterminado apresentam uma menor proporção da fase vegetativa no ciclo total, quando comparadas com as cultivares de crescimento determinado (ZANON et al., 2015). Devido a esta maior duração da fase reprodutiva nas cultivares de crescimento

indeterminado, pode-se inferir um provável aumento do potencial produtivo dessas cultivares (SETIYONO et al., 2010). É oportuno salientar então que a seleção recorrente figura-se como uma importante estratégia quando se deseja aumentar a frequência de alelos favoráveis para uma característica quantitativa, mostrando-se como uma ferramenta poderosa a serviço do melhorista.

## **6 CONCLUSÃO**

As estimativas dos componentes de variância evidenciam a existência de variabilidade entre as progênies possibilitando a seleção de genótipos superiores.

Ao realizar a seleção das progênies mais precoces, há redução nos dias para o florescimento, altura de plantas, altura de inserção do 1º legume, acamamento e produtividade.

## REFERÊNCIAS

- AGROSTAT – Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. **Indicadores Gerais Agrostat**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgar Blucer, 381p, 1971.
- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.
- BARROS, H. B. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, p. 49-58, 2012.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T. **Luz, umidade e temperatura**. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009, p. 17- 27.
- BERNARD, R. L. Two major genes for time of flowering and maturity in soybeans. **Crop Science**, v. 11, p. 242-244, 1971.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. 2. ed. Woodbury: Stemma Press, 2010. 400 p.
- BONATO, E. R.; VELLO, N. A. E6, a dominant gene conditioning early flowering and maturity in soybeans. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 2, 229-232, 1999.
- BORÉM, A. (Org.). **Hibridação Artificial de Plantas**. 2 Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, v. 1. 625p, 2009.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 6 Ed., Viçosa: Editora UFV, 529p, 2013.
- BOTELHO, F. B. S.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Seleção recorrente fenotípica para florescimento precoce de feijoeiro 'Carioca'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1437-1442, 2007.
- BUENO, R. D. et al. Genetic parameters and genotype x environment interaction for productivity, oil and protein content in soybean. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 38, p. 4853-4859, 2013.
- BUZZELL, R. I. Inheritance of soybean flowering response to fluorescent-daylength conditions. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, v. 13, p. 703-707, 1971.
- BUZZELL, R. I.; VOLDENG, H. D. Inheritance of insensitivity to long daylength. **Soybean Genetics Newsletter**, v. 7, p. 26-29, 1980.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Medidas de precisão experimental e número de repetições em ensaios de genótipos de arroz irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(3), 336- 343. 2012.

COBER, E. R. et al. A new locus for early maturity in soybean. **Crop Science**, v. 50, p. 524-527, 2010.

COBER, E. R.; VOLDENG, H. D. A new soybean maturity and photoperiod-sensitivity locus linked to E1 and T. **Crop Science**, v. 41, p. 698-701, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra grãos**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

COMSTOCK, R. E.; ROBINSON, H. F. **Estimation of average dominance of genes**. Ames: Heterosis, Iowa State College Press, p. 494-516, 1952.

CORDEIRO, A. C. C. **Número de inter cruzamentos na eficiência da seleção recorrente na cultura do arroz**. 2001. 149 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 1994.

CUNHA, M. C. G. **Desempenho de 79 progênies de soja na geração F6 e correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais**. 60 p. Dissertação (Mestrado em Genética) – Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil 2005. Sistema de Produção 6. Embrapa, Londrina, 239p, 2005.

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan Publishing Company, 536p, 1987.

FISHER, R. A. The correlation between relatives on the supposition of Mendelian inheritance. **Transactions of the Royal Society**, v. 52, p. 399-433, 1918.

FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. **Selection methods in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**. In: GEPTS, P. (Ed.). Genetic resources of Phaseolus Beans. Dordrecht: Kluwer Academic, 1988. p. 503-542.

GERALDI, I. O. **Por que realizar seleção recorrente?** In: SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2005, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, p. 1-8, 2005.

GESTEIRA, G. S. et al. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a região Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, p. 79-88, 2015.

GESTEIRA, G. S. et al. Selection of early soybean inbred lines using multiple index. **Crop. Science**, 2018. doi:10.2135/cropsci2018.05.0295

GEZAN; MUNOZ. **Analysis of Experiments using ASReml: with emphasis on breeding trials**. 2014.

HALLAUER, A. R. Compendium of recurrent selection methods and their applications. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 3, p. 1-33, 1986.

HALLAUER, A. R. Recurrent selection in maize. **Plant Breeding Reviews**, v. 9, p. 115-179, 1992.

HARTWIG, E. E.; KIIHL, R. A. S. Identification and utilization of delayed flowering character in soybeans for short-day conditions. **Field Crops Research**, v. 2, p. 45-151, 1979.

HOFFMANN, G. S. S. et al. Estimation of genetic progress after eight cycles of. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** (Impresso), v. 10, p. 351-356, 2010.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, v. 24, p. 408-421, 1970.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 05 junho. 2018.

KIIHL, R. A. S. **Inheritance studies of two characteris in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill); I. Resistance to soybean mosaic virus; II. late flowering under short-day conditions**. Ph.D. Diss. Mississippi State University. Mississippi, 1976.

KONG, F. et al. A new dominant gene conditions early flowering and maturity in soybean. **Crop Science**, v. 54, n. 6, p. 2529-2535, 2014.

LEITE, W. D. S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agronômicos em genótipos de soja. **Nativa**, v. 3, n. 4, p. 241-245, 2015.

LIU, B. et al. The soybean stem growth habit gene Dt1 is an ortholog of Arabidopsis TERMINAL FLOWER 1. *Plant Physiology*, v. 153, n. 1, p. 198-210, 2010.

LOPES, A. C. A. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 2, p. 341-348, 2002.

MARQUES, M. C. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, v. 27, p. 59-69, 2011.

MAURO, A. O.; SEDYIAMA, T.; SEDYIAMA, C. S. Estimativas de parâmetros genéticos em diferentes tipos de parcelas experimentais em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 5, p. 667-672, 1995.

MCBLAIN, B. A.; BERNARD, R. L. A new gene affecting the time of flowering and maturity in soybeans. **Journal of Heredity**, v. 78, p. 160-162, 1987.

- MENEZES JÚNIOR, J. Â. N.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Seleção Recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, v. 67, p. 833-838, 2008.
- MIRANDA, F. D. **Produção, conteúdo de proteína e óleo no grão da soja: herdabilidades, correlações e seleção de genótipos superiores**. 91 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil**. ITAL, Campinas, 1062p, 1981.
- NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da soja. Embrapa-CNPSO, 2008**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soia/arvore/CONTAGQ1\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soia/arvore/CONTAGQ1_24_271020069131.html)>. Acesso em: 07 de jan. 2018.
- NEUMAIER, N.; JAMES, A. T. Exploiting the long juvenile trait to improve adaptation of soybeans to the tropics. **Food Legume Newsl**, v. 18, p. 12-14, 1993.
- NOGUEIRA, A. P. O. et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.
- PEREIRA, F. et al. Implications of the population effect in the selection of soybean progenies. **Plant Breeding**, v. 136, n. 5, p. 1-23, 2017
- PIEPHO, H. P.; MOHRING, J. Computing heritability and selection response from unbalanced plant breeding trials. **Genetics**, v. 177 n. 3, p. 1881-1888, 2007.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed., Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.
- PINHEIRO, L. C. M. et al. Parentesco na seleção para produtividade e teores de óleo e proteína em soja via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 9, p. 1246-1253, 2013.
- PIRES, L. P. M.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Efficiency of phenotypic recurrent selection for plant architecture in common bean. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 56, p. 143, 2013.
- POSADAS L. G. et al. Elit Performance for Grain Yield from Unadapted Exotic Soybean Germplasm in Three Cycles of a Recurrent Selection Experiment. **Crop Science**, v. 54, p. 2536-2546, 2014.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for statistical Computinh, Vienna, Austria. (2016). URL: <http://www.R-project.org/>.
- RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. UFLA. v. 1, 365p, 2012.

- RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. **Melhoramento de espécies autógamias**. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação MT, p. 201- 230, 2001.
- RAMALHO, M.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. B. **Genética na agropecuária**. 7.ed. São Paulo: Editora Globo, 359p, 2000.
- RAY, J. D. et al. Genetic control of a long-juvenile trait in soybean. **Crop science**, v. 35, p. 1001-1006, 1995.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.
- ROCHA, M. D. M.; VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 69–81, 1999.
- RODRIGUES, F. et al. Index of selection and estimation of genetic and phenotypical parameters for traits related with the production of vegetable corn. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 278-286, 2011.
- ROSSMAN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 91 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
- SAMANFAR, B. et al. Mapping and identification of a potential candidate gene for a novel maturity locus, E10, in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 130, n. 2, p.377-390, 2017.
- SANTOS, E. R. **Parâmetros genéticos e obtenção de genótipos de soja com ausência de lipoxigenase e características agronômicas em baixas latitudes**. 172 p. Tese (doutorado) – Universidade de Brasília, 2016.
- SCOTT, R. A.; KEPHART, K. D. Selection for yield, protein, and oil in soybean crosses between adapted and introduced parents. **Field Crops Research**, v. 49, n. 2-3, p. 177-185, 1997.
- SCULLY, B. T.; WALLACE, D. H.; VIANDS, D. R. Heritability an correlation of biomass, growth rates, harvest index and phenology to the yield of common beans. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 116, n. 1, p. 127-30, 1991.
- SEDIYAMA, T. **Produtividade da Soja**. Viçosa: Editora UFV, 2016, 310 p
- SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009.
- SETIYONO, T. D. et al. Simulation of soybean growth and yield in near-optimal growth conditions. **Field Crops Research**, 119, 161-174. 2010
- SILVA, F. B. **Seleção recorrente para florescimento precoce de feijoeiro tipo carioca**. 61 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2006.

- SILVA, K. B. et al. Adaptability and phenotypic stability of soybean cultivars for grain yield and oil content. **Genetics and Molecular Research**, v.15, n.2, 2015.
- SOARES, I. O. et al. Interaction between Soybean Cultivars and Seed Density. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 1425-1434, 2015.
- TEIXEIRA, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Genetic control of plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 4, p. 577-582, 1999.
- TISELLI J. O. **Inheritance study of the long-juvenile characteristics in soybeans under long-and sort-day conditions**. Thesis. PhD. Mississippi State University. Mississippi, 1981.
- UNÊDA-TREVISOLI, S. H. et al. Estimativa de parâmetros genéticos em linhagens precoces de soja com aptidão para áreas de reforma de canavial. **Ciência & Tecnologia**, v. 4, 2012.
- VASCONCELOS, E.S. et al. Adaptability and stability of semilate and late maturing soybean genotypes in Minas Gerais state. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 3, p. 411-415, 2010.
- VEATCH, C. Vigor in soybean as affected by hybridity. **Journal of American Society of Agronomy**, v. 22, p. 289-310, 1930.
- WATANABE, S.; HARADA, K.; ABE, J. Genetic and molecular bases of photoperiod responses of flowering in soybean. **Breeding Science**, v. 61, n. 5, p. 531-543, 2012.
- WOODWORTH, C. M. Inheritance of growth habit, pod color and flower color in soybeans. **Journal of American Society of Agronomy**, v. 15, p.481-495, 1923.
- ZANON, A. J. et al. Development of soybean cultivars as a function of maturation group and growth type in high lands and in lowlands. **Bragantia**, n. AHEAD, p. 00-00, 2015.
- ZHAO, S. et al. Study on quality improvement effect and separate character of soybean male sterile (ms1) recurrent selection population. **Agricultural Sciences in China**, v. 6, n. 5, p. 545- 551, 2007.

## APÊNDICE

**Tabela 1A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.) e inserção do 1º legume (Ins.). Dados referentes às progênes S<sub>0.1</sub>, no ano agrícola 2015/2016, no município de Lavras-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	40,21*	26,56*	470,48*	95,93*	6,90*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	18,65	6,00	479,98	28,39	6,06
$h^2$	0,81	0,90	0,66	0,87	0,69
$r_{gg}\%$	89,74	94,50	80,87	92,56	83,16
<b>CV%</b>	3,55	4,90	24,89	5,78	16,33

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{gg}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 2A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênes S<sub>0.2</sub>, no ano agrícola 2016/2017, no município de Lavras-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	44,29*	7,62*	79,84*	76,97*	2,76*	0,03*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	20,76	8,53	123,76	19,79	4,69	0,11
$h^2$	0,86	0,73	0,66	0,92	0,64	0,49
$r_{gg}\%$	92,71	85,04	79,87	95,04	79,04	69,90
<b>CV%</b>	3,71	5,41	16,93	5,27	12,80	28,29

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{gg}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 3A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progêneses S<sub>0.2</sub>, no ano agrícola 2016/2017, no município de Itutinga-MG.

	MA (dias)	DPF (dias)	Prod. (sc.ha <sup>-1</sup> )	Alt. (cm)	Ins. (cm)	Aca.
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	56,59*	10,47*	13,72	63,67*	3,55*	0,29*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	5,71	3,65	86,73	48,86	9,51	0,60
$h^2$	0,97	0,90	0,32	0,80	0,53	0,60
$r_{\hat{g}g}\%$	98,07	94,40	55,87	87,87	72,04	75,98
CV%	2,00	3,74	18,03	6,81	17,16	48,17

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{\hat{g}g}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 4A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progêneses S<sub>0.2</sub>, no ano agrícola 2016/2017, no município de Nazareno-MG.

	MA (dias)	DPF (dias)	Prod. (sc.ha <sup>-1</sup> )	Alt. (cm)	Ins. (cm)	Aca.
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	31.11*	3.89*	57.12*	90.34*	6.67*	0.37*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	8.01	6.06	279.65	23.08	6.70	0.50
$h^2$	0.92	0.66	0.38	0.92	0.75	0.69
$r_{\hat{g}g}\%$	95.81	81.13	60.02	95.89	86.49	83.18
CV%	2.21	4.69	19.57	4.51	13.29	43.02

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{\hat{g}g}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 5A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênes S<sub>0:3</sub>, no ano agrícola 2017/2018, no município de Lavras-MG.

	MA (dias)	DPF (dias)	Prod. (sc.ha <sup>-1</sup> )	Alt. (cm)	Ins. (cm)	Aca.
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	84,82*	34,82*	18,01	31,21*	3,02*	0,03*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	10,88	10,91	368,70	25,35	4,09	0,03
$h^2$	0,96	0,91	0,13	0,79	0,69	0,72
$r_{\hat{g}g}\%$	97,43	95,06	34,37	86,31	81,83	83,86
CV%	2,56	6,49	29,76	6,03	15,84	16,80

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{\hat{g}g}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 6A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênes S<sub>0:3</sub>, no ano agrícola 2017/2018, no município de Itutinga-MG.

	MA (dias)	DPF (dias)	Prod. (sc.ha <sup>-1</sup> )	Alt. (cm)	Ins. (cm)	Aca.
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	68,74*	44,89*	26,23	51,75*	1,69	0,32*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	3,93	1,72	174,13	26,35	10,21	0,86
$h^2$	0,98	0,99	0,31	0,85	0,33	0,53
$r_{\hat{g}g}\%$	98,96	99,26	54,92	90,52	56,05	70,82
CV%	1,66	2,50	18,68	4,86	16,96	32,72

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental;  $h^2$  - herdabilidade;  $r_{\hat{g}g}\%$  - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 7A** - Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para os caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins), e acamamento (Aca.). Dados referentes às progêneses S<sub>0:3</sub>, no ano agrícola 2017/2018, no município de Ijaci-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>
$\hat{\sigma}_{Gp}^2$	74,65*	23,11*	15,42	56,26*	2,20*
$\hat{\sigma}_{Ep}^2$	13,48	10,84	169,20	36,35	4,88
<b>h<sup>2</sup></b>	0,94	0,86	0,21	0,82	0,57
<b>r<sub>gg</sub>%</b>	96,93	92,67	43,64	89,17	75,80
<b>CV%</b>	2,82	6,39	32,42	9,13	22,92

$\hat{\sigma}_{Gp}^2$  - variância genética;  $\hat{\sigma}_{Ep}^2$  - variância ambiental; h<sup>2</sup> – herdabilidade; r<sub>gg</sub>% - acurácia; CV% - Coeficiente de variação; \* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de razão de máxima verossimilhança.

**Tabela 8A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.) e inserção do 1º legume (Ins.) Dados referentes às progêneses S<sub>0:1</sub>, no ano agrícola 2015/2016, no município de Lavras-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>
<b>Máximo</b>	138	57	127.74	133.34	22.39
<b>Mínimo</b>	112	44	43.82	71.16	10.37
<b>Média</b>	122	50	88.00	92.22	15.08
<b>Amplitude</b>	26	13	71.39	62,18	12,02

**Tabela 9A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progêneses S<sub>0:2</sub>, no ano agrícola 2016/2017, no município de Lavras-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
<b>Máximo</b>	150	62	87,47	100,24	19,36	2,00
<b>Mínimo</b>	115	49	45,55	65,74	13,46	1,00
<b>Média</b>	123	54	65,72	84,48	16,91	1,16
<b>Amplitude</b>	35	13	71,39	34,50	5,90	1,00

**Tabela 10A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0,2</sub>, no ano agrícola 2016/2017, no município de Itutinga-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
<b>Máximo</b>	152	64	119,00	24,33	3,00
<b>Mínimo</b>	115	49	89,51	15,52	1,00
<b>Média</b>	119	51	102,58	17,96	1,61
<b>Amplitude</b>	37	15	29,49	8,81	2,00

**Tabela 11A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), produtividade (Prod.), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0,2</sub>, no ano agrícola 2016/2017, no município de Nazareno-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Prod. (sc.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
<b>Máximo</b>	141	60	96,41	123,40	24,86	4,00
<b>Mínimo</b>	117	50	75,75	89,74	14,12	1,00
<b>Média</b>	128	52	85,46	106,48	19,47	1,64
<b>Amplitude</b>	24	10	71,39	33,66	10,74	3,00

**Tabela 12A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), altura de plantas (Alt.), inserção do 1º legume (Ins.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progênies S<sub>0,2</sub>, no ano agrícola 2017/2018, no município de Lavras-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
<b>Máximo</b>	145	65	91,89	16,45	2,00
<b>Mínimo</b>	111	46	72,92	9,79	1,00
<b>Média</b>	129	51	83,47	12,77	1,09
<b>Amplitude</b>	34	19	18,97	6,66	1,00

**Tabela 13A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), altura de plantas (Alt.) e acamamento (Aca.). Dados referentes às progêneses  $S_{0:2}$ , no ano agrícola 2017/2018, no município de Itutinga-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Aca.</b>
<b>Máximo</b>	136	67	122,30	4,00
<b>Mínimo</b>	106	45	95,20	2,00
<b>Média</b>	119	52	105,69	2,84
<b>Amplitude</b>	30	22	27,10	2,00

**Tabela 14A** - Estimativas dos valores máximos, mínimos e a amplitude de variação dos caracteres maturação absoluta (MA), dias para o florescimento (DPF), altura de plantas (Alt.) e inserção do 1º legume (Ins.). Dados referentes às progêneses  $S_{0:2}$ , no ano agrícola 2017/2018, no município de Ijaci-MG.

	<b>MA (dias)</b>	<b>DPF (dias)</b>	<b>Alt. (cm)</b>	<b>Ins. (cm)</b>
<b>Máximo</b>	143	62	79,54	12,15
<b>Mínimo</b>	118	48	53,89	8,12
<b>Média</b>	130	52	66,05	9,64
<b>Amplitude</b>	25	14	25,65	10,74

**Tabela 15A** - Estimativa das médias BLUP dos caracteres maturação absoluta (MA), produtividade (Prod.), dias para o florescimento (DPF), altura de plantas (Alt.) e inserção do 1o legume (Ins.), dos dados referentes às progênies S<sub>0:1</sub>, S<sub>0:2</sub> e S<sub>0:3</sub> das safras 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018.

Tratamento	MA (dias)	DPF (dias)	Prod. (sc.ha <sup>-1</sup> )	Alt. (cm)	Ins. (cm)	Aca
<b>CD 250</b>	110	45	54.67	84.27	14.90	1
6	111	45	58.06	81.76	14.22	1
3	111	45	57.31	81.43	13.89	1
2	112	46	57.78	84.13	13.73	1
1	112	45	59.88	82.70	14.10	1
4	113	46	58.39	82.82	14.20	1
5	114	46	61.16	80.84	13.89	1
144	114	47	54.31	76.30	15.02	1
<b>TMG 7161</b>	115	47	59.56	84.80	15.17	1
7	116	47	57.48	83.68	15.03	1
<b>CD 215</b>	117	49	72.78	85.74	16.61	1
10	117	47	70.27	89.66	16.21	1
68	117	47	31.69	86.00	14.75	1
9	117	47	57.65	85.70	14.83	1
43	118	48	65.06	89.16	16.38	1
55	118	49	65.87	88.23	16.45	1
143	118	50	32.80	80.24	14.89	1
60	118	46	62.49	90.96	15.99	1
47	118	48	63.18	82.24	15.64	1
8	118	46	59.48	86.79	15.36	1
58	118	47	58.06	87.35	15.25	1
11	118	48	67.85	85.89	15.30	1
54	118	48	67.06	90.04	15.84	1
53	118	48	73.55	85.74	15.65	1
52	118	48	71.77	90.18	15.89	1
46	118	49	66.96	89.14	16.10	1
51	118	48	64.61	92.37	15.73	1
12	118	47	63.87	90.09	14.82	1
32	118	47	61.65	102.51	17.63	1
45	118	48	70.42	91.05	15.15	1
44	118	48	71.66	89.09	15.37	1
50	118	48	68.54	88.71	15.71	1
48	118	49	65.59	89.74	15.90	1
123	119	47	78.94	105.97	17.34	1
65	119	47	65.82	88.55	15.43	1
37	119	48	59.21	99.66	17.20	1
26	119	49	60.00	97.61	17.46	1
33	119	48	68.77	104.68	18.45	2

29	119	48	53.84	100.49	15.97	2
66	119	47	50.50	85.80	15.72	1
56	119	49	73.09	88.04	14.62	1
28	119	48	65.62	100.41	17.17	2
<b>BMX FORÇA</b>	119	48	71.38	91.32	16.34	1
35	119	48	65.25	102.24	17.00	1
59	119	48	56.04	91.30	14.70	1
40	119	49	63.41	100.83	17.57	2
38	119	48	62.68	106.45	17.17	1
27	119	48	64.03	99.90	16.01	2
31	119	48	61.52	100.37	16.49	1
34	119	49	64.06	103.35	16.52	2
<b>NA5909 RG</b>	119	46	54.16	75.17	15.41	1
30	119	48	62.88	103.45	17.73	1
42	119	48	59.48	102.28	18.37	2
49	120	48	70.71	87.44	15.80	1
57	120	47	65.59	88.75	15.60	1
41	120	48	61.00	102.51	18.00	1
39	120	49	62.67	104.48	16.84	2
61	120	49	52.87	83.05	15.35	2
36	121	49	66.87	104.95	17.35	2
121	122	47	58.15	100.25	16.12	1
63	122	51	73.66	92.29	16.81	1
<b>CD 2630</b>	122	47	64.10	103.45	16.99	1
122	122	50	45.16	102.15	16.39	1
84	122	52	81.74	96.44	15.99	1
70	123	55	73.39	92.11	16.67	1
81	123	52	78.88	96.20	16.25	1
76	123	52	101.11	99.10	16.93	1
67	123	47	68.08	92.45	15.84	1
71	123	50	81.49	97.25	16.24	1
77	123	50	80.79	94.77	16.39	1
83	124	52	72.33	92.62	16.78	1
111	124	58	49.44	128.77	18.29	1
98	124	55	42.61	81.26	17.34	1
86	124	52	90.16	104.98	17.89	1
85	124	50	100.13	103.64	17.19	1
136	124	58	74.39	87.38	16.25	1
97	124	58	63.98	102.66	16.25	1
110	124	52	79.25	100.00	17.35	1
132	125	58	89.83	92.18	16.25	1
<b>5D690 RR</b>	125	53	64.76	80.75	15.50	1
69	125	47	65.17	83.15	15.43	1
109	125	50	71.06	89.56	15.84	1

74	125	52	94.06	104.61	17.76	1
79	125	52	84.47	99.15	16.38	1
87	125	52	74.93	99.33	15.98	1
72	125	52	83.78	97.88	17.20	1
80	125	52	83.98	99.70	16.79	1
138	125	55	83.54	91.47	16.39	1
125	126	55	96.59	90.22	16.25	1
142	126	58	67.29	90.98	17.07	1
82	126	52	90.70	98.63	16.79	1
88	126	52	78.03	92.49	16.80	1
118	126	55	89.42	93.16	18.17	1
<b>V-TOP</b>	126	48	72.33	93.42	16.62	1
106	126	55	84.23	93.69	16.38	1
78	126	52	83.64	103.04	16.94	1
141	126	58	91.88	91.66	16.53	1
116	126	47	76.81	90.98	16.94	1
<b>NK7074</b>	126	57	76.20	91.04	18.08	2
91	126	58	81.32	97.78	16.66	1
124	126	55	85.41	89.13	16.39	1
75	126	52	84.21	100.00	16.38	1
73	126	52	84.52	96.87	16.52	1
137	127	55	83.92	89.04	16.80	1
120	127	52	48.29	101.75	17.20	1
128	127	58	90.66	87.46	16.80	1
130	127	58	88.18	90.88	16.93	1
134	128	58	84.03	88.68	17.33	1
114	128	55	83.30	93.70	17.62	1
127	129	58	89.61	91.10	15.84	1
135	129	58	86.52	90.81	16.80	1
95	129	52	76.29	102.63	16.12	1
129	129	55	87.49	88.37	16.80	1
96	129	58	94.49	101.94	17.48	1
119	129	58	86.57	87.62	17.60	1
108	129	55	100.50	103.12	17.34	1
131	129	58	67.90	88.42	16.24	1
90	130	58	95.73	86.72	15.97	1
139	130	58	83.25	91.23	16.79	1
102	130	50	105.97	99.28	16.38	1
133	130	55	94.31	91.81	17.19	1
140	130	58	66.13	84.75	16.92	1
105	131	58	59.58	103.04	17.34	1
103	131	58	74.70	105.98	18.02	1
<b>CD 237</b>	131	58	66.02	90.39	16.63	2
93	131	55	65.65	93.59	17.20	1

101	132	58	76.28	101.30	17.19	1
117	132	55	86.86	101.86	16.39	1
94	132	58	74.19	94.64	17.88	1
113	132	52	70.35	94.90	16.92	1
112	132	55	84.96	98.25	16.54	1
126	132	58	69.06	84.77	16.65	1
62	132	47	45.70	87.99	14.76	2
92	132	55	59.43	98.62	17.06	1
115	133	52	77.69	94.72	16.39	1
104	133	58	47.33	106.19	16.38	1
99	133	58	60.85	109.90	17.75	1
<b>FAVORITA</b>	134	57	78.77	90.92	18.54	2
<b>MSOY 7908</b>	134	58	73.99	84.81	17.53	2
107	134	52	83.42	96.75	17.19	1
<b>5G830 RR</b>	135	58	73.42	96.19	16.64	2
64	136	59	66.08	108.11	16.19	1
89	138	58	75.34	91.64	16.92	1
100	139	58	72.37	103.20	16.65	1

---