

MURILO HENRIQUE DE DEUS BERNARDES

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES EM DUAS POPULAÇÕES F2 DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em
Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para
obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki

Co-orientadora

Prof^ª. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

B522e Bernardes, Murilo Henrique de Deus, 1988-
2019 Estimativa de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos e
avaliação da qualidade fisiológica de sementes em duas populações F2
de soja [recurso eletrônico] / Murilo Henrique de Deus Bernardes. -
2019.

Orientador: Osvaldo Toshiyuki Hamawaki.
Coorientadora: Ana Paula Oliveira Nogueira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.17>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Agronomia. 2. Soja - Cultivo. 3. Sementes - Qualidade. 4.
Fitotecnia. 5. Soja - Melhoramento genético. I. Hamawaki, Osvaldo
Toshiyuki, 1954-, (Orient.). II. Nogueira, Ana Paula Oliveira, 1981-,
(Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-
Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU: 631

MURILO HENRIQUE DE DEUS BERNARDES

ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES EM DUAS POPULAÇÕES F2 DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2019.

Prof^a. Dra. Ana Paula Oliveira Nogueira
(Co-orientadora)

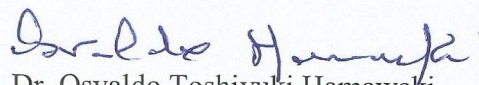
UFU

Prof. Dr. Fernando Cezar Juliatti

UFU

Dr. Paulo Henrique Nardon Felici

BAYER


Prof. Dr. Osvaldo Toshiyuki Hamawaki
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS
2019

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e oportunidade de finalizar mais uma etapa.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU) pelo suporte, conhecimento concedido e oportunidade de realização do Mestrado.

À minha família pelo amor, carinho e apoio, em especial ao meu pai Murilo pela ajuda incondicional na realização desse trabalho.

À minha esposa Rafaella pelo amor, companheirismo e pela ajuda imensurável. Te amo.

Ao meu amigo Valter pela colaboração na realização desse trabalho e prestatividade sempre que solicitado.

Aos colegas da pós-graduação Flaviani, Fernanda, Natália e Alex pela ajuda e amizade.

Ao professor Dr. Osvaldo, pela orientação e oportunidade de participar do Programa de Melhoramento de Soja da UFU.

À professora Dr.^a Ana Paula, pela co-orientação, paciência, disponibilidade, dedicação e pelos conhecimentos transmitidos sempre que necessário.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Fernando César Juliatti e Dr. Paulo Henrique Nardon Felici, pela contribuição na melhoria do trabalho.

Aos funcionários da fazenda Capim Branco, em especial ao Francisco (Luquinha), pela colaboração durante a condução do experimento.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Importância econômica da soja.....	3
2.2. Parâmetros genéticos no melhoramento de soja	5
2.3. Melhoramento e qualidade de sementes de soja.....	9
2.4. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento da soja	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1. Caracteres agronômicos e produção de grãos.....	24
4.2. Qualidade fisiológica de sementes	33
5. CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS	38

RESUMO

BERNARDES, MURILO HENRIQUE DE DEUS. **Estimativa de parâmetros genéticos para caracteres agronômicos e avaliação da qualidade fisiológica de sementes em duas populações de soja.** 2019. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de concentração em Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia ¹.

A obtenção de genótipos mais produtivos da cultura da soja é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento. Existem poucos estudos quanto a seleção de caracteres agronômicos associados à qualidade e desempenho de sementes de soja. O objetivo do trabalho foi estimar parâmetros genéticos de caracteres agronômicos, qualidade de sementes produzidas e produção de grãos em populações segregantes de soja, provenientes de genitores com diferentes históricos em qualidade de sementes. Foram utilizadas para obtenção das populações segregantes as seguintes cultivares: NS 7200 RR, NS 7670 RR e UFUS 6901. O bloco de cruzamento foi instalado em casa de vegetação, realizando-se as seguintes combinações: (1) UFUS 6901 x NS 7200 RR e (2) UFUS 6901 x NS 7670 RR. A partir das hibridações artificiais foram geradas as sementes F1, que foram colhidas e semeadas novamente para obtenção das sementes F2 por meio da sua autofecundação. As sementes F2 foram semeadas em campo, por meio de semeadura em covas. Para a combinação 1 foram semeadas 66 sementes da cultivar UFUS 6901, 62 sementes da cultivar NS 7200 RR e 203 sementes da geração F2. Para a combinação 2 foram semeadas 64 sementes da cultivar UFUS 6901, 64 sementes da cultivar NS 7670 RR e 230 sementes da geração F2. Em todos os indivíduos foram avaliados os caracteres agronômicos: número de dias para o florescimento (NDF) e maturidade (NDM), altura de planta no florescimento (APF) e maturidade (APM), número de nós no florescimento (NNF) e maturidade (NNM), altura de inserção de primeira vagem (AIV), número de grãos por vagem (NGV), produção de grãos (PG) e peso de mil grãos (PMG). Os dados foram analisados por meio de análise de gerações e estimados os parâmetros genéticos. Para os três parentais e ambas populações segregantes avaliaram-se a qualidade fisiológica da semente pelos dados de germinação em papel germitest, comprimento de hipocótilo e raiz primária e matéria fresca e seca de plântulas. Analisou-se também a emergência e o índice de velocidade de emergência em leito de areia em casa de vegetação. Os dados de qualidade fisiológica de sementes foram submetidos à análises de variância e posteriormente submetidos ao teste de média Tukey. As análises genético-estatísticas foram realizadas no Programa Genes (CRUZ, 2016). Todos os caracteres em estudo obtiveram resultados de média a baixa herdabilidade, sendo que os maiores resultados foram obtidos para APF e PMG nas duas combinações, sendo influenciadas por cinco e três genes, respectivamente. As populações F2 possuem segregantes transgressivos para todos os caracteres, exceto para NDM na combinação 2. As combinações 1 e 2 permitem a obtenção de ganhos de seleção de indivíduos superiores quanto à precocidade, altura, número de nós e componentes de produtividade, sendo genótipos promissores em programa de melhoramento de soja. As populações segregantes não apresentaram resultados superiores em relação aos pais quanto a qualidade de sementes.

Palavras – chave: *Glycine max*, melhoramento de soja, qualidade de sementes.

¹ Comitê Orientador: Osvaldo Toshiyuki Hamawaki – UFU (Orientador) e Ana Paula Oliveira Nogueira – UFU (Coorientadora).

ABSTRACT

BERNARDES, MURILO HENRIQUE DE DEUS. **Estimation of genetic parameters for agronomic traits and evaluation of the physiological quality of seeds in two soybean populations.** 2019. 43f. Dissertation (Masters in Agronomy - area of concentration in Phytotechnology) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia¹.

Obtaining more productive genotypes of soybean cultivation is one of the main objectives of breeding programs. There are few studies on the selection of agronomic traits associated with the quality and performance of soybean seeds. The objective of this work was to estimate genetic parameters of agronomic traits, seed quality and grain yield in soybean segregating populations, from parents with different seed quality history. The following cultivars were used to obtain segregant populations: NS 7200 RR, NS 7670 RR and UFUS 6901. The crossing block was installed in a greenhouse, with the following combinations: (1) UFUS 6901 x NS 7200 RR and (2) UFUS 6901 x NS 7670 RR. From the artificial hybridizations the F1 seeds were generated, which were harvested and seeded again to obtain the F2 seeds by means of their self-fertilization. F2 seeds were sown in the field, by sowing in pits. For the combination 1, 66 seeds of cultivar UFUS 6901, 62 seeds of cultivar NS 7200 RR and 203 seeds of generation F2 were seeded. For the combination 2, were seeded 64 seeds of cultivar UFUS 6901, 64 seeds of cultivar NS 7670 RR and 230 seeds of generation F2. Agronomic traits were evaluated in all individuals: number of days for flowering (NDF) and maturity (NDM), plant height at flowering (PHF) and maturity (PHM), number of nodes at flowering (NNF) and maturity (NNM), height of first pod insertion (HPI), number of grains per pod (NGP), production of grains (PG) and weight of a thousand grains (WTG). Data were analyzed by means of analysis of generations and estimated the genetic parameters. For the three parental and both segregant populations, the physiological quality of the seed was evaluated by germination, germination and primary root length and fresh and dry matter of seedlings. The emergence and emergence speed index was also analyzed in a greenhouse under a sand bed. The physiological seed quality data were submitted to analysis of variance and, afterwards, submitted to the Tukey average test. Genetic-statistical analyzes were performed in the Genes Program (CRUZ, 2016). All the characters under study had medium to low heritability results, and the highest results were obtained for APF and WTG in the two combinations, being influenced by five and three genes, respectively. F2 populations have transgressive segregants for all the characters, except for NDM in combination 2. The combinations 1 and 2 allow the selection of superior individuals to be obtained in terms of precocity, height, number of nodes and productivity components, being promising genotypes in a soybean breeding program. The segregating populations did not present superior results in relation to the parents as to seed quality.

Keywords: *Glycine max*, soybean breeding, seed quality.

¹ Supervising Committee: Osvaldo Toshiyuki Hamawaki – UFU (Supervisor) and Ana Paula Oliveira Nogueira – UFU (Co-supervisor).

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja representa, a nível mundial, o papel de principal oleaginosa produzida e consumida. Tal fato se justifica pela importância do produto tanto para o consumo animal (farelo da soja), quanto para o consumo humano, com uso do óleo. No Brasil, a partir dos anos 1970, a produção da soja passou a ter grande relevância para o agronegócio, verificada pelo aumento das áreas cultivadas e, principalmente, pelo incremento da produtividade (SILVA et al., 2011).

O complexo da soja compreende uma cadeia produtiva que envolve desde produção interna voltada para a exportação do produto bruto, até a transformação do produto voltada para a indústria esmagadora que processa a soja em farelo ou óleo para a exportação ou para consumo interno. A partir dos anos 1990, a agricultura brasileira passou por um processo de modernização, contribuindo para que a cultura da soja passasse por uma reestruturação ao longo da sua cadeia, devido à introdução de novas tecnologias (SILVA et al., 2011).

A semente possui atributos de qualidades genética, física, fisiológica e sanitária, o que lhe confere a garantia de um elevado desempenho agrônomo, que é a base fundamental do sucesso de uma lavoura tecnicamente bem instalada. A semente de soja, para ser considerada de alta qualidade, deve ter características fisiológicas e sanitárias tais como elevado vigor, germinação e sanidade, bem como garantia de pureza física e varietal. Esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental para que sejam alcançados níveis altos de produtividade (FRANÇA-NETO et al., 2010).

Os programas de melhoramento de soja visam predominantemente a seleção de genótipos com características que permitam rendimentos mais elevados. Para isso são selecionadas linhagens mais produtivas, resistentes às pragas, doenças, adaptadas a diferentes condições de clima, solo, fotoperíodo e que permitam a incorporação de novas áreas, possibilitando maior rentabilidade para o produtor (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006; KRZYZANOWSKI, 2008; VASCONCELOS et al., 2012).

Pouca ênfase tem sido dada à seleção de caracteres associados à qualidade e desempenho de sementes e isso pode ser comprovado pela elevada variabilidade genética disponível e ganho por seleção obtidos neste tipo de estudo (VASCONCELOS et al., 2012).

A utilização de sementes com alta qualidade genética, física e fisiológica é fundamental na obtenção de resultados satisfatórios em culturas de expressão econômica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012) e os testes de vigor podem ser utilizados como um método para a seleção de genótipos de soja com alta qualidade de sementes (TEÓFILO; DUTRA; DIAS, 2007). Vários materiais de alta qualidade de sementes de soja foram identificados, sinalizando a possibilidade de ganho com a seleção para esta característica (KRZYZANOWSKI, 2008; VASCONCELOS et al., 2012).

Alguns trabalhos foram realizados visando selecionar caracteres para a melhoria da qualidade de sementes de soja buscando: resistência a dano mecânico, alto desempenho germinativo em ambientes tropicais de alta temperatura e umidade relativa, resistência a doenças, tamanho da semente e propriedades do tegumento (GASPAR-OLIVEIRA, 2014; KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi estimar parâmetros genéticos de caracteres agronômicos, qualidade de sementes produzidas e produção de grãos em populações segregantes de soja provenientes de genitores com diferentes históricos em qualidade de sementes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importância econômica da soja

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma das culturas de maior importância econômica para o Brasil, considerada uma *commodity* nacional devido à sua alta produtividade e participação nas exportações no mercado internacional (SOUZA et al., 2014), sendo uma das principais fontes de proteína e óleo vegetal utilizados na alimentação humana e animal (LIMA et al., 2015).

No cenário agrícola brasileiro, a cultura da soja possui grande destaque, onde o complexo de soja compreende uma cadeia produtiva que envolve sua produção interna voltada para a indústria esmagadora que processa o grão de soja em farelo ou óleo para a exportação ou para consumo interno (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2017). O Brasil se sobressai como o segundo maior produtor mundial do grão, precedido apenas pelo Estados Unidos da América, com valores relativos à exportação dos grãos e derivados ultrapassando 28,50 bilhões de dólares (BEZERRA et al., 2015). Na safra 2017/2018, a cultura ocupou uma área de 35,10 milhões de hectares, o que totalizou uma produção em torno de 116,99 milhões de toneladas, com consumo interno de soja em grão girando em torno de 59,00 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB), 2018).

Em 2017, o Brasil se tornou o maior exportador de soja em grãos do mundo, responsável por 42,46% de todas as exportações mundiais, em 2018 a exportação de soja no Brasil atingiu um recorde de quase 84 milhões de toneladas de soja em grãos, 23,10% maior que em 2017. Os Estados Unidos vêm em segundo lugar com 39,81% do total e a Argentina em terceiro lugar, com 6,42%. Juntos são responsáveis por 88,70% de todas as exportações mundiais (CONAB, 2018).

No cenário mundial, a cultura também possui grande importância, tanto no âmbito alimentar quanto econômico, onde seus grãos atendem o mercado de produção de farelo, farinhas, óleo, bebidas à base de soja, dentre outros (OLIVEIRA et al., 2015). Os maiores consumidores mundiais da oleaginosa são os Estados Unidos, Brasil, Argentina e China, com cerca de 77% desse consumo. A China também é o maior importador de soja do mundo, responsável por 62,58% de todas as importações mundiais. Em segundo lugar, muito distante, vem a União Europeia com 10,04% das importações mundiais (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), 2018).

Com relação à produção mundial, os Estados Unidos correspondem a 34,82%, seguido pelo Brasil com 30,90% e Argentina com 16,49%. Juntos são responsáveis por 82,20% da safra mundial. A produção de soja no mundo gira em torno de 336,70 milhões de toneladas, com área plantada de 124,58 milhões de hectares. No entanto, segundo dados do USDA (2018), a partir da safra 2018/2019, o Brasil passará a liderar a produção mundial de soja, com previsão de produção estimada em 117 milhões de toneladas do grão, superando os Estados Unidos, até então líderes mundiais.

No Brasil, foi a partir do início da década de 1970 que a soja assumiu, no lugar do trigo, a posição de principal cultura na região Sul do país, difundindo-se posteriormente para outras regiões do Brasil. Esse avanço se deu principalmente ao fato de ter ocorrido uma interrupção temporária das exportações de soja por parte dos Estados Unidos e, como a demanda mundial se mantinha em crescimento, elevou seu preço no mercado internacional (MELLO; BRUM, 2013).

Ainda, de acordo com Mello; Brum (2013), o principal diferencial dessa oleaginosa em relação às outras culturas está no fato de que sua produção sempre se deu visando o mercado externo. Além do que, embora seja considerado um produto de exportação, de manutenção e de desenvolvimento, através da geração de renda, a soja ainda complementa outras atividades, o que acaba consolidando um processo diversificado de produção, o que, segundo Bezerra et al. (2015) gera um grande complexo agroindustrial, com forte mercado de produção e comercialização de sementes, fertilizantes, defensivos e máquinas agrícolas.

Hoje, segundo dados da CONAB (2018), os maiores produtores brasileiros do grão são Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul, sendo o Mato Grosso o maior produtor brasileiro de soja, com produção de 31,887 milhões de toneladas e área plantada de 9,519 milhões de hectares. O Paraná ocupa o segundo lugar, com produção de 19,070 milhões de toneladas e área plantada de 5,444 milhões de hectares e, em terceiro, o Rio Grande do Sul, com produção de 16,968 milhões de toneladas e área plantada de 5,692 milhões de hectares.

Além disso, cinco estados localizados na Região Centro-Sul do Brasil (Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul) concentram 75% da área cultivada com soja (25,8 milhões de hectares) e 77% da produção nacional (79,25 milhões de toneladas), conforme dados da CONAB (2018).

A oleaginosa apresentou expansão de 9,4% na colheita no estado de Minas Gerais, que encerrou a safra 2017/18 em 5,54 milhões de toneladas, volume recorde para o

Estado. No período, a produtividade foi estimulada pelas tecnologias utilizadas na cultura e pelo clima favorável. Com isso, o rendimento médio por hectare cresceu 5,6% e chegou a 3,6 toneladas por hectare.

No âmbito econômico, a soja é amplamente difundida devido as suas variadas formas de utilização em diferentes segmentos e apresenta papel importante para a economia brasileira. Os altos teores de proteína e óleo, chegando a 40% e 20% respectivamente, tornaram a soja de grande valor no fornecimento de matéria-prima, sendo utilizada para a produção de proteína animal, além de um uso crescente na alimentação humana, consolidando uma cadeia agroindustrial e também uma alternativa para utilização na fabricação de biocombustíveis (CONAB, 2018).

Conforme dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a indústria brasileira transforma cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja, produzindo 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico, contribuindo para a competitividade na produção de carnes, leite e ovos. Além disso, o farelo de soja brasileiro é classificado com o padrão de qualidade Premium, o qual possui alto teor de proteína, conseguindo ter a sua entrada permitida em todo mercado mundial (BRASIL, 2014).

Segundo dados da Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro (BRASIL, 2018), a exportação de farelo e óleo atinge em torno de 14,20 e 1,30 milhões de toneladas, respectivamente, com faturamento de 6,0 bilhões de dólares e com total exportado de 31,70 bilhões de dólares. Outro uso do grão de soja é a fabricação de biodiesel, que requer 80% de matéria-prima vegetal para a mistura legalizada na sua produção, sendo um combustível com capacidade de reduzir em 78% a emissão dos gases causadores do efeito estufa (DURÃES, 2009).

2.2. Parâmetros genéticos no melhoramento de soja

A obtenção de genótipos mais produtivos é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento de espécies cultivadas, e pode ser alcançado por meio da seleção e multiplicação dos indivíduos de melhor desempenho produtivo (BÁRBARO et al., 2007). No entanto, o desempenho agrônômico da soja é muito influenciado pela interação genótipos x ambientes, o que torna difícil a identificação de genótipos superiores estáveis para as diversas regiões de cultivo (BATISTA et al., 2015).

A estimativa dos parâmetros genéticos é útil na orientação sobre o esquema mais adequado de seleção a ser adotado para estimar o progresso esperado na seleção (MOREIRA, 2013). Porém, a complexidade das características mais importantes requer o uso de seleção cada vez mais precisa baseada nas estimativas de parâmetros genéticos para observar a variabilidade genética da população com base no conhecimento do grau de associação, ou seja, as correlações genéticas existentes entre os caracteres de interesse. Assim, mensurar a variabilidade genética e conhecer as correlações entre caracteres de interesse para seleção numa população, tem sido de grande relevância no melhoramento de plantas, pois fornece informações úteis ao melhorista podendo auxiliar na seleção indireta para caracteres principais (LEITE et al., 2015).

A estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidade, correlação genética e fenotípica e ganho esperado com seleção, são de extrema importância em programas de melhoramento genético, pois possibilitam a tomada de decisões relacionadas à escolha do método mais apropriado, os caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas de um programa de melhoramento e também o peso que deve ser atribuído a cada caráter, separadamente ou em conjunto (SILVEIRA, 2007).

Estimar os parâmetros genéticos de populações permite escolher o método de melhoramento mais eficiente para cada caso (VILELA, 2008). Ainda, a variabilidade fenotípica pode ser conhecida por meio dessas estimativas, as quais refletem a natureza do material genético e a ação do ambiente, permitindo assim, a predição dos ganhos decorrentes da seleção e a definição das estratégias de melhoramento a serem adotadas (ROSSMANN, 2001).

Uma das principais etapas do programa de melhoramento é a escolha dos genitores para hibridação artificial e, conseqüentemente, para a obtenção de populações segregantes com variabilidade necessária para o sucesso dos processos de seleção, visando atender aos diversos objetivos do programa de melhoramento (PEREIRA et al., 2007).

O conhecimento da natureza e magnitude dos efeitos gênicos que controlam um caráter é primordial para o processo de seleção e a predição do comportamento das gerações segregantes. Assim, quanto maior for o número de genes responsáveis por um caráter, maior será o número de combinações genotípicas possíveis na população e, para se voltar a homozigose completa, será exigido um maior número de gerações (BALDISSERA et al., 2014).

Para o melhoramento genético de plantas, o sucesso depende da existência de variabilidade genética para seleção de genótipos superiores. Os indivíduos selecionados devem reunir simultaneamente uma série de atributos favoráveis para elevar o rendimento e satisfazer as exigências do mercado. Contudo, selecionar progênies superiores não é tarefa fácil, uma vez que os caracteres de importância agronômica, em sua maioria apresentam baixa herdabilidade (CRUZ, 2013).

Na seleção de genótipos superiores um dos parâmetros genéticos mais importantes é o coeficiente de herdabilidade, sendo que uma alta herdabilidade permite maior êxito na seleção (RAMALHO et al., 2012). A herdabilidade pode refletir a porção do valor fenotípico que pode ser herdada, ou seja, quantifica a confiabilidade do valor fenotípico como guia para o valor genético. Apenas o valor fenotípico de um indivíduo pode ser mensurado, porém, é o valor genético que influenciará a próxima geração (RAMALHO et al., 2012). Assim, a herdabilidade é uma referência importante para o melhorista de plantas, por expressar a razão entre variância genética e variância fenotípica. O coeficiente de herdabilidade não é uma propriedade de um caráter em si, mas a propriedade de um caráter para determinada população avaliada em ambiente específico (ROSSMANN, 2001).

Dessa forma, valores de herdabilidade não são extrapoláveis para outras populações ou condições de ambiente, diferentes daquele em que foi estudado. A função mais importante da herdabilidade no estudo genético de um caráter métrico é o seu papel preditivo, expressando a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético (DESTRO et al., 1987). A herdabilidade varia de acordo com as mais diversas características agronômicas, e os fatores que afetam na estimativa da herdabilidade são: o método de estimação, a diversidade na população, o nível de endogamia da população, o tamanho da amostra avaliada, o número e tipo de ambientes considerados, a unidade experimental considerada e a precisão na condução do experimento e na coleta de dados (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Os valores do coeficiente de herdabilidade variam de 0 a 1, no qual o valor igual a 1 prediz que o fenótipo seria totalmente determinado pelo genótipo, assim o ambiente não teria influência sobre a manifestação do caráter (SILVEIRA et al., 2006). Na seleção é importante considerar que a fração herdável é a herdabilidade no sentido restrito, pois envolve somente a variância genética aditiva, que é fixada pela seleção (RAMALHO et al., 1993).

De maneira geral, a produção de grãos é um caráter que apresenta baixa herdabilidade e pode ser atribuída ao comportamento puramente quantitativo desse caráter, em função do grande número de genes que o controlam, permitindo maior influência ambiental e, conseqüentemente, uma diminuição da relação entre a variância genética e fenotípica (ROSSMANN, 2001).

Quando os caracteres apresentam baixa herdabilidade, a eficiência de sua seleção pode ser aumentada pelo uso de correlações, pois elas mostram o grau de associação de um caráter com outros, detentores de herdabilidades maiores, que podem ser utilizados como indicadores. Logo, pode-se obter sucesso na seleção de um caráter de baixa herdabilidade pela seleção de outros caracteres, com herdabilidades maiores, com ele correlacionados. Em soja, as estimativas de correlação são especialmente úteis em gerações precoces (MORO et al., 1992).

O coeficiente de variação genético (CVg) é um parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade genética presente na população para todos os caracteres em estudo (FERRÃO et al., 2008), tendo implicações diretas no ganho por seleção. No caso de seleção, o CVg remete a proporcionalidade do ganho em relação à média, enquanto a razão CVg/CVe maior que a unidade (>1) indica situação favorável à seleção (FALEIRO et al., 2002). De acordo com Ubi et al. (2007), valores elevados são favoráveis à seleção, pois apresentam a possibilidade de maiores ganhos genéticos para o caractere.

A razão entre o coeficiente de variação genética e ambiental CVg/CVe pode ser empregada como índice indicativo do grau de eficiência seletiva das progênies para cada caráter. Quando a razão CVg/CVe for igual ou maior que a unidade, tem-se uma situação favorável à seleção, ou seja, a variação genética é a maior responsável pelas diferenças entre progênies (YOKOMIZO & FARIAS NETO, 2003).

Santos et al. (2017), avaliando parâmetros de variação genética em progênies F2 de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases, encontrou valores da razão CVg/CVe para NDM, AP, NVP e RG de 2,43, 1,87, 1,17 e 1,05, respectivamente, estando em concordância com os maiores valores de herdabilidade. Estes valores sugerem boas perspectivas de ganho genético por seleção direta, uma vez que a variância genética superou a ambiental, ou seja, as características manifestaram-se devido a maior contribuição genética (YOKOMIZO, 2012).

A razão CVg/CVe foi de 0,74 para altura da primeira vagem. Esse valor sugere uma condição pouco favorável à seleção desse caráter, pois a maior contribuição existente

foi de origem ambiental. O valor da variância ambiental maior do que o genético indica que este caráter interage possivelmente de forma intensa com variações ambientais (SANTOS et al., 2017).

2.3. Melhoramento e qualidade de sementes de soja

Os programas de melhoramento de soja visam predominantemente a seleção de genótipos com características que permitam rendimentos mais elevados. Para isso, são selecionadas linhagens mais produtivas, resistentes às pragas, doenças, adaptadas a diferentes condições de clima, solo, fotoperíodo e que permitam a incorporação de novas áreas, possibilitando maior rentabilidade para o produtor (VASCONCELOS et al., 2012).

Ao longo dos anos vem se buscando incrementar a produção de soja no Brasil por meio do aumento na área cultivada e/ou rendimento por área. Neste contexto, é fundamental o uso de sementes de alta qualidade na implantação das lavouras, pois sementes com baixo vigor podem provocar reduções na emergência, no tamanho inicial, na área foliar, na produção de matéria seca e nas taxas de crescimento, podendo afetar o estabelecimento da cultura, o seu desempenho ao longo do ciclo e a produtividade final (CONAB, 2017).

Assim, o uso de semente de boa qualidade permite o acesso aos avanços genéticos com as garantias de qualidade e as tecnologias de adaptação nas diversas regiões, com desempenho superior no campo, garantindo maiores produtividades. A produção de sementes de soja com esses padrões é um grande desafio ao setor produtivo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Essa qualidade das sementes é assegurada pelos padrões mínimos de germinação, pureza física e varietal, bem como sanidade, exigidos por normas de produção e comercialização estabelecidas e fiscalizadas pelo governo, em cumprimento a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 (lei de sementes) (BRASIL, 2009).

Sementes de alto vigor propiciam a germinação e a emergência das plântulas de maneira rápida e uniforme, resultando na produção de plantas de alto desempenho, com potencial produtivo mais elevado. Plantas de alto desempenho apresentam uma taxa de crescimento maior, um sistema radicular mais profundo e produzem maior número de vagens e de sementes, tendo uma melhor estrutura de produção, resultando dessa forma, em maiores produtividades (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Neste contexto, o crescimento da produção e o aumento da capacidade produtiva da soja brasileira foram alcançados, em parte, graças aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo, incluindo a produção e utilização de sementes de elevada qualidade, sendo essas de suma importância para se atingir um estande de plantas adequado e elevada produtividade (DEUNER et al., 2015).

Segundo França-Neto et al. (2016), a qualidade da semente de soja é composta por quatro pilares: 1. Qualidade fisiológica, representando uma semente com alto vigor e germinação e que resulte em adequada emergência de plântulas em campo; 2. Qualidade genética, sendo geneticamente pura, representando a cultivar que se deseja semear, sem misturas varietais; 3. Qualidade sanitária, compreendendo semente livre de patógenos, sejam eles fungos, vírus, nematoides ou bactérias; 4. Qualidade física, composta por uma semente pura, livre de material inerte, como contaminantes, fragmentos de plantas, insetos, torrões e outras impurezas.

A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos promotores de muitas pesquisas em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física, após a sua maturação, as quais estão associadas com a redução do vigor. Essa é uma característica extremamente importante a ser considerada no melhoramento da soja. A utilização de sementes com alta qualidade genética, física e fisiológica é fundamental na obtenção de resultados satisfatórios em culturas de expressão econômica (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012).

A maior parte do território brasileiro encontra-se em regiões tropicais, com pouca variação entre o dia mais longo e o mais curto do ano (SPEHAR et al., 2014). Além disso, estas áreas apresentam temperatura e umidade elevadas durante o ciclo da cultura, sendo condições detrimenais à qualidade da semente nas fases de pré e pós-colheita, causando prejuízos aos produtores de sementes, por elevar os custos de produção da semente e aumentar o descarte de lotes que se encontram abaixo do padrão exigido de germinação e vigor. Além disso, agricultores usuários desta semente, podem também ter comprometimento no rendimento das lavouras, por problemas de falhas e baixo estande de plantas. Dessa forma, o desenvolvimento de cultivares com alta qualidade fisiológica de sementes é uma das alternativas para solução desses problemas (ALMEIDA et al., 2014).

Por essa razão, a estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos, como herdabilidade, correlação genética e fenotípica e ganhos com a seleção, assume importante papel preditivo para o direcionamento de programas de melhoramento de soja

em relação a seleção dos genótipos superiores, exercendo influência marcante sobre o desenvolvimento dessa leguminosa no território brasileiro (VASCONCELOS et al., 2015).

No Brasil existem diversos programas de melhoramento genético focados em produzir cultivares com melhor qualidade genética de semente. O melhoramento genético da soja é um processo contínuo de desenvolvimento de novas cultivares. Estes programas de melhoramento são assentados em objetivos gerais e específicos e visam a solução das limitações reais ou potenciais das cultivares frente aos fatores bióticos e abióticos que interferem na produção da soja (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2004).

As hibridações são realizadas para desenvolverem populações segregantes que são posteriormente conduzidas por métodos tradicionais de melhoramento de plantas autógamas, para permitir a seleção e a avaliação de genótipos com as características agronômicas desejadas nas novas cultivares (ALMEIDA et al., 2014).

A criação dessas novas cultivares tem sido uma das tecnologias que mais têm contribuído para os aumentos de produtividade e estabilidade de produção. Assim, uma cultivar de soja deve ter alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade. A resistência genética às principais doenças e pragas e a tolerância aos fatores limitantes edafo-climáticos são garantias de estabilidade de produção e de retorno econômico que podem ser ofertadas justamente com o uso de semente de cultivares melhoradas (ALMEIDA et al., 2014).

As características referentes à qualidade fisiológica das sementes são herdadas geneticamente de seus progenitores, assim diferentes variedades podem apresentar elevada variação quanto ao vigor, germinação e emergência de campo (MERTZ et al., 2009).

De acordo com Sedyama et al. (2015), a primeira etapa do melhoramento consiste na escolha dos genitores para realizar a hibridação artificial e para a obtenção de populações segregantes, que são submetidas à sucessivas gerações de autofecundação com o objetivo de realizar a restauração da homozigose. Segundo Nogueira (2011), o desenvolvimento de populações segregantes deve partir da seleção com genitores divergentes, que resultam em uma maior variabilidade genética, sendo assim maior a probabilidade de ocorrência de combinações favoráveis pelo rearranjo de alelos.

Em populações de gerações mais avançadas é realizada a seleção de plantas avaliando e selecionando as plantas desejadas, realizando o estabelecimento de testes de progênes e seleção de linhagens com características agronômicas desejáveis, para se

chegar à recomendação das cultivares (SEDIYAMA et al., 2015). Sendo assim, a alta pureza genética é de suma importância para que a cultivar possa expressar em sua plenitude todos os seus atributos de qualidade agrônômica, tais como ciclo, produtividade, resistência a doenças, qualidades organolépticas e de semente (KRZYZANOWSKI et al., 2018).

2.4. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento da soja

O crescimento e desenvolvimento da soja compreende duas fases, a fase vegetativa e a reprodutiva, que possuem duração determinada geneticamente e influenciadas pelas condições ambientais (NOGUEIRA et al., 2013). O tipo de crescimento é um caráter que diferencia cultivares de soja e é caracterizado de acordo com a posição da inflorescência, sendo na axilar das folhas ou na posição axilar e terminal (SEDIYAMA et al., 2015).

De acordo com Mundstock & Thomas (2005), a soja tem características peculiares na sua adaptação aos diferentes locais de cultivo, especialmente na reação ao fotoperíodo e temperatura do ar da região, que regulam a época de floração. Este aspecto é muito relevante, pois determina quanto tempo a planta se desenvolve no período vegetativo, tendo assim, alta relação com a produção de grãos. Quando a floração é rápida (poucos dias após a emergência), a planta não desenvolve ramos e folhas suficientes para gerarem grande número de flores e legumes. Quando a floração é muito retardada, o crescimento vegetativo é excessivo e, embora com grande massa verde, gera igualmente poucos grãos. Este balanço entre o crescimento vegetativo e reprodutivo é um dos principais fatores de produção da soja e a alteração do seu equilíbrio interfere na máxima produção de grãos.

Ainda, dependendo da cultivar, o tipo de crescimento (determinado ou indeterminado) é que determina se todos os nós da planta passam a gerar flores quando há o estímulo floral. Segundo Sedyama et al. (2015) o tipo de crescimento é determinado pela inclinação dos ramos laterais, quando a inclinação for menor do que 30° ao ramo principal, o hábito de crescimento é denominado ereto a semiereto, se a inclinação for de 30° até 60°, é tido como semiereto a horizontal e se a inclinação for superior a 60°, é intitulada horizontal. As cultivares de soja de hábito de crescimento ereto e semiereto são ideais para o manejo e cultivo, pois permitem melhor penetração de defensivos e luminosidade no interior do dossel das plantas, além de diminuir as perdas dos grãos no processo de colheita mecanizada.

A temperatura do ar e o fotoperíodo são os principais fatores abióticos que influenciam o desenvolvimento da soja, que é uma planta de dias curtos. Segundo Setiyono et al. (2007), a temperatura geralmente tem influência positiva sobre a taxa de desenvolvimento da cultura. A sensibilidade ao fotoperíodo, no entanto, pode modificar essa resposta, ou seja, uma planta de dia curto em condição de dias longos reduz sua taxa de desenvolvimento.

Na soja, essa sensibilidade varia conforme o genótipo e, mesmo em cultivares sensíveis, a resposta ao fotoperíodo é quantitativa e não absoluta, o que significa que a floração ocorrerá de qualquer modo (BASTIDAS et al., 2008), o que torna mais complexa a modelização do desenvolvimento. Assim, a quantidade de horas de luz por dia influencia a duração dos períodos vegetativos e reprodutivos nas plantas de soja afetando a maturação, altura de plantas, quantidade de ramificações e número de vagens por planta (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

De acordo com Renato et al. (2013), a temperatura ao longo do ciclo da cultura influencia no acúmulo de biomassa e segundo estes autores, tendo em vista os cenários das mudanças climáticas, o conceito de graus dia é apropriado para estimar a produtividade e crescimento das culturas, visto que o desenvolvimento das espécies vegetais está relacionado com cada fase fenológica, e é controlado pela soma térmica diária necessária para cada estágio. De modo geral, os modelos que fazem a estimativa da produtividade das culturas calculam a fotossíntese líquida e usam os graus dias acumulados para fracionar os carboidratos acumulados em ambos os órgãos da planta. À medida que os graus dia são acumulados, a planta passa por diferentes estágios fenológicos.

Assim, a germinação ideal de sementes de soja, o crescimento e o desenvolvimento, são favorecidos em temperatura em torno de 30° C. Em temperaturas menores ou iguais a 10° C a soja apresenta crescimento vegetativo pequeno ou nulo e acima de 40° C, há distúrbios na floração e prejuízo na retenção de vagens (EMBRAPA, 2010). Ainda, a indução da floração ocorre em temperaturas acima de 13° C. Em relação à fixação biológica de nitrogênio, a maior nodulação ocorre em temperaturas em torno de 27° C, sendo altas temperaturas e estresse hídrico os principais limitantes da fixação biológica de nitrogênio (HUNGRIA et al., 2001).

Outros fatores que afetam o crescimento e desenvolvimento da soja, segundo Mundstock & Thomas (2005) é a sensibilidade ao acamamento, pois reduz a indução à floração ocasionando um desbalanço, favorecendo o crescimento vegetativo e diminuindo

o número de vagens, sensibilidade à retenção foliar durante o período de formação de vagens e grãos, mantendo a planta em crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo e, sensibilidade ao excesso ou falta de água. O excesso de água, frequente em anos de precipitação pluvial intensa, se reflete no excessivo crescimento vegetativo. Ao contrário, na falta de precipitação, o crescimento vegetativo é escasso e a planta não forma nós suficientes no caule e ramos, ocasionando a diminuição de flores.

Assim, durante o desenvolvimento das plantas de soja é imprescindível a disponibilidade de água, sendo que os períodos mais críticos são a germinação, emergência, floração e enchimento de grãos. Segundo Silva et al. (2015), a semente necessita absorver no mínimo 50% do seu peso em água para que ocorra a germinação.

De acordo com Embrapa (2014), as plantas de soja necessitam de 450 a 800 mm de água durante seu ciclo para obter seu rendimento máximo, sendo que essa quantidade varia conforme o ciclo das cultivares, manejo da cultura e condições climáticas ou ambientais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na estação experimental da Fazenda Capim Branco (18°52'50,63" S e 48°20'32,07" W e 805 m de altitude), localizada no triângulo mineiro, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), município de Uberlândia / MG, em condição de casa de vegetação e campo.

Foram utilizadas para obtenção das populações segregantes, três cultivares com histórico de qualidade de semente distintos, sendo elas: UFUS 6901, NS 7200 RR e NS 7670 RR.

TABELA 1. Características das cultivares.

Cultivar	UFUS 6901	NS 7200 RR	NS 7670 RR
Grupo de Maturidade	7.0	7.2	7.6
Tipo de Crescimento	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
Cor da Flor	Branca	Roxa	Roxa
Cor do Hilo	Marrom	Preto Imperfeito	Preto Imperfeito

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – (BRASIL, 2019).

O bloco de cruzamento foi instalado em casa de vegetação no mês de agosto de 2017. Os parentais foram semeados escalonadamente a cada 3 dias para favorecer a sincronia de florescimento entre genitores femininos e masculino.

A semeadura dos parentais foi realizada em vasos de 3 dm³ preenchidos com 2/3 de solo e 1/3 de matéria orgânica. Foram semeadas 5 sementes por vaso a 2 cm de profundidade, sendo realizado o desbaste no estágio V1, restando 2 plantas por vaso. Foi retirado o meristema apical das plantas no estágio V5 para evitar o estiolamento e favorecer a ramificação das mesmas.

A irrigação foi realizada duas vezes ao dia a fim de manter a umidade do solo. Para o controle de doenças foram realizadas aplicações de Trifloxistrobina e Protiokonazol na dosagem de 0,4 L ha⁻¹ e Trifloxistrobina e Ciproconazol na dosagem de 0,2 L ha⁻¹, de forma alternada a cada 15 dias. Para o controle de pragas foram realizadas aplicações de Tiametoxan e Lambda-Cialotrina na dosagem de 0,25 L ha⁻¹ e Bifentrina na dosagem de 0,15 L ha⁻¹, de forma alternada a cada 15 dias.

A cultivar UFUS 6901 foi utilizada como genitor feminino e as cultivares NS 7200 RR e NS 7670 RR como genitores masculinos, realizando-se as seguintes combinações: (1) UFUS 6901 x NS 7200 RR e (2) UFUS 6901 x NS 7670 RR.

A partir das hibridações artificiais foram geradas as sementes F1, que foram colhidas manualmente e semeadas novamente em casa de vegetação. As sementes provenientes das hibridações efetivas, ao emergirem deram origem a plântulas com hipocótilo de coloração roxa, confirmando serem provenientes da hibridação e não da autofecundação do genitor feminino. As plantas F1 foram conduzidas seguindo a mesma metodologia de condução dos parentais, dando origem as sementes F2 através da sua autofecundação. As sementes F2 foram semeadas em campo.

O experimento em campo foi conduzido em área experimental cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho Escuro Distrófico.

Foi realizada análise química e física do solo (Tabelas 2 e 3) antes da instalação do experimento na profundidade de 0-20 cm. As análises químicas foram realizadas com base na metodologia da Embrapa (2013).

TABELA 2. Caracterização química do solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2018.

Prof.	pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al ³⁺	SB	T	V	m	M.O.
cm		-- mg dm ⁻³ --					cmol _c dm ⁻³			---	%	g kg ⁻¹
00-20	4,9	2,5	109	0,2	2,0	0,7	4,7	2,98	7,68	39	6	17

Prof = profundidade; P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2011). M.O. = Método Colorimétrico.

TABELA 3. Teores de micronutrientes e argila no solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2014.

Prof.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila
			mg dm ⁻³			--- g kg ⁻¹ ---
00-20	0,27	5,1	19	10,7	0,9	304

B = (BaCl₂.2H₂O 0,0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,01 mol⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7.3). Argila: Método da pipeta (EMBRAPA, 2011).

O preparo da área foi realizado com uma aração e uma gradagem de forma antecipada visando a descompactação superficial do solo e uma nova gradagem as vésperas da instalação do experimento visando o destorroamento do solo e controle de

plantas daninhas na fase inicial de desenvolvimento das plantas de soja. Após a segunda gradagem foi realizado o sulcamento da área com espaçamento de 50 cm entre sulcos.

Previamente à semeadura da área foi realizada uma adubação de 400 kg ha⁻¹ do formulado 02-28-18 atendendo as necessidades da cultura da soja, distribuindo o adubo nas linhas de plantio.

As sementes utilizadas foram tratadas com Piraclostrobina, Tiofanato Metílico e Fipronil na dosagem de 0,2 L 100 kg de sementes⁻¹ e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* contendo duas estirpes da bactéria.

A semeadura em campo foi realizada no dia 18 de agosto de 2018. Foram semeadas as populações obtidas das duas combinações de forma separada. A área semeada ocupou 150 m² considerando a área útil e as bordaduras, sendo disposta com 10 metros de comprimento nos sulcos e 15 metros de largura.

Para a combinação UFUS 6901 x NS 7200 RR foram semeadas 66 sementes da cultivar UFUS 6901, 62 sementes da cultivar NS 7200 RR e 203 sementes da geração F2, espaçadas de 25 cm entre plantas totalizando 10 linhas de plantio. Para a combinação UFUS 6901 x NS 7670 RR foram semeadas 64 sementes da cultivar UFUS 6901, 64 sementes da cultivar NS 7670 RR e 230 sementes da geração F2, espaçadas de 25 cm entre plantas totalizando 11 linhas de plantio.

Para controle das plantas daninhas foram realizadas capinas manuais a cada 20 dias. Para controle das principais doenças da cultura foram realizadas aplicações de Trifloxistrobina e Prothioconazol na dosagem de 0,4 L ha⁻¹, Trifloxistrobina e Ciproconazol na dosagem de 0,2 L ha⁻¹ e Fluxapirroxade e Piraclostrobina na dosagem de 0,35 L ha⁻¹ de forma alternada a cada 15 dias a partir de 30 dias após a emergência das plantas. Para o controle de percevejos foram realizadas aplicações de Tiametoxan e Lambda-Cialotrina na dosagem de 0,25 L ha⁻¹ e Imidacloprido e Bifentrina na dosagem de 0,4 L ha⁻¹, de forma alternada a cada 15 dias. Para o controle de lagartas foram realizadas aplicações de Clorantraniliprole na dosagem de 0,05 L ha⁻¹ e Flubendiamida na dosagem de 0,07 L ha⁻¹ de forma alternada a cada 15 dias.

Foram realizadas lâminas de irrigação diárias de 6 mm dia⁻¹ para garantir a umidade no solo necessária para o bom desenvolvimento das plantas até o início do mês de outubro de 2018, início do período chuvoso no município de Uberlândia/MG nesse ano.

Os dados de temperatura máxima e mínima e precipitação no período de condução do experimento encontram-se apresentados nas figuras abaixo.

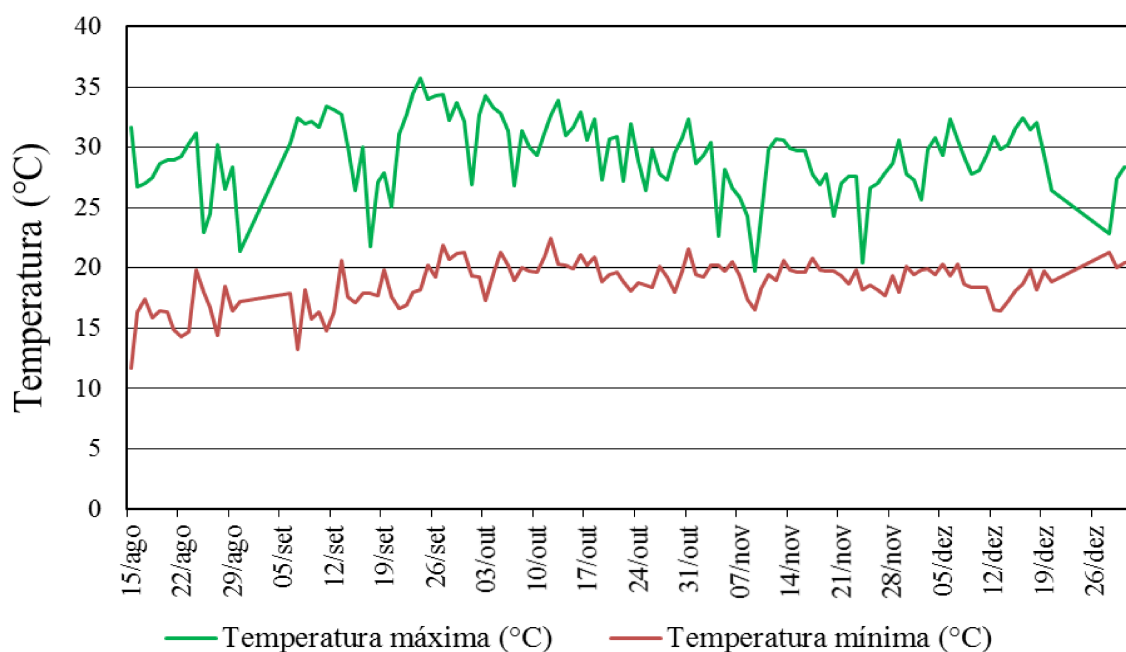


FIGURA 1. Temperatura máxima e mínima na estação experimental da Fazenda Capim Branco em Uberlândia-MG, safra 2018/19, durante os meses de agosto a dezembro de 2018. Fonte: Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental – CLIMA – UFU. Estação meteorológica da Fazenda Capim Branco.

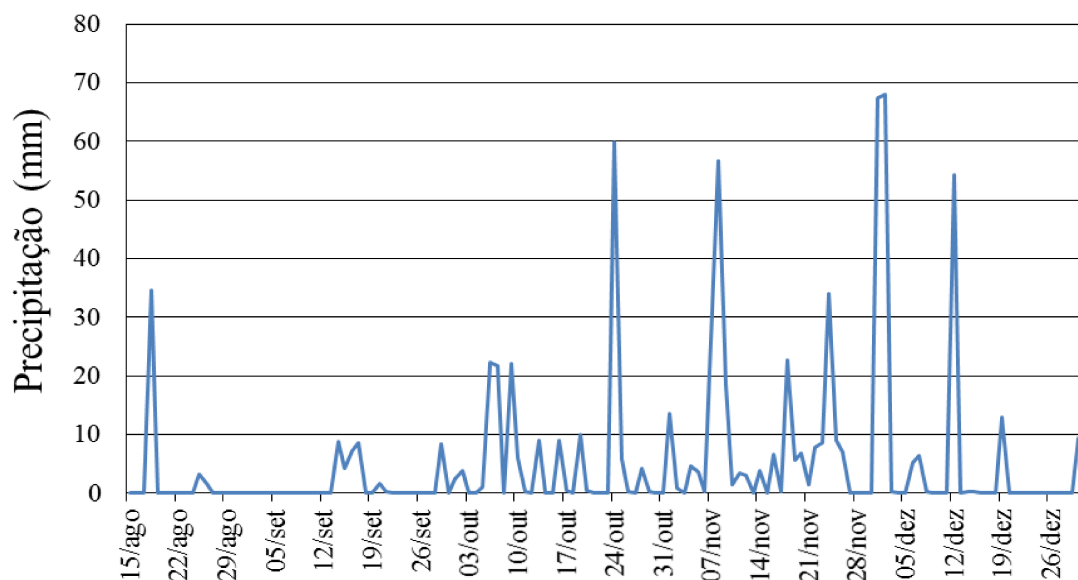


FIGURA 2. Precipitação na estação experimental da Fazenda Capim Branco em Uberlândia-MG, safra 2018/19, durante os meses de agosto a dezembro de 2018. Fonte: Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental – CLIMA – UFU. Estação meteorológica da Fazenda Capim Branco.

Durante o desenvolvimento das plantas em campo e após a colheita foram realizadas as seguintes avaliações:

- a) Número de dias para o florescimento (NDF): período que corresponde ao número de dias decorridos entre a emergência e a floração (estádio R1);
- b) Número de dias para maturidade (NDM): período que corresponde ao número de dias decorridos desde a emergência até a data em que as plantas apresentam 95% das vagens maduras (estádio R8);
- c) Altura da planta no florescimento (APF): em centímetros (cm), medida a partir da superfície do solo até o último nó na haste principal, no estágio R1;
- d) Altura da planta na maturidade (APM): em centímetros (cm), medida a partir da superfície do solo até o último nó na haste principal da planta, no estágio R8;
- e) Altura de inserção da primeira vagem (AIV): em centímetros (cm), medida a partir da superfície do solo até o primeiro nó produtivo na haste principal, no estágio R8;
- f) Número de nós no florescimento (NNF): no florescimento (estádio R1) foram contados todos os nós visíveis na haste principal;
- g) Número de nós na maturidade (NNM): na maturidade (estádio R8) foram contados todos os nós visíveis na haste principal;
- h) Número de grãos por vagem (NGV): posterior à colheita, obteve-se o número de grãos totais divididos pelo número de vagens totais por planta;
- i) Produção de grãos (PG): massa dos grãos em gramas (g), produzido por planta;
- j) Peso de mil grãos (PMG): após o beneficiamento da amostra determinou-se a massa de mil grãos em gramas (g) de acordo com a metodologia proposta pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A partir dos dados fenotípicos dos parentais e de cada indivíduo F2 estimaram-se as médias e as variâncias e, posteriormente os seguintes parâmetros:

- Variância ambiental

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{1}{2} [\hat{\sigma}_{(P1)}^2 + \hat{\sigma}_{(P2)}^2]$$

Em que:

$\hat{\sigma}_e^2$: variância ambiental

$\hat{\sigma}_{(P1)}^2$: variância fenotípica do parental 1;

$\hat{\sigma}_{(P2)}^2$: variância fenotípica do parental 1.

- Variância Fenotípica

$$\hat{\sigma}_{G(F2)}^2 = \hat{\sigma}_{F(F2)}^2 - \hat{\sigma}_{E(F2)}^2$$

Em que:

$\hat{\sigma}_{G(F2)}^2$: variância genética da população F2;

$\hat{\sigma}_{F(F2)}^2$: variância fenotípica da população F2;

$\hat{\sigma}_{E(F2)}^2$: variância ambiental da população F2.

- Variância genotípica

$$\hat{\sigma}_{g(F2)}^2 = \hat{\sigma}_{f(F2)}^2 - \hat{\sigma}_{e(F2)}^2$$

Em que:

$\hat{\sigma}_{g(F2)}^2$: variância genética da população F2;

$\hat{\sigma}_{f(F2)}^2$: variância fenotípica da população F2;

$\hat{\sigma}_{e(F2)}^2$: variância ambiental da população F2.

- Herdabilidade no sentido amplo

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_{g(F2)}^2}{\hat{\sigma}_{f(F2)}^2}$$

Em que:

h_a^2 : herdabilidade no sentido amplo;

$\hat{\sigma}_{g(F2)}^2$: variância genética da população F2;

$\hat{\sigma}_{f(F2)}^2$: variância fenotípica da população F2.

- Número de genes envolvidos na determinação do caráter

$$\eta = \frac{R^2 (1 + 0,5k^2)}{8\hat{\sigma}_g^2}$$

Em que:

η : número de genes;

R: amplitude entre as médias dos progenitores ou R: $\bar{P}_1 + \bar{P}_2$;

$\hat{\sigma}_g^2$: variância genética.

- Predição de ganhos por seleção

$$\Delta G = DS \cdot h^2 \text{ e } \Delta G\% = \frac{\Delta G}{\bar{X}_0}$$

Em que:

ΔG : ganho de seleção;

h^2 : herdabilidade;

DS: diferencial de seleção, dado pela fórmula $DS = \bar{X}_S - \bar{X}_0$;

\bar{X}_S : média dos selecionados;

\bar{X}_0 : média observada da população F2.

A intensidade de seleção foi de 30% para estimativa do ganho de seleção dos genótipos avaliados, considerou-se o sentido da seleção inferior para os valores de NDM e superior para os demais caracteres avaliados.

Para a análise da qualidade fisiológica das sementes de soja foram separadas 400 sementes de cada parental e de cada população F2. As sementes da população F2 foram agrupadas utilizando 2 sementes de cada planta como sub-amostras, formando uma amostra da população F2. As sementes dos parentais foram agrupadas utilizando 7 sementes de cada planta das cultivares NS 7200 RR e NS 7670 RR e 4 sementes de cada planta da cultivar UFUS 6901 como sub-amostras, formando uma amostra para cada parental.

Foram realizados os seguintes testes em casa de vegetação e no Laboratório de sementes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU):

a) Teste de germinação: realizado de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo parental e das populações F2, distribuídos uniformemente com o auxílio

de um contador de sementes em papel toalha do tipo germitest umedecidos com água. A quantidade de água utilizada para umedecer foi 2,5 vezes o peso do papel. As amostras foram mantidas em germinador durante cinco dias com temperatura constante de 25° C. No 5° dia foram computadas a quantidade de plântulas normais (vigorosas e não vigorosas), plântulas anormais (deterioradas, danificadas e deformadas) e sementes duras, dormentes e mortas.

b) Comprimento de raiz e de hipocótilo: As plântulas normais vigorosas obtidas no teste de germinação foram previamente separadas, nas quais foram mensuradas com auxílio de uma régua milimetrada o comprimento do hipocótilo e o comprimento da raiz.

c) Matéria fresca e seca de plântulas: As plântulas normais vigorosas obtidas no teste de germinação foram previamente pesadas para obtenção da massa de matéria fresca de plântulas. Em seguida, as plântulas foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65° C constante, durante 72 horas. As amostras, após este período, foram retiradas da estufa e pesadas novamente, determinando-se a massa de matéria seca das plântulas, sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

d) Emergência em canteiro de areia: A emergência das plântulas em substrato de areia foi conduzida em delineamento de blocos casualizados na Casa de Vegetação da UFU, totalizando quatro blocos, com 50 sementes de cada genótipo parental e das populações F2. Foi utilizado areia de textura média, colocada em bandejas plásticas (30 x 60 cm). Na semeadura foram abertos sulcos longitudinais em cada bandeja, com três centímetros de profundidade. Foram realizadas irrigações no período da tarde para manutenção da umidade ideal. Foram realizadas anotações diárias do número de plântulas emergidas do quarto ao décimo dia, quando não foi observada a emergência de novas plântulas. Avaliou-se a porcentagem de plântulas normais conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

e) Velocidade de emergência em areia: Este teste foi conduzido simultaneamente ao teste de emergência das plântulas em canteiro de areia. Através dos dados obtidos foi possível determinar a velocidade de emergência (VE), o índice de

velocidade de emergência (IVE) e o coeficiente de velocidade de emergência (CVE) pelas seguintes fórmulas:

$$VE = \frac{(N1G1) + (N2G2) + \dots + (NnGn)}{G1 + G2 + \dots + Gn}$$

Em que:

VE: velocidade de emergência (dias);

G: número de plântulas emergidas observadas em cada contagem;

N: número de dias da semeadura a cada contagem.

$$IVE = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Em que:

IVE: índice de velocidade de emergência;

G: número de plântulas emergidas observadas em cada contagem;

N: número de dias da semeadura a cada contagem.

$$CVE = \frac{G1 + G2 + \dots + Gn}{(N1G1) + (N2G2) + \dots + (NnGn)} \times 100$$

Em que:

CVE: coeficiente de velocidade de emergência;

G: número de plântulas emergidas observadas em cada contagem;

N: número de dias da semeadura a cada contagem.

Os dados de germinação, comprimento de raiz e hipocótilo, massa da matéria fresca e seca, o índice de velocidade de germinação e germinação em areia foram submetidos à análises de variância, considerando-se 5 tratamentos (3 cultivares e duas populações segregantes) e posteriormente submetidos ao teste de média Tukey.

Os dados de caracteres agrônômicos, produtividade de grãos e dos testes de qualidade fisiológica de sementes foram analisados no Programa Genes (CRUZ, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracteres agronômicos e produção de grãos

A divergência genética entre os parentais é fundamental para o estudo de herança. O cruzamento envolvendo genitores homozigotos contrastantes para uma determinada característica permite a compreensão da estrutura genética da população e, consequentemente, permite a inferência de sua variância genética (BALDISSERA et al., 2014). As estimativas de médias dos caracteres agronômicos dos parentais e da geração F2 estão apresentados na Tabela 4. É válido notar que, os parentais das duas populações (P1: UFUS 6901 e P2: NS 7200 RR / P1: UFUS 6901 e P2: NS 7670 RR) foram contrastantes para a maioria dos caracteres avaliados, justificando, assim, a natureza deste estudo.

TABELA 4. Média dos caracteres agronômicos, nas populações segregantes de soja.

C1: População segregante de soja UFUS 6901 x NS 7200 RR						
Gerações	Nº indivíduos	NDF	NDM	APF	APM	NNF
P1	66	32,50	104,97	27,90	60,07	6,31
P2	62	31,25	107,79	25,17	58,17	6,09
F2	203	33,63	107,10	26,94	60,19	6,19
Gerações	Nº indivíduos	NNM	AIV	NGV	PG	PMG
P1	66	13,03	15,80	2,26	14,06	139,5
P2	62	12,03	14,60	2,19	15,51	148,9
F2	203	12,15	15,66	2,28	14,86	143,7
C2: População segregante de soja UFUS 6901 x NS 7670 RR						
Gerações	Nº indivíduos	NDF	NDM	APF	APM	NNF
P1	64	36,69	105,58	26,14	60,44	6,09
P2	64	33,89	119,08	24,70	61,42	6,40
F2	230	33,90	111,71	25,77	61,07	6,47
Gerações	Nº indivíduos	NNM	AIV	NGV	PG	PMG
P1	64	13,37	16,03	2,33	14,29	140,0
P2	64	12,47	14,87	2,21	15,79	149,2
F2	230	12,49	15,89	2,29	14,84	143,5

P1: UFUS 6901; P2: NS 7200 RR ou NS 7670 RR; F2: autofecundação da F1 (P1 x P2); NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; APF: altura de planta no florescimento; APM: altura de plantas na maturidade; NNF: número de nós na haste principal no florescimento; NNM: número de nós na haste principal na maturidade; AIV: altura de inserção da primeira vagem; NGV: número de grãos por vagem; PG: produção de grãos; PMG: peso de mil grãos.

Durante o processo de melhoramento, as populações segregantes são analisadas quanto aos caracteres alvos no melhoramento de soja, tais como: ciclo, altura de plantas, número de nós na haste principal, produção de grãos, dentre outros. Assim ao analisar as médias das populações é possível inferir sobre o seu potencial para fins de melhoramento. Diante disso, foram avaliados os caracteres agronômicos da geração dos parentais e das populações segregantes de F2 de soja.

O número de dias decorridos da emergência ao florescimento (NDF) e o número de dias para a maturidade (NDM) permitem inferir acerca do ciclo dos genótipos. De acordo com Nepomuceno *et al.* (2008), os genótipos que apresentam ciclo de até 100 dias são classificados como precoces, de 101 a 110 dias semiprecoces, de 111 a 125 dias de ciclo médio, de 125 a 145 semitardio e maior que 145 dias tardio. Dessa forma, verificou-se que a geração dos parentais e F2, proveniente da combinação UFUS 6901 x NS 7200 RR foram classificados como semiprecoces e a geração P2 (NS 7670 RR) e F2, proveniente de autofecundações do cruzamento artificial de UFUS 6901 x NS 7670 RR foram consideradas como de ciclo médio. Esses resultados confirmam a classificação apresentada no portfólio das empresas obtentoras das cultivares, sendo que o grupo de maturação é de 7.0, 7.2 e 7.6 para UFUS 6901, NS 7200 RR e NS 7670 RR, respectivamente.

Em relação à altura de plantas, no florescimento e na maturidade, percebe-se que ela foi satisfatória apresentando média de 26,94 cm na população segregante proveniente da combinação 1 (UFUS 6901 x NS 7200 RR) e 25,77 cm na população segregante proveniente da combinação 2 (UFUS 6901 x NS 7670 RR) no florescimento. Na maturidade apresentou média de 60,19 cm na população F2 da combinação 1 e 61,07 cm na população F2 da combinação 2 (tabela 4). Segundo Sedyama *et al.* (2016) as plantas de soja devem apresentar valores entre 60 a 110 cm, a fim de facilitar a colheita e evitar o acamamento. Além disso, esses autores, afirmam que a altura de inserção da primeira vagem deve ser superior a 10 cm para uma eficiente colheita mecanizada. Assim, observou-se que, ambas as populações segregantes, atenderam aos critérios considerados ideais para colheita mecanizada.

A característica número de nós, no florescimento e maturidade, possui correlação alta e positiva com a produção de grãos (NOGUEIRA *et al.*, 2012). Conforme Sedyama (2016), uma planta com alto potencial produtivo apresenta em média de 17 a 18 nós na haste principal. Neste estudo, verificou que o número de nós na maturidade (NNM) ficou

em torno de 12 a 13 nós na haste principal (tabela 4). Um dos fatores que pode ter contribuído para essa expressão fenotípica relaciona-se ao fotoperíodo observado durante a época de cultivo.

Quanto ao desempenho produtivo, percebe-se que os genitores NS 7200 RR e NS 7670 RR apresentaram médias superiores a cultivar UFUS 6901 e as gerações F2 obtidas, pois apresentaram valores de 15,51 g planta⁻¹ e 15,79 g planta⁻¹, respectivamente (tabela 4). Esse destaque de produção de grãos, possivelmente, deve-se ao fato de serem considerados genótipos estáveis, que possuem ampla adaptação de cultivo e elevado potencial produtivo.

Fonseca et al. (2016) afirmaram que o peso de mil sementes é relevante para cálculo de densidade de semeadura e distribuição uniforme da mesma. Sediyaama (2016) evidenciou que o peso médio da semente de soja, para uso industrial, pode variar de 12 a 20 g por 100 sementes. Sendo assim, as médias encontradas para peso de mil grãos (PMG) nesse estudo são consideradas satisfatórias, visto que variaram de 139,5 g para a cultivar UFUS 6901 a 149,2 g para a cultivar NS 7670 RR (tabela 4).

As populações segregantes apresentaram médias superiores à cultivar UFUS 6901 e inferiores às cultivares NS 7200 RR e NS 7670 RR nas duas combinações. Esse resultado se assemelha ao obtido para produção de grãos (PG) nesse mesmo estudo.

Luiz (2018) encontrou resultados que variaram de 173,5 a 179,75 g para PMG para cultivar UFUS 6901 semeada em outubro de 2016 avaliando a influência da época de semeadura e população de plantas sobre o potencial produtivo e caracteres agronômicos em soja em Uberlândia / MG.

Esse resultado contribui para demonstrar a influência da época de semeadura no peso de mil grãos (PMG) na cultura da soja, sendo que a semeadura em agosto, como foi realizado no presente estudo, apresentou resultado inferior.

Sabe-se que o pré-requisito para o processo seletivo é a existência de variância genética nas populações (CRUZ et al., 2012). As estimativas das variâncias constam na tabela 5, na qual verifica-se superioridade da variância fenotípica em relação a variância ambiental em ambas as populações, exceto para NDF e NDM na combinação 2 (tabela 5). Mattos (2018) encontrou resultados semelhantes para os caracteres NDF, NDM, APM, e NNM, avaliados no estudo de herança da produtividade e caracteres agronômicos em soja na população F2 de soja, proveniente do cruzamento das cultivares MG/BR46 Conquista x Emgopa 316.

Na tabela 5 estão apresentados os parâmetros genéticos de interesse agrônomo, em duas populações segregantes de F2 em soja.

TABELA 5. Parâmetros genéticos para os caracteres de interesse agrônomo em populações segregantes F2 de soja.

C1: População segregante de soja UFUS 6901 x NS 7200 RR										
Parâmetros	Caracteres									
	NDF	NDM	APF	APM	NNF	NNM	AIV	NGV	PG	PMG
σ^2_F	10,84	42,40	21,68	20,27	1,17	5,59	3,41	0,15	16,43	184,2
σ^2_E	10,01	38,79	11,82	13,00	0,78	3,93	1,90	0,13	9,05	65,30
σ^2_G	0,83	3,61	9,86	7,27	0,39	1,66	1,51	0,02	7,38	118,9
H_a^2	7,61	8,52	45,51	35,87	33,29	29,74	44,36	14,79	44,90	64,55
Nº de genes	43,78	29,10	5,07	8,32	8,03	4,81	13,95	12,02	6,53	2,52
C2: População segregante de soja UFUS 6901 x NS 7670 RR										
Parâmetros	Caracteres									
	NDF	NDM	APF	APM	NNF	NNM	AIV	NGV	PG	PMG
σ^2_F	11,78	20,14	25,70	22,18	0,96	6,15	2,79	0,12	16,24	196,0
σ^2_E	12,61	26,73	10,55	19,09	0,69	3,91	2,56	0,09	8,31	67,49
σ^2_G	0,00	-	15,15	3,09	0,27	2,23	0,22	25,47	7,93	128,52
H_a^2	0,00	-	58,96	13,92	28,02	36,35	8,05	25,47	48,85	65,57
Nº de genes	-	-	4,75	41,44	11,64	5,59	45,15	7,90	5,33	2,94

σ^2_F : variância fenotípica; σ^2_E : variância ambiental; σ^2_G : variância genotípica; H_a^2 : herdabilidade, no sentido amplo; NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; APF: altura de planta no florescimento; APM: altura de plantas na maturidade; NNF: número de nós na haste principal no florescimento; NNM: número de nós na haste principal na maturidade; AIV: altura de inserção da primeira vagem; NGV: número de grãos por vagem; PG: produção de grãos; PMG: peso de mil grãos; – refere-se a obtenção de estimativas negativas.

Além do conhecimento da variância genética, torna-se importante conhecer as estimativas de parâmetros genéticos, tais como herdabilidade e número de genes pois estas informações auxiliam o melhorista nas tomadas de decisões. A herdabilidade trata-se de um importante parâmetro na predição do sucesso de seleção, pois expressa a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). De acordo com Ramalho et al. (2012), esse parâmetro é influenciado por vários fatores, dentre eles: a diversidade, o tamanho, o nível de endogamia da população, dentre outros. O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo (H_a^2) varia de 0 a 1 (0 a 100%), sendo que quanto mais próximo do limite superior, isto é, igual a 100, menor a influência do ambiente na expressão fenotípica dos caracteres quantitativos.

Em relação aos caracteres analisados neste estudo verificou-se que H_a^2 oscilou de 7,61% a 64,55% respectivamente para os caracteres NDF e PMG na combinação 1; e variou de 8,05% a 65,57% para os caracteres AIV e PMG na combinação 2 (tabela 5).

Assim ficou evidenciado a predominância de baixas estimativas de herdabilidade para os caracteres em estudo. Diante disso, percebe-se que PMG foi a característica que apresentou o maior valor (tabela 4). Cabe ressaltar que, provavelmente, esse resultado deve-se ao menor número de genes envolvidos para essa característica, neste estudo. Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al. (2018) para herdabilidade no sentido amplo para essa mesma característica.

O número de genes permite ao pesquisador ter uma noção acerca do número de combinações genótípicas possíveis em uma população segregante como a F2. No entanto, sua precisão é afetada quando há alta influência do ambiente sob os caracteres avaliados, pois pode haver muitos genes de pequeno efeito (BALDISSERA et al., 2014). Essa situação é evidenciada nos caracteres NDF, NDM (UFUS 6901 x NS 7200 RR) e APM e AIV (UFUS 6901 x NS 7670 RR) (tabela 5).

Por meio da tabela 6 é possível verificar a amplitude existente para cada característica avaliada nas duas combinações, sendo possível detectar a existência de segregantes transgressivos para todos os caracteres quando se leva em consideração o valor máximo e mínimo, exceto para NDM na combinação 2. Essa variação fenotípica em F2, possivelmente, deve-se ao uso de parentais contrastantes. A variação genética entre os parentais e a geração F2 possibilitou a formação de segregantes transgressivos. A produção de grãos foi a característica que apresentou a maior amplitude dos parâmetros, considerando as duas populações segregantes.

TABELA 6. Valores máximos e mínimos, média e ganho de seleção para os caracteres de interesse agrônômicos, nos indivíduos da geração F2 selecionados.

C1: População segregante UFUS 6901 x NS 7200 RR							
Parâmetros	APM	NNM	NDM	AIV	NGV	PG	PMG
Máximo nos pais	72,00	15,00	118,00	19,00	2,89	22,88	168
Mínimo nos pais	52,00	8,00	91,00	11,00	1,47	7,49	129
Máximo na F2	70,00	16,00	120,00	19,00	2,97	27,31	171
Mínimo na F2	48,00	8,00	91,00	6,00	1,51	7,68	122
Transgressivo	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
C2: População segregante UFUS 6901 x NS 7670 RR							
Parâmetros	APM	NNM	NDM	AIV	NGV	PG	PMG
Máximo nos pais	74,00	17,00	126,00	20,00	2,81	24,99	168
Mínimo nos pais	53,00	8,00	91,00	11,00	1,51	8,16	130
Máximo na F2	76,00	18,00	121,00	21,00	2,92	24,48	178
Mínimo na F2	44,00	8,00	104,00	12,00	1,54	6,08	118
Transgressivo	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM

NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; APF: altura de planta no florescimento; APM: altura de plantas na maturidade; NNF: número de nós na haste principal no florescimento; NNM: número de nós na haste principal na maturidade; AIV: altura de inserção da primeira vagem; NGV: número de grãos por vagem; PG: produção de grãos; PMG: peso de mil grãos.

A existência de variância genética e segregação permitiu selecionar indivíduos, adotando-se como critério 30% dos indivíduos superiores para cada caráter, considerando o sentido da seleção inferior para NDM e superior para os demais caracteres avaliados. Os indivíduos selecionados, a média destes e o ganho de seleção para população segregante de F2 de soja, do cruzamento UFUS 6901 x NS 7200 RR, estão apresentados na Tabela 7.

TABELA 7. Indivíduos selecionados na população F2 de soja, proveniente do cruzamento UFUS 6901 x NS 7200 RR, média dos indivíduos selecionados (\bar{X}) e ganho de seleção (GS%) de caracteres agrônômicos.

IS	APM	IS	NNM	IS	NDM	IS	AIV	IS	NGV	IS	PG	IS	PMG
131	70	38	16	145	91	14	19	48	2,97	92	27,31	37	171
59	69	39	16	95	93	38	19	117	2,97	10	26,92	40	169
119	69	58	16	61	94	53	19	202	2,97	126	26,02	147	169
181	69	63	16	93	94	79	19	12	2,86	83	25,15	57	168
109	68	140	16	151	94	109	19	166	2,86	46	23,52	74	168
39	67	141	16	156	94	115	19	36	2,81	165	23,52	78	168
53	67	05	15	52	96	128	19	105	2,81	178	23,52	21	167
106	67	19	15	55	96	131	19	190	2,81	25	23,36	180	167
108	67	32	15	153	96	144	19	62	2,77	144	23,36	135	166
115	67	33	15	167	96	181	19	131	2,77	99	23,04	158	165
122	67	35	15	186	96	32	18	06	2,76	43	22,56	32	164
142	67	53	15	77	97	39	18	21	2,76	59	22,56	63	164
162	67	54	15	80	97	59	18	35	2,76	162	22,56	31	163
172	67	57	15	89	97	63	18	76	2,76	175	22,56	46	163
14	66	68	15	166	97	106	18	90	2,76	191	22,56	20	162
32	66	69	15	16	98	108	18	104	2,76	51	22,08	173	162
38	66	73	15	27	98	119	18	145	2,76	105	22,08	194	162
63	66	76	15	30	98	122	18	160	2,76	170	22,08	24	161
79	66	87	15	46	98	134	18	175	2,76	183	22,08	44	161
128	66	96	15	177	98	142	18	189	2,76	131	21,12	61	161
134	66	105	15	198	98	162	18	42	2,75	115	20,80	77	161
144	66	107	15	203	98	172	18	111	2,75	07	20,64	80	160
09	65	110	15	02	99	01	17	196	2,75	53	20,64	92	160
33	65	117	15	06	99	03	17	03	2,74	123	20,64	105	160
57	65	130	15	45	99	04	17	73	2,74	185	20,64	116	160
113	65	132	15	49	99	05	17	142	2,74	76	20,16	129	160
139	65	134	15	50	99	19	17	157	2,74	62	19,84	146	160

141	65	143	15	90	99	23	17	59	2,67	194	19,84	169	160
146	65	147	15	91	99	24	17	128	2,67	42	19,68	197	160
150	65	148	15	92	99	26	17	31	2,66	103	19,68	23	159
154	65	152	15	155	99	31	17	100	2,66	161	19,68	67	159
168	65	157	15	164	99	33	17	185	2,66	174	19,68	88	159
176	65	163	15	07	100	40	17	02	2,65	09	19,52	108	159
03	64	167	15	20	100	47	17	13	2,65	47	19,52	123	159
05	64	168	15	36	100	48	17	25	2,65	100	19,52	138	159
13	64	190	15	173	100	51	17	72	2,65	166	19,52	154	159
19	64	192	15	193	100	54	17	82	2,65	179	19,52	177	159
23	64	197	15	58	101	57	17	94	2,65	24	19,36	189	159
48	64	200	15	126	101	58	17	141	2,65	143	19,36	19	158
64	64	201	15	135	101	62	17	156	2,65	50	18,88	35	158
73	64	34	14	199	101	73	17	167	2,65	72	18,88	83	158
96	64	36	14	21	102	76	17	179	2,65	169	18,88	113	158
118	64	37	14	37	102	81	17	69	2,64	182	18,88	121	158
123	64	47	14	56	102	83	17	138	2,64	39	18,56	127	158
129	64	99	14	68	102	87	17	153	2,64	158	18,56	131	158
180	64	100	14	69	102	96	17	07	2,63	95	18,08	157	158
189	64	101	14	74	102	99	17	77	2,63	77	17,12	25	157
192	64	103	14	84	102	101	17	146	2,63	21	16,96	71	157
200	64	111	14	165	102	107	17	161	2,63	140	16,96	91	157
201	64	114	14	179	102	117	17	09	2,58	26	16,64	15	156
01	63	116	14	182	102	118	17	79	2,58	145	16,64	18	156
24	63	118	14	05	103	120	17	163	2,58	18	16,48	62	156
40	63	120	14	11	103	123	17	50	2,57	137	16,48	73	156
44	63	124	14	28	103	124	17	119	2,57	65	16,16	86	156
47	63	126	14	60	103	125	17	10	2,56	197	16,16	161	156
54	63	136	14	67	103	126	17	38	2,56	110	15,84	183	156
83	63	137	14	111	103	147	17	60	2,56	41	15,68	199	156
104	63	139	14	130	103	149	17	107	2,56	97	15,68	30	155
107	63	161	14	147	103	150	17	129	2,56	160	15,68	45	155
110	63	174	14	187	103	154	17	164	2,56	173	15,68	56	155
$\bar{X}s$	65,1	$\bar{X}s$	14,8	$\bar{X}s$	99	$\bar{X}s$	17,5	$\bar{X}s$	2,70	$\bar{X}s$	20,08	$\bar{X}s$	160
GS		GS		GS		GS		GS		GS		GS	
(%)	2,95	(%)	6,40	(%)	-	(%)	5,30	(%)	2,68	(%)	15,79	(%)	7,46

IS: indivíduos selecionados; $\bar{X}s$: média dos indivíduos selecionados; GS (%): ganho de seleção; NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; APF: altura de planta no florescimento; APM: altura de plantas na maturidade; NNF: número de nós na haste principal no florescimento; NNM: número de nós na haste principal na maturidade; AIV: altura de inserção da primeira vagem; NGV: número de grãos por vagem; PG: produção de grãos; PMG: peso de mil grãos.

Percebe-se que a média dos indivíduos selecionados na população F2 de soja é superior à média observada nos parentais UFUS 6901 e NS 7200 RR (Tabela 4) para todos os caracteres avaliados. Esse comportamento confirma a presença de segregantes

transgressivos (Tabela 6), sendo que esses são caracterizados como indivíduos superiores ou inferiores aos parentais.

O ganho de seleção obtido nesse estudo oscilou de 0 para NDM na combinação 1 (tabela 7) a 16,83% para PG na combinação 2 (tabela 8). Teixeira et al. (2017) não obtiveram ganho de seleção para NDM e de 29,54% para PG, nos indivíduos selecionados na população F2 de soja, proveniente do cruzamento das cultivares UFUS 6901 X MG/BR46 Conquista, avaliando herança da precocidade e caracteres agronômicos em soja. Mathos (2018) não obteve ganho de seleção para NDM nos indivíduos selecionados na população F2 de soja, proveniente do cruzamento das cultivares MG/BR46 Conquista X Emgopa 316.

Os indivíduos selecionados na população F2 da combinação 2 apresentaram maior ganho de seleção para os caracteres NNM (7,24%), NGV (4,19%), PG (16,83%) e PMG (7,88%) (tabela 8) quando comparados com a geração F2 proveniente da combinação 1 que apresentaram valores de 6,40%, 2,68%, 15,79% e 7,46% para as mesmas características, respectivamente (Tabela 7). Teixeira et al. (2017) obtiveram ganho de seleção de 4,02% para NNM, 0,22% para NGV e de 29,54% para PG, nos indivíduos selecionados na população F2 de soja, proveniente do cruzamento das cultivares UFUS 6901 X MG/BR46 Conquista, avaliando herança da precocidade e caracteres agronômicos em soja. Mathos (2018) obteve ganho de seleção de 37,33% para NNM nos indivíduos selecionados na população F2 de soja, proveniente do cruzamento das cultivares MG/BR46 Conquista X Emgopa 316. Segundo Hamawaki et al. (2012), o ganho de seleção é proporcional a heterogeneidade da população, ou seja, quanto maior o valor desse parâmetro maior será a diferença da média do grupo selecionado com a população original.

TABELA 8. Indivíduos selecionados na população F2 de soja, proveniente do cruzamento UFUS 6901 x NS 7670 RR, média dos indivíduos selecionados (\bar{X}) e ganho de seleção (GS%) de caracteres agronômicos.

IS	APM	IS	NNM	IS	NDM	IS	AIV	IS	NGV	IS	PG	IS	PMG
03	76	03	18	08	104	13	21	117	2,92	72	24,48	118	173
228	75	126	18	11	104	03	20	214	2,91	81	24,48	167	173
126	72	228	18	51	104	219	20	34	2,89	182	23,68	219	173
02	69	47	17	57	104	228	20	81	2,86	35	23,52	94	172
13	69	46	16	58	104	04	19	175	2,84	144	23,52	154	172
58	69	97	16	112	104	08	19	22	2,81	157	23,52	133	171
89	69	98	16	117	104	21	19	105	2,81	218	23,52	130	169
118	69	02	15	143	104	24	19	163	2,81	123	23,36	209	169

124	69	05	15	219	104	83	19	48	2,77	197	23,36	161	168
138	69	08	15	227	104	107	19	131	2,77	16	23,12	163	168
205	69	11	15	03	105	122	19	189	2,77	88	23,04	217	168
220	69	12	15	49	105	148	19	228	2,77	48	22,56	223	168
226	69	14	15	64	105	167	19	07	2,76	141	22,56	143	167
82	68	17	15	72	105	173	19	21	2,76	154	22,56	203	165
121	68	25	15	113	105	186	19	90	2,76	170	22,56	184	164
195	68	34	15	125	105	189	19	104	2,76	215	22,56	178	163
223	68	42	15	128	105	202	19	145	2,76	40	22,08	62	162
47	67	45	15	139	105	01	18	162	2,76	94	22,08	136	162
80	67	56	15	190	105	05	18	203	2,76	149	22,08	99	161
86	67	57	15	206	105	11	18	28	2,75	162	22,08	158	161
99	67	71	15	208	105	17	18	111	2,75	223	22,08	166	161
114	67	73	15	212	105	23	18	169	2,75	110	21,12	176	161
192	67	79	15	220	105	25	18	142	2,74	19	20,91	213	161
194	67	81	15	230	105	101	18	200	2,74	104	20,80	214	161
201	67	87	15	20	106	108	18	45	2,67	42	20,64	222	161
208	67	94	15	53	106	128	18	70	2,67	164	20,64	07	160
216	67	100	15	70	106	132	18	128	2,67	179	20,64	26	160
07	66	103	15	108	106	164	18	186	2,67	225	20,64	50	160
11	66	106	15	119	106	166	18	225	2,67	65	20,16	65	160
45	66	110	15	161	106	177	18	17	2,66	18	20,06	83	160
46	66	111	15	179	106	180	18	100	2,66	51	19,84	112	160
67	66	112	15	183	106	192	18	11	2,65	173	19,84	129	160
101	66	115	15	195	106	200	18	82	2,65	92	19,68	169	160
117	66	124	15	217	106	225	18	94	2,65	140	19,68	225	160
130	66	128	15	06	107	229	18	141	2,65	153	19,68	53	159
136	66	132	15	14	107	20	17	151	2,65	214	19,68	57	159
219	66	136	15	36	107	22	17	199	2,65	36	19,52	77	159
08	65	137	15	62	107	62	17	55	2,64	89	19,52	91	159
12	65	139	15	90	107	88	17	138	2,64	145	19,52	108	159
57	65	140	15	94	107	92	17	196	2,64	158	19,52	121	159
84	65	143	15	104	107	93	17	146	2,63	181	19,52	140	159
96	65	144	15	134	107	95	17	204	2,63	219	19,52	188	159
98	65	173	15	137	107	100	17	136	2,62	122	19,36	199	159
102	65	182	15	182	107	102	17	59	2,61	196	19,36	04	158
105	65	191	15	189	107	109	17	78	2,58	39	18,88	12	158
107	65	193	15	24	108	116	17	148	2,58	61	18,88	76	158
132	65	196	15	29	108	117	17	36	2,57	148	18,88	81	158
137	65	203	15	34	108	120	17	61	2,57	161	18,88	85	158
199	65	210	15	76	108	123	17	119	2,57	222	18,88	172	158
211	65	212	15	109	108	126	17	177	2,57	137	18,56	202	158
36	64	213	15	121	108	127	17	216	2,57	211	18,56	100	157
42	64	214	15	132	108	131	17	24	2,56	84	18,08	111	157
54	64	217	15	145	108	142	17	46	2,56	21	17,51	192	157
59	64	226	15	146	108	145	17	71	2,56	27	17,51	14	156

73	64	07	14	168	108	150	17	79	2,56	05	17,17	33	156
88	64	09	14	175	108	152	17	107	2,56	15	17,17	72	156
90	64	10	14	180	108	156	17	129	2,56	66	17,12	75	156
120	64	15	14	185	108	159	17	165	2,56	119	16,96	97	156
182	64	21	14	194	108	165	17	187	2,56	193	16,96	106	156
204	64	30	14	204	108	175	17	226	2,56	20	16,66	146	156
222	64	32	14	22	109	176	17	31	2,55	30	16,66	162	156
05	63	53	14	65	109	178	17	114	2,55	124	16,64	183	156
10	63	74	14	75	109	181	17	140	2,55	198	16,64	218	156
33	63	75	14	82	109	182	17	172	2,55	116	16,48	20	155
35	63	77	14	93	109	183	17	198	2,55	190	16,48	88	155
48	63	85	14	95	109	184	17	211	2,55	32	16,32	113	155
52	63	88	14	96	109	205	17	29	2,53	54	16,16	153	155
53	63	91	14	110	109	207	17	112	2,53	176	16,16	177	155
56	63	96	14	126	109	208	17	170	2,53	99	15,84	197	155
\bar{X}_s	66,2	\bar{X}_s	14,98	\bar{X}_s	106	\bar{X}_s	17,83	\bar{X}_s	2,66	\bar{X}_s	19,95	\bar{X}_s	161
GS	1,17	GS	7,24	GS	1,53	GS	0,98	GS	4,19	GS	16,83	GS	7,88
(%)		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)	

IS: indivíduos selecionados; \bar{X}_s : média dos indivíduos selecionados; GS (%): ganho de seleção; NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; APF: altura de planta no florescimento; APM: altura de plantas na maturidade; NNF: número de nós na haste principal no florescimento; NNM: número de nós na haste principal na maturidade; AIV: altura de inserção da primeira vagem; NGV: número de grãos por vagem; PG: produção de grãos; PMG: peso de mil grãos.

4.2. Qualidade fisiológica de sementes

A melhoria da qualidade fisiológica de sementes de soja, por meio do processo de seleção, é de fundamental importância para os programas de melhoramento genético, já que os mesmos, muitas das vezes, priorizam genótipos com características que possuem rendimentos elevados (CARBONELL; KRZYZANOWSKI, 1995; VASCONCELOS et al., 2012).

Para verificar a qualidade das sementes, foram realizados os testes de germinação, comprimento de raiz e de hipocótilo, matéria fresca e seca de plântulas, emergência de plântulas em areia e velocidade de emergência de plântulas em areia para os parentais UFUS 6901, NS 7200 RR e NS 7670 RR e as populações segregantes de F2. Por meio da análise de variância observou-se a existência de diferenças entre os tratamentos, pelo teste F ($p < 0,01$), para todos os caracteres avaliados (Tabela 9). Em relação ao coeficiente de variação (CV), neste estudo, variou de 8,19% para o comprimento do hipocótilo da plântula de soja em teste de germinação (CH) a 38,74% para plântulas anormais (ANOR).

TABELA 9. Resumo de análise de variância de caracteres avaliados em teste de germinação e emergência de plântulas em areia.

FV	GL	Quadrado Médio							
		GER	ANOR	CH	CR	MF	MS	EP	IVE
Blocos	03	0,004	125,87	0,56	0,70	0,14	0,0011	406,4	32,73
Tratamentos	04	0,151**	373,70**	1,99**	8,66**	1,16**	0,0066**	861,20	117,60**
Resíduo	12	0,017	40,37	0,18	1,17	0,06	0,0010	48,40	12,57
CV (%)		13,03	38,74	8,19	12,99	8,22	13,94	10,29	19,51

GL: graus de liberdade; **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. GER: germinação aos cinco dias após a semeadura; ANOR: anormais; CH: comprimento do hipocótilo da plântula de soja em teste de germinação; CR: comprimento da raiz primária de plântula de soja em teste de germinação; MF10: massa da matéria verde de 10 plântulas de soja em teste de germinação; MS10: massa da matéria seca de 10 plântulas de soja em teste de germinação; EP: emergência de plântulas em teste de germinação em areia; IVE: índice de velocidade de emergência.

Diante da diferença observada no teste F, foi conduzido o teste de comparação de médias Tukey ($p < 0,01$). De acordo com os dados apresentados na tabela 10, em relação ao percentual de germinação (GER) e emergência de plântulas foram encontrados valores superiores para a cultivar NS 7670 RR no teste de germinação e para a cultivar UFUS 6901 no teste de emergência de plântulas em relação aos demais tratamentos. Assim, fica evidenciado que embora os parentais NS 7200 RR e NS 7670 RR possuam alta qualidade de sementes, a cultivar UFUS 6901 também apresentou bons resultados, com isso, o resultado das populações segregantes pode ter sido mascarado nesse estudo.

TABELA 10. Médias de variáveis analisadas em teste de germinação e emergência de plântulas em casa de vegetação, Uberlândia - MG.

Tratamentos	GER (%)	ANOR (%)	CH (cm)	CR (cm)	MF10 (g)	MS10 (g)	EP (%)	IVE
NS 7200 RR	70,50ab	23,50a	5,54ab	8,31ab	3,28 ^a	0,27a	71,50a	15,84ab
NS 7670 RR	92,00a	4,00b	6,20a	9,91 ^a	3,36 ^a	0,24ab	74,50a	22,80a
UFUS 6901	74,50ab	13,00ab	4,90b	9,63a	3,29 ^a	0,24ab	81,50a	24,70a
C1	58,50b	28,50a	4,99ab	7,45ab	3,18 ^a	0,24ab	67,50a	15,85ab
C2	50,50b	13,00ab	4,33b	6,40b	2,08b	0,16b	43,00b	11,64b

Médias das variáveis analisadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$). C1: População segregante UFUS 6901 x NS 7200 RR; C2: População segregante UFUS 6901 x NS 7670 RR; GER: germinação aos cinco dias após a semeadura; ANOR: anormais; CH: comprimento do hipocótilo da plântula de soja em teste de germinação; CR: comprimento da raiz primária de plântula de soja em teste de germinação; MF10: massa da matéria verde de 10 plântulas de soja em teste de germinação; MS10: massa da matéria seca de 10 plântulas de soja em teste de germinação; EP: emergência de plântulas em teste de germinação em areia; IVE: índice de velocidade de emergência.

Os caracteres germinação e vigor de sementes de soja são influenciados pela cultivar e época de semeadura (RAHMAN et al., 2013). Segundo Costa et. al (2005), a deterioração por umidade e dano mecânico são, nessa ordem, os principais fatores que contribuem para a redução da qualidade de sementes de soja.

Estresses ambientais que resultam na morte prematura da planta ou em maturação forçada da mesma, principalmente se associado com elevadas temperaturas podem ocasionar severa redução da produtividade da lavoura, além da produção de semente esverdeada (FRANÇA-NETO et al., 2005).

Os resultados inferiores obtidos nesse estudo podem ser explicados pela época de maturação das plantas em campo que coincidiram com o período de 01/12 a 20/12, sendo este um período de altas temperaturas e alta precipitação, causando uma maturação desuniforme, conseqüentemente ocasionando deterioração por umidade das sementes, além de aumento de sementes esverdeadas, prejudicando a qualidade fisiológica das mesmas.

As populações segregantes F2 de soja (C1 e C2) apresentaram comportamento inferior aos parentais para a maioria das características estudadas, exemplo disso, foi o que ocorreu com a percentagem de germinação (GER), comprimento da raiz primária de plântula de soja em teste de germinação (CR), massa da matéria verde de 10 plântulas de soja em teste de germinação (MF10) e emergência de plântulas em teste de germinação em areia (EP), sendo que a população segregante proveniente da combinação UFUS 6901 x NS 7670 RR apresentou os piores resultados. Tal fato pode ser explicado por essa combinação apresentar maior ciclo em relação a combinação UFUS 6901 x NS 7200 RR, com isso, as plantas ficam mais sujeitas a condições desfavoráveis do ambiente (pragas, doenças, deterioração por umidade, temperaturas elevadas).

Esses resultados vão à contramão da expectativa, no qual se espera que a população segregante possua desempenho superior aos parentais. Uma possível explicação para isso seja a questão dos parentais (genótipos que já possuem qualidade de semente confirmada pelos seus obtentores e que apresentaram resultado superior nesse trabalho) mascararem o efeito da população segregante que ainda não sofreu seleção para essa característica.

Um ponto importante a ser considerado é que a amostra das plantas F2 utilizadas nos testes de qualidade compõe-se de uma mescla de todos os indivíduos estudados dessa geração para cada tratamento, sendo assim, não se descarta a possibilidade que a qualidade de sementes nos indivíduos da população F2 possa ser superior aos parentais

quando utilizada uma amostra de indivíduos selecionados para tal característica, o que não foi possível nesse trabalho devido à baixa quantidade de sementes quando consideradas as plantas individualmente, inviabilizando os testes realizados.

É possível sugerir com esses resultados que a seleção para qualidade de sementes ocorra em gerações mais avançadas dentro do programa de melhoramento onde possua quantidade de sementes suficiente e representativa para o estudo.

Esses resultados demonstram a dificuldade e complexidade do processo de seleção e, os desafios a serem trilhados pelos melhoristas em busca de genótipos com qualidade de sementes superior.

5. CONCLUSÕES

Todos os caracteres em estudo obtiveram resultados de média a baixa herdabilidade, sendo que os maiores resultados foram obtidos para APF e PMG nas duas combinações, sendo influenciadas por cinco e três genes, respectivamente.

As populações F2, provenientes das combinações UFUS 6901 x NS 7200 RR e UFUS 6901 x NS 7670 RR, possuem segregantes transgressivos para todos os caracteres envolvidos no estudo, exceto para NDM na combinação 2.

As combinações UFUS 6901 x NS 7200 RR e UFUS 6901 x NS 7670 RR permitem a obtenção de ganhos de seleção de indivíduos superiores quanto à precocidade, altura, número de nós e componentes de produtividade, sendo genótipos promissores em programa de melhoramento de soja.

Nesse estudo as populações segregantes não apresentaram resultados superiores em relação aos pais quanto a qualidade de sementes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MIRANDA, M. A. C.; CAMPELO, G. J. A. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes, 2014. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/98123>>. Acesso em 15 fev. 2019.
- BALDISSERA, J. N. C.; VALENTINI, G.; COAN, M. M. D.; GUIDOLIN, A. F.; COIMBRA, J. L. M. Genetics factors related with the inheritance in autogamous plant populations. **Journal of Agroveterinary Sciences**, [s.l.] v. 13, n. 2, p. 181-189, 2014.
- BÁRBARO, I. M. et al. Variabilidade e correlações entre produtividade de grãos e caracteres agrônômicos de soja com aptidão para cultivo em áreas de reforma de canavial. **Científica, Jaboticabal**, v. 35, n. 2, p.136 - 145, 2007.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T. Luz, umidade e temperatura. In: SEDIYAMA, T. (ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina, PR: Mecenaz, 2009. p. 1727.
- BASTIDAS, A. M.; SETIYONO, T. D.; DOBERMANN, A.; CASSMAN, K. G.; ELMORE, R.W.; GRAEF, G. L.; SPECHT, J. E. Soybean sowing date: the vegetative, reproductive, and agronomic impacts. **Crop Science** v. 48, p.727-740, 2008.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2006.05.0292>
- BATISTA, R. O.; HAMAWAKI, R. L.; SOUSA, L. B.; NOGUEIRA, A. P. O.; HAMAWAKI, O. T. Adaptability and stability of soybean genotypes in off-season cultivation. **Genetics and molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 3, p. 9633-9645, 2015.
<https://doi.org/10.4238/2015.August.14.26>
- BEZERRA, A. R. G.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SOARES, M. M. Importância Econômica. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Eds.) - Soja do plantio à colheita. Viçosa, UFV, 2015. p. 9-26.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balança Comercial do Agronegócio**. Brasília, MAPA/ACS, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat>>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 2019. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/guia-de-servicos/registro-nacional-de-cultivares-rnc>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas:** princípios e procedimentos. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

CARBONELL, S. A. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seeds resistant to mechanical damage. **Seed Science and Technology** v. 23, n. 2, p. 331-339, 1995.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012, 590 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos. Brasília, v.5, Safra 2017/2018, n.12, Décimo segundo levantamento, set. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos. Brasília, v.4, Safra 2016/2017, n.6, Sexto levantamento, mar. 2017.

COSTA, N. P. et al. Validação do zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 37-44, 2005.
<https://doi.org/10.1590/S0101-31222005000100005>

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p.271-276, jul./set. 2013.
<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 514 p.

DESTRO, D.; SEDIYAMA, T.; SILVA, J. C.; SEDIYAMA, C. S.; THIÉBAUT, J. T. L. Estimativas de herdabilidade de alguns caracteres em dois cruzamentos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 22, n. 3, p. 291-304, 1987.

DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; BORGES, C. T.; GRIEP, L.; ALMEIDA, A. S.; DEUNER, S. Yield and quality of soybean seeds produced under different nutritional managements. **Revista de Ciências Agrárias** v. 38, n. 3, p. 357-365. 2015.

DURÃES, F. O. M. Agroenergia para biodiesel, **Revista de política Agrícola** v. 18, n. 1, p.118-121, 2009.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos.** Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília. Embrapa Solos, 2013. 353 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja região Central do Brasil 2011.** Londrina: Embrapa Soja Cerrado; Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 255p.

EMBRAPA. **Árvore do conhecimento Agroenergia**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3vtdl7vi.html#>. Acesso em: 15 fev. 2019.

FALEIRO, F. G. et al. Comparação de blocos casualizados e testemunhas intercalares na estimação de parâmetros genéticos em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1675- 1680, 2002.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002001200001>

FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p.61-69, 2008.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100009>

FONSECA, J.; GOULART, R. Z.; CARDOSO, P.; CHAIBEN, M., PYDD, E. B. Germinação e peso de mil sementes de soja sob diferentes tipos de manejo de solo. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão** v. 7, n. 2, 2016.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Produção de sementes: tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. *In*: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA: A NOVA POTÊNCIA DA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1. 2004, Lavras. Anais [...] Lavras: UFLA/Bayer Crop Science, 2004. 1 CD-ROM.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p.

FRANÇA-NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. L. M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P. S. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A.; SANCHES, D. P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p.

GASPAR-OLIVEIRA, C. M. et al. Relationship between pod permeability and seed quality in soybean. **Journal of Seed Science** v. 36, n. 3, p. 273-281, 2014.
<https://doi.org/10.1590/2317-1545v36n3919>

GILIOLI, J. L.; SEDIVAMA, S.; SILVA, J. C.; THIÉBAUT, J. T. L.; REIS, M. S. Estimativas de herdabilidade e de correlações fenotípicas para alguns caracteres, em quatro mutantes naturais em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** n. 15, v. 4, p. 379-384, 1980.

HAMAWAKI, O. T.; DE SOUSA, L. B.; ROMANATO, F. N.; NOGUEIRA, A. P. O.; JÚNIOR, C. D. S.; POLIZEL, A. C. Genetic parameters and variability in soybean genotypes. **Comunicata Scientiae** v. 3, n. 2, p. 76-83, 2012.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.; CHUEIRE, L.; GRANGE, L.; MEGIAS, M. Symbiotic effectiveness of fast-growing rhizobial strains isolated from soybean nodules in Brazil. **Biology and Fertility of Soils** v. 33, n. 5, p. 387-394, 2001.
<https://doi.org/10.1007/s003740100338>

KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. Evaluation of lignin content of soybean seed coat stored in a controlled environment. **Revista Brasileira de Sementes** v. 30, n. 2, p. 220-223, 2008.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200028>

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOSA, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 03, n. 04, p. 241-245, 2015.

<https://doi.org/10.14583/2318-7670.v03n04a03>

LIMA, I. P.; BRUZI, A. T.; BOTELHO, F. B. S.; ZAMBIAZZI, E. V.; SOARES, I. O.; ZUFFO, A. M. Performance of Conventional and Transgenic Soybean Cultivars in the South and Alto Paranaíba Regions of Minas Gerais, Brazil. **American Journal of Plant Sciences** v. 6, n. 09, p. 1385, 2015.

<https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69138>

LUIZ, M. C. P. **Efeito da época de semeadura e população de plantas sobre o potencial produtivo e caracteres agrônômicos em soja**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

MATTOS, T. P. **Herança de caracteres agrônômicos e efeito da época de semeadura sobre desempenho da soja**. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

MARTINS, C. C.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; MÔRO, G. V.; VIEIRA, R. D. Metodologia para seleção de linhagens de soja visando germinação, vigor e emergência em campo. **Revista Ciência Agronômica** v. 47, n. 3, p. 455-461, 2016.

<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160055>

MELLO, E. S.; BRUM, A. L. O direito ao desenvolvimento e a produção local: o plantio direto da soja como uma alternativa de desenvolvimento econômico. **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto - GEDECON** v. 1, n. 1, 2013.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; CRUZ, H. L.; MENEGHELLO, G. E.; FERRARI, C. S.; ZIMMER, P. D. Diferenças estruturais entre tegumentos de sementes de soja com permeabilidade contrastante. **Revista Brasileira de Sementes** v. 31, n. 1, p. 23-29, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100003>

MOREIRA, J. P. **Ganho esperado na seleção de progêies de *Pinus elliottii* var. elliottii em idade precoce para produção de madeira**. 2013. 54 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2013.

<https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.78.488>

MORO, G. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; OLIVEIRA, A. B. Correlação entre alguns caracteres agronômicos em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres** v. 39, p. 225-232, 1992.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura - UFRGS, 2005. 31 p.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. *In*: KRZYŻANOWSKI, F. C. et al. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.21. ORGADEM.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. Características da soja, Embrapa, 2008. Disponível em: <www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 fev. 2019.

NOGUEIRA, A. P. O. **Correlações, análise de trilha e diversidade fenotípica e molecular em soja**. Viçosa, 2011. 139 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; DESTRO, D. Estádios de desenvolvimento. *In*: SEDIYAMA (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina, PR: Mecenias. p. 15-44. 2013.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B.; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal** Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

OLIVEIRA, A. C. B.; VIANA, J. M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, C. S. Herdabilidade e correlações em plantas F2 de soja cultivadas em diferentes condições ambientais. **Acta Scientiarum** n. 22, p. 889-893, 2000.

OLIVEIRA, C. O.; LAZARINI, E.; TARSITANO, M. A. A.; PINTO, C. C.; SÁ, M. E. de. Production cost and profitability of soybean seeds enriched with molybdenum. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 45, n. 1, p. 82-88, 2015.
<https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4527961>

PEREIRA, H. S.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B.; COUTO, K. R. Informações fenotípicas e marcadores microsatélites de QTL na escolha de populações segregantes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 42, p. 707-713, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000500014>

RAHMAN, M. M.; RAHMAN, M. M.; HOSSAIN, M. M. Effect of sowing date on germination and vigour of soybean (*Glycine max* (L.) Merr) seeds. **The Agriculturists, Bangladesh** v. 11, n. 1, p. 67-75, 2013.
<https://doi.org/10.3329/agric.v11i1.15245>

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B. dos; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: Editora UFLA, 2012. 522 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: Editora da UFG, 1993.

RENATO, N. S.; SILVA, J. B. L.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, E. G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia** v. 28, n. 4, p. 382-388, 2013.

<https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000400004>

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 2001.

SANTOS, E. R.; SPEHAR, C. R.; CAPONE, A.; PEREIRA, P.R. Estimativa de parâmetros de variação genética em progênies F2 de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases. **Nucleus** v. 15, n. 1, 2018.

<https://doi.org/10.3738/1982.2278.2169>

SEDIYAMA, T.; MATSUO, E.; OLIVEIRA, R. C. T.; GLASENAPP, J. S. Características agrônômicas de cultivares. In: SEDIYAMA, T. (ed.). **Melhoramento genético da soja**. Londrina: Mecenias, 2015. 352 p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M, S, Melhoramento da soja. In: **Produtividade da soja**. Viçosa: Editora UFV, 2016, 309 p.

SETIYONO, T. D.; WEISS, A.; SPECHT, J.; BASTIDAS, A. M.; CASSMAN, K. G.; DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and day length on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research** v. 100, p. 257-271, 2007.

<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.011>

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. V Encontro de Economia Catarinense, 2011.

SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SILVA, F. C. S. Cultivares. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (ed). **Soja do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, p. 149-167. 2015.

SILVEIRA, G. D.; MAURO, A. O. D.; CENTURION, M. A. P. C. Seleção de genótipos de soja para a região de Jaboticabal - Ano agrícola 2003-2004. **Científica** v. 34, n. 1, p. 92-98, 2006.

SILVEIRA, G. D. **Estimativas de parâmetros genéticos visando seleção de genótipos segregantes de soja**. 2007. 56 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 2007.

SOUZA, B. H. S.; NEVES, E.; SILVA, A. G.; BOIÇA JUNIOR, A. L. Aspectos Bionômicos de *Spodoptera eridania* (Cramer): **Uma Praga em Expansão na**

Cultura da Soja na Região do Cerrado Brasileiro. EntomoBrasilis v. 7, n. 2, p.75-80, 2014.

<https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v7i2.381>

SPEHAR, C. R.; FRANCISCO, E. R.; PEREIRA, E. A. Yield stability of soybean cultivars in crop seasons and sowing dates at low latitude Brazilian Savannah Highlands. **Journal of Agricultural Science** v. 153, p. 1059-1068, 2014.

<https://doi.org/10.1017/S0021859614000781>

TEÓFILO, E. M.; DUTRA, A. S.; DIAS, F. T. C. Potencial fisiológico de sementes de soja produzidas no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica** v. 38, p. 401-406, 2007.

TEIXEIRA, F. G. et al. Inheritance of Precocity and of Agronomic Characters in Soybean. **Genetics and Molecular Research** v.16, n.4, 2017.

<https://doi.org/10.4238/gmr16039842>

UBI, B. E.; MIGNOUNA, H.; OBIGBESAN, G. Segregation for seed wight, pod lenghts and days to flowering following a cowpea cross. **African Crop Science Journal** Kampala, v. 9, n. 3, p. 463-470, 2007.

<https://doi.org/10.4314/acsj.v9i3.27592>

UNITED STATES. United States Department of Agriculture. 2018. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em 16 fev. 2019.

VASCONCELOS, E. S.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. Semina: **Ciências Agrárias** [s.l.] v. 36, n. 3, 2015.

<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1203>

VASCONCELOS, E. S.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. Semina: **Ciências Agrárias** v. 33, n. 1, p. 65-76, 2012.

<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p65>

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VILELA, M. S. **Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

YOKOMIZO, G. K. **Produtividade da soja na região do Município de Tartarugalzinho – AP**. Embrapa, Macapá, AP, p. 1-5, 2012.

YOKOMIZO, G. K.; FARIAS NETO, J. T. Caracterização fenotípica e genotípica de progênies de pupunheira para palmito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 67-72, 2003.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000100009>