

SÍLVIA BARBOSA FERREIRA

RETARDAMENTO DE COLHEITA E ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA
EM SOJA PARA SELEÇÃO DE GENITORES COM QUALIDADE DE SEMENTE

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 Toshiuyiki Hamawaki

Coorientadora

Prof^a. Dr^a. Ana Paula Oliveira Nogueira

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

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

- F383r
2018
- Ferreira, Sílvia Barbosa, 1982
Retardamento de colheita e estudo da diversidade genética em soja para seleção de genitores com qualidade de semente / Sílvia Barbosa Ferreira. - 2018.
64 f. : il.
- Orientador: Osvaldo Toshiuyiki Hamawaki.
Coorientadora: Ana Paula Oliveira Nogueira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.764>
Inclui bibliografia.
1. Agronomia - Teses. 2. Soja - Melhoramento genético - Teses. 3. Soja - Semente - Teses. 4. Sementes - Qualidade - Teses. I. Hamawaki, Osvaldo Toshiuyiki. II. Nogueira, Ana Paula Oliveira. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU: 631

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

SÍLVIA BARBOSA FERREIRA

RETARDAMENTO DE COLHEITA E ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA
EM SOJA PARA SELEÇÃO DE GENITORES COM QUALIDADE DE SEMENTE

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 23 de fevereiro de 2018.

Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Oliveira Nogueira
(coorientadora)

UFU

Dr^ª. Flávia Aparecida Amorim

AGRICERT

Dr. Paulo Henrique Nardon Felici

MONSANTO

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

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

A Deus.

Aos meus filhos, Ana Carolina e Gabriel.

Aos meus pais, Cristian e Rossana.

Ao meu irmão, Carlos Eduardo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha força, refúgio e fortaleza, permitir a realização de um sonho em um momento que eu não acreditava mais ser capaz de vencer os obstáculos da vida.

Aos meus filhos, Ana Carolina e Gabriel, por todo amor, carinho e compreensão nos momentos em que precisei me ausentar. Por acreditarem e apoiarem a realização desse sonho. Vocês foram minha motivação. Amo vocês!

Aos meus pais Cristian e Rossana, pelo apoio e incentivo. Mudaram os projetos de vida para estarem ao meu lado e ao lado dos meninos. Sempre acreditaram que eu era capaz e que tudo daria certo, mesmo com todas as limitações. Essa conquista é de vocês também!

Ao meu irmão Carlos Eduardo, que mesmo longe, sei que torce por mim. O seu amor e cuidado me faz prosseguir.

Ao professor Dr. Osvaldo, pela orientação e convite para trabalhar no Programa de Melhoramento de Soja, disponibilizando recursos para que o trabalho se realizasse.

A professora Dr^a Ana Paula, pelos ensinamentos, carinho, apoio e atenção durante esses dois anos em que estive envolvida nesse projeto. Cresci e aprendi muito com nossas conversas e serei eternamente grata. Minha coorientadora e hoje, uma amiga.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e à Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

Aos membros da banca examinadora, Dr^a. Flávia Aparecida Amorim e Dr. Paulo Henrique Nardon Felici, pela contribuição e por aceitarem o convite.

Às irmãs lindas que a soja me deu, Anna Regina, Beliza e Fernanda, pelas palavras amigas, incentivo e amizade, que com certeza quero levar para vida toda.

A minha parceira Larissa Thesing, o que seria de mim sem você? Esteve ao meu lado desde o início. Agradeço a Deus por tê-la colocado em minha vida. Aprendemos e crescemos juntas durante a realização desse projeto. Obrigada por tudo.

Aos meus chefes e amigos Giselda e Marcelo, pelo apoio e compreensão nos momentos em que precisei me ausentar do trabalho.

Ao colega de pós-graduação Adílio, pelas orientações e ensinamentos transmitidos que foram primordiais para o meu crescimento.

A Larissa Reis, que se prontificou a ajudar nas avaliações de campo e colheita. Você foi fundamental para a realização desse sonho.

Ao Luis Alberto, que junto com os meus pais, acreditou que eu era capaz de entrar no mestrado, realizá-lo e hoje, concluí-lo.

A minha amiga Aline, pelo apoio, conselhos, momentos de descontração e pela ajuda na formatação e correção do trabalho.

As colegas de trabalho e amigas Camilla e Laís, pela tarde debaixo do sol avaliando o experimento. Obrigada por tudo!

A todos os alunos de graduação e pós-graduação do Programa de Melhoramento de Soja da UFU, que contribuíram para realização desta pesquisa.

Aos funcionários da fazenda Capim Branco pela ajuda na realização dos trabalhos.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, pelos conhecimentos transmitidos.

A todos vocês, muito obrigada!!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Considerações gerais sobre a soja.....	3
2.2 Origem, expansão e importância econômica da soja.....	4
2.3 Estádios de desenvolvimento da soja.....	5
2.4 Melhoramento genético	6
2.5 Diversidade genética.....	7
2.6 Análises multivariadas no estudo da diversidade genética	8
2.7 Qualidade fisiológica da semente	10
2.8 Época de colheita	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÕES	46
6. REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO.....	54

RESUMO

FERREIRA, SÍLVIA BARBOSA. **RETARDAMENTO DE COLHEITA E ESTUDO DA DIVERSIDADE GENÉTICA EM SOJA PARA SELEÇÃO DE GENITORES COM QUALIDADE DE SEMENTE**, 2017, 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil¹.

A soja é uma espécie produtora de grãos de alta demanda internacional e ocupa posição de destaque na economia brasileira. O sucesso dessa cultura no Brasil se deve aos investimentos públicos e privados em tecnologias de produção e aos programas de melhoramento genético. É por meio da semente que os avanços genéticos chegam até o produtor. Nesse contexto, o sucesso de uma cultivar e altas produtividades dependem da qualidade da semente. Portanto, estudos que visem a identificação de genótipos superiores e a caracterização de cultivares quanto à qualidade de sementes são importantes para os programas de melhoramento, permitindo também estudar a diversidade genética para fins de seleção. Diante do exposto, os objetivos do trabalho foram avaliar a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja em diferentes épocas de colheita e estudar a diversidade genética a partir de caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de soja, visando a identificação de genitores superiores. O experimento foi conduzido em uma área experimental localizada na Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, na safra 2016/2017. Avaliaram-se dez cultivares de soja (CD 2737 RR, UFUS 7415, UFUS 7910, UFUS Milionária, UFUS 7801, NA 5909 RG, UFUS 8301, TMG 7062 IPRO, UFUS Xavante e UFUS 6901) em quatro épocas de colheita (R7, R8, R8+15, R8+30), constituindo um fatorial 10 x 4. Adotou-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados com quatro repetições. Os dados agronômicos e de qualidade de semente foram analisados por estatística uni e multivariada. Avaliaram-se doze caracteres agronômicos e para qualidade fisiológica realizados os seguintes testes: germinação, condutividade elétrica e matéria fresca e seca de plântulas. A dissimilaridade genética foi estimada pela distância generalizada de Mahalanobis e os genótipos agrupados pelos métodos UPGMA, vizinho mais distante, vizinho mais próximo, Tocher e variáveis canônicas. Os genótipos NA 5909 RG, TMG 7062 IPRO e UFUS 6901 foram os mais precoces, com o ciclo variando de 90 a 105 dias. Foram observadas médias de produtividade próximas a média brasileira na safra 2016/2017, que é de 3364,00 kg ha⁻¹, nas cultivares NA 5909 RG e UFUS 6901, mesmo retardando a colheita em 30 dias. Nos testes para qualidade fisiológica de sementes, destaque para NA 5909 RG, que apresentou as melhores médias para os caracteres avaliados. Os genótipos formaram quatro grupos idênticos nos métodos de Tocher, UPGMA, vizinho mais distante e variáveis canônicas. O número total de vagens foi o caráter que mais contribuiu com a diversidade genética. As hibridações dos genótipos UFUS 7415 e UFUS 7801 com a cultivar NA 5909 RG são promissoras para obtenção de populações segregantes com alta variabilidade genética para qualidade fisiológica de sementes.

Palavras-chave: *Glycine max*, variabilidade genética, análises multivariadas.

¹ Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Toshiuyiki Hamawaki

ABSTRACT

FERREIRA, SÍLVIA BARBOSA. **HARVEST DELAYMENT AND STUDY OF GENETIC DIVERSITY IN SOYBEAN FOR SELECTION OF SEED QUALITY GENITORS**, 2017, 65s. Dissertation (Master in Agronomy / Phytotechnology) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, Brazil¹.

Soybeans are a grain-producing species of high international demand and occupy a prominent position in the Brazilian economy. The success of this culture in Brazil is due to the public and private investment in production technologies and genetic breeding programs. It is through the seed that the genetic advances reach the producer. In this context, the success of a cultivar and high productivities depends on the quality of the seed. Therefore, studies aiming at the identification of superior genotypes and the characterization of cultivars in terms of seed quality are important for breeding programs, also allowing the study of genetic diversity for selection purposes. The objective of the study was to evaluate the physiological quality of seeds of soybean cultivars at different harvest times and to study the genetic diversity from the characteristics related to the physiological quality of soybean seeds in order to identify superior parents. The experiment was conducted in an experimental area located at Capim Branco Farm, belonging to the Federal University of Uberlândia, in the 2016/2017 season. Ten soybean cultivars were evaluated (CD 2737 RR, UFUS 7415, UFUS 7910, UFUS Milionária, UFUS 7801, NA 5909 RG, UFUS 8301, TMG 7062 IPRO, UFUS Xavante and UFUS 6901) in four harvest periods (R7, R8, R8+15, R8+30), constituting a 10 x 4 factorial. The experiment was carried out in a randomized complete block design with four replicates. The agronomic and seed quality data were analyzed by uni and multivariate statistics. Twelve agronomic characters were evaluated and for the physiological quality the following tests were performed: germination, electrical conductivity and fresh and dry matter of seedlings. The genetic dissimilarity was estimated by the generalized distance of Mahalanobis and genotypes grouped by the UPGMA methods, farthest neighbor, nearest neighbor, Tocher and canonical variables. The genotypes NA 5909 RG, TMG 7062 IPRO and UFUS 6901 were the earliest, with the cycle ranging from 90 to 105 days. Averages of productivity close to the Brazilian average in the 2016/2017 harvest, which is of 3364.00 kg ha⁻¹, in the cultivars NA 5909 RG and UFUS 6901, were observed, even delaying the harvest in 30 days. In the tests for physiological quality of seeds, highlight the NA 5909 RG, which presented the best averages for the evaluated characters. The genotypes formed four identical groups in the methods of Tocher, UPGMA, more distant neighbor and canonical variables. The total number of pods was the major contributor to genetic diversity. The hybridizations of UFUS 7415 and UFUS 7801 genotypes with cultivar NA 5909 RG are promising to obtain segregating populations with high genetic variability for physiological seed quality.

Keywords: *Glycine max*, genetic variability, multivariate analyzes.

¹ Major Prof. Dr. Osvaldo Toshiuyiki Hamawaki

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie produtora de grãos de alta demanda internacional e ocupa posição de destaque na economia brasileira. O Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, com uma área cultivada de 33,90 milhões de hectares e produtividade média de 3364,00 kg ha⁻¹, totalizando uma produção nacional de cerca de 114,00 milhões de toneladas na safra 2016/2017 (CONAB, 2017). O sucesso dessa leguminosa no Brasil é justificado pelas condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura, as tecnologias de produção e aos programas de melhoramento genético, que contribuem para a expansão da soja nas regiões do país.

Os programas de melhoramento da soja destacam-se pela busca de novos genótipos que apresentem alto potencial produtivo, período juvenil longo e resistência a pragas e doenças (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015). No entanto, pouca ênfase tem sido dada a seleção de caracteres associados à qualidade e desempenho de sementes (MARTINS; SILVA; MACHADO, 2014; OLIVEIRA et al., 2014; MARTINS et al., 2016). A alta qualidade fisiológica da semente influencia diretamente no desenvolvimento da cultura, proporcionando maior uniformidade da população, ausência de doenças transmitidas por semente, alto vigor das plantas e alta produtividade de grãos (PESKE et al., 2012).

A utilização de manejo adequado, a escolha da cultivar, acompanhamento do desenvolvimento vegetativo, práticas culturais, tratamentos fitossanitários, época de colheita entre outros, são essenciais para que a lavoura expresse seu potencial produtivo e produza sementes de alta qualidade (SINÍCIO et al., 2009). Com isso, estudos que visam a identificação de genótipos superiores e a caracterização de cultivares quanto à qualidade de sementes são importantes nos programas de melhoramento genético.

O sucesso de um programa de melhoramento depende da utilização de genitores superiores. Em soja, vários métodos são utilizados para seleção de genótipos para alta qualidade das sementes, dentre eles, o retardamento da colheita (FRANÇA NETO et al., 1994). O retardamento da colheita expõe as sementes a condições desfavoráveis, acelerando o processo de deterioração (TERASAWA et al., 2009; GRIS et al., 2010; DINIZ et al., 2013). Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é inevitável mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente que são influenciadas diretamente pelo genótipo.

Os testes de vigor têm sido realizados com frequência pelas indústrias de sementes para determinação do potencial fisiológico. O vigor caracteriza-se pela habilidade de determinado lote de sementes estabelecer plântulas normais em condições de campo (MOTERLE et al., 2011).

A utilização dos resultados dos testes de vigor em conjunto com os dados de germinação são usados para a tomada de decisões das empresas produtoras de sementes, em especial na comparação de lotes, para estabelecer políticas de armazenamento, comercialização e controle de qualidade (MARCOS FILHO; KIKUTI; LIMA, 2009).

Nos programas de melhoramento, uma alternativa para identificação e caracterização de genótipos quanto à qualidade fisiológica é o estudo da diversidade genética. Esse tipo de estudo permite a partir da análise de caracteres agronômicos, morfológicos e moleculares, ampliar a base genética da cultura, identificando combinações híbridas que possam proporcionar maior variabilidade genética nas gerações segregantes (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Para estudar a diversidade genética, as técnicas de análises multivariadas são muito utilizadas. A aplicação dessa análise permite discriminar os genótipos com superioridade agronômica e as relações existentes entre os caracteres agronômicos em estudo (VIANNA et al., 2013).

Entre as técnicas de análises multivariadas, as mais empregadas são a análise por componentes principais, variáveis canônicas e os métodos de agrupamento, cuja aplicação é baseada em uma medida de dissimilaridade previamente estimada (BERTINI et al., 2010).

Diante do exposto, os objetivos do trabalho foram avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes épocas de colheita e estudar a diversidade genética a partir de caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de soja visando a identificação de genitores superiores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre a soja

A soja pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

O ciclo de desenvolvimento da soja varia de 70 dias a 200 dias, dependendo da cultivar e das condições ambientais do local de cultivo. No Brasil as cultivares tem em média um ciclo entre 100 a 160 dias (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

A soja é uma espécie autógama, devido principalmente ao mecanismo de cleistogamia, isto é, a fecundação ocorre antes da abertura do botão floral (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

É uma espécie anual, herbácea e ereta, com raízes pivotantes, nas quais podem ser encontrados nódulos devido a uma relação mutualística entre bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium* e as raízes dessa leguminosa (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015).

A soja possui três tipos de folhas: as cotiledonares, que surgem logo após a emergência; as unifolioladas, que se desenvolvem no primeiro nó acima do nó cotiledonar; e as trifolioladas, compostas por três folíolos e que se desenvolvem em todos os nós subsequentes ao unifoliolar. As flores são brancas ou roxas, de diferentes tonalidades. As estruturas que a formam são: cálice, corola, androceu e gineceu. Os frutos, do tipo vagem ou legume, são, conforme o formato das sementes, achatados, ovalados, retos, curvados e quase cilíndricos. A semente de soja pode ser esférica, esférica-achatada, alongada e alongada-achatada (SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

O caule é do tipo ereto, herbáceo, ramificado e pubescente. O desenvolvimento terminal do caule depende do tipo de crescimento da planta, sendo classificados como: determinado, possuem inflorescência racemosa terminal e axilar, tendo o crescimento vegetativo paralisado após o florescimento ou estendendo no máximo 10% da sua altura final; semideterminado, apresenta também inflorescência racemosa terminal e axilar, porém, apresentam 70% da sua altura final no florescimento, podendo crescer após esse período; e indeterminado, mantém a gema vegetativa após o florescimento,

desenvolvendo os nós e alongando o caule (NOGUEIRA et al., 2009; SEDIYAMA, TEIXEIRA e REIS, 2013; SEDIYAMA; OLIVEIRA; SEDIYAMA, 2016).

O fotoperíodo (número de horas de luz por dia) é o fator ambiental que interfere na passagem da soja do estágio vegetativo para o reprodutivo (NOGUEIRA, 2011), pois a soja é uma planta de dias curtos, sendo que a indução ao florescimento ocorre quando o fotoperíodo do dia é menor ou igual ao fotoperíodo crítico específico de cada cultivar. Essa indução floral provoca transformação dos meristemas vegetativos em reprodutivos, determinando o número de nós e seu potencial rendimento (SILVA; SEDIYAMA; BORÉM, 2015).

2.2 Origem, expansão e importância econômica da soja

Há registros que a soja seja originária do continente asiático e que essa leguminosa tenha constituído a base alimentar do povo chinês há mais de 5000 anos, estando entre as culturas mais antigas do mundo (BONETTI, 1981).

O início da domesticação da soja foi na região Norte da China, considerada o centro primário de diversidade genética da cultura. Já a região da Manchúria, no Nordeste da China, é considerada o centro secundário de diversidade (CHUNG; SINGH, 2008).

A soja foi introduzida nos Estados Unidos em 1765, sendo o primeiro país a cultivá-la. Em 1917, a partir da descoberta da utilização do grão para extração de óleo e alimentação animal, a produção aumentou, sendo os americanos, na década de 70, responsáveis pela produção de dois terços da soja produzida no mundo (HARTMAN et al., 2011).

No Brasil a soja foi introduzida em 1882 no estado da Bahia, trazida dos Estados Unidos. No entanto, principalmente em relação a latitude da região de origem e das condições ambientais, o cultivo da soja não foi possível. Em 1908, no estado de São Paulo, iniciaram-se os primeiros estudos com a soja, mas foi no Rio Grande do Sul, devido às condições climáticas favoráveis e semelhantes a de origem, que a cultura desenvolveu. Na década de 1960 já era cultivada em todas as regiões do Rio Grande do Sul que, logo após, devido ao investimento em melhoramento genético e manejo da cultura, avançou em direção a outras regiões brasileiras (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009; BEZERRA et al., 2015).

Atualmente a soja é o principal produto agrícola brasileiro, com uma produção de cerca de 114,00 milhões de toneladas na safra 2016/2017, sendo o Brasil o segundo maior produtor, que junto com os Estados Unidos (1º) e Argentina (3º), são responsáveis por mais de 80% da safra mundial (CONAB, 2017).

A cultura da soja apresenta importância para o agronegócio nacional, entre outros fatores, pelo fato de gerar divisas para o país. O sucesso dessa cultura se deve aos investimentos em tecnologia e os esforços realizados por instituições de pesquisa que buscam cada vez mais lançar no mercado cultivares adaptadas as diferentes regiões, mais produtivas, resistentes a pragas, doenças e com melhores qualidades nutricionais (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015).

2.3 Estádios de desenvolvimento da soja

A descrição e a classificação dos estádios de desenvolvimento foram estudadas por diversos pesquisadores, dentre eles, Fehr e Caviness (1977). A utilização de uma escala de desenvolvimento de plantas auxilia na padronização da linguagem técnica e científica, permitindo comparar estudos realizados em locais distintos e facilitar a orientação e tomada de decisão no manejo da cultura (NOGUEIRA et al., 2013).

A classificação dos estádios de desenvolvimento é feita com base na observação das folhas, flores, desenvolvimento da vagem e semente, que se encontra nos nós da haste principal da planta e compreendem duas principais fases, a vegetativa e a reprodutiva. A duração de cada fase é controlada geneticamente e influenciada pelas condições ambientais (NOGUEIRA et al., 2013).

Atualmente, a escala fenológica internacionalmente aceita para classificar os estádios de desenvolvimento da soja é a de Fehr e Caviness (1977). Nessa metodologia, os estádios vegetativos são representados pela letra V e os reprodutivos pela letra R, seguidas de enumeração, exceto os estádios VE e VC (NOGUEIRA et al., 2013).

O primeiro estágio de desenvolvimento, o de emergência (VE), é caracterizado quando os cotilédones estão acima da superfície do solo formando um ângulo de 90º ou maior com seus hipocótilos (NEUMAIER, 2000). No cotiledonar (VC), segundo estágio de desenvolvimento da soja, observam-se cotilédones completamente abertos e expandidos. Os demais estádios vegetativos (V1, V2, V3, Vn) referem-se ao número de nós presentes na haste principal que possui ou possuía uma folha completamente desenvolvida, iniciando a contagem a partir dos nós das folhas unifolioladas (NOGUEIRA et al., 2013).

De acordo com Costa e Marchezan (1982), os estádios reprodutivos apresentam quatro fases distintas, sendo elas, floração (R1 e R2), desenvolvimento das vagens (R3 e R4), desenvolvimento das sementes (R5 e R6) e maturação (R7 e R8). O estágio R7, quando a soja atinge a maturidade fisiológica, é caracterizado pela presença de uma vagem apresentando a cor madura em qualquer nó da haste principal e o estágio R8 é quando 95% das vagens atingem a coloração de vagem madura (NOGUEIRA et al., 2013).

As descrições dos estádios vegetativos e reprodutivos representam o desenvolvimento de uma planta individual. Para determinar qual o estágio de desenvolvimento de uma lavoura basta observar se as plantas que constituem a amostra atingem 50% de um determinado estágio, sendo assim, esse será o estágio de desenvolvimento da lavoura (NOGUEIRA et al., 2013).

2.4 Melhoramento genético

Investimentos públicos e privados em pesquisas na área de melhoramento genético da soja tem contribuído para expansão dessa cultura no Brasil (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015). Características como resistência a doenças e elevada produtividade são as mais estudadas nos programas de melhoramento genético de soja. Porém, outras características como ciclo, altura de plantas na maturação, altura de inserção, acamamento, resistência à deiscência de vagem, resistência à chuva na colheita e qualidade de grãos, são fundamentais (FINHOLDT, 2012).

O processo de melhoramento envolve várias etapas, dentre elas, a escolha de genitores complementares e contrastantes, ou que possuam características específicas; hibridação entre os progenitores e obtenção da população segregante; escolha do método de condução da população segregante mais adequado; teste de desempenho agrônômico, seleção das linhagens experimentais (BORÉM; MIRANDA, 2009) e o lançamento da nova cultivar.

Selecionar genótipos superiores não é fácil, pois os caracteres de importância, em sua maioria, são quantitativos e apresentam comportamento complexo, estão inter-relacionados e são influenciados pelo ambiente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Na condução de uma população segregante de plantas autógamas, que por meio de sucessivas autofecundações tem como objetivo obter progênie homozigotas, podem

ser empregados vários métodos, como: método da população, método genealógico, método descendente de uma única semente (SSD - *Single Seed Descendent*), método descendente de uma única vagem (SPD - *Single Pod Descendent*) e teste de geração precoce (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015; NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015). A escolha do método adequado é importante, principalmente em função do tipo e da herança do caráter a ser melhorado (CORDEIRO, 2008).

2.5 Diversidade genética

Estudos relacionados à diversidade genética, que são realizados por meio da avaliação de caracteres agronômicos, morfológicos e moleculares, fornecem parâmetros para a identificação de genitores favoráveis à obtenção de populações segregantes, contribuindo para a seleção de genótipos superiores (MIRANDA et al., 2003; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). No melhoramento genético de plantas a divergência genética é fundamental, pois quando explorada corretamente, pode reduzir a vulnerabilidade da cultura a doenças e acelerar o progresso genético para determinada característica (CUI et al., 2001).

Apesar da grande importância econômica da soja no mundo, esta espécie cultivada é citada na literatura como sendo de base genética estreita. Ao comparar o coeficiente médio de parentesco e a base genética da soja brasileira com outros países como Índia, China, Estados Unidos e Japão, a China representa a maior base genética, enquanto o Brasil possui a mais estreita (WYSMIERSKI, 2011).

Hiromoto;Vello (1986) constataram que as cultivares brasileiras, até a década de 1980, foram derivadas basicamente de 26 introduções norte americanas. Destas, nove foram responsáveis por mais de 80% do conjunto de genótipos amostrado. Das cultivares desenvolvidas para o Rio Grande do Sul na mesma época, 70% descendiam das cultivares americanas Hood e Hill (BONETTI, 1983).

Uma das razões para esse estreitamento é o baixo nível de variabilidade genética na própria espécie selvagem, *G. soja*, se comparada a de outras espécies vegetais (HYTEN et al., 2006). O uso de poucos genitores no início dos programas de melhoramento brasileiros e americanos também contribuiu para o estreitamento da base genética da soja (WYSMIERSKI, 2011), mas foi com a domesticação que ocorreu a maior perda de diversidade genética, devido a forte pressão de seleção exercida pelo homem (GUO et al., 2010).

Uma das estratégias para aumentar a diversidade é a introdução de linhagens ou cultivares elite, provenientes de diferentes *pools* gênicos e com características agronômicas favoráveis (YAMANAKA et al., 2007).

2.6 Análises multivariadas no estudo da diversidade genética

Para o estudo da diversidade genética utiliza-se de métodos estatísticos que estão divididos em dois grupos: um que analisa as variáveis de maneira isolada, a estatística univariada e outro que considera as variáveis de forma conjunta, a estatística multivariada (VICINI; SOUZA, 2005).

A denominação “Análise Multivariada” corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam, simultaneamente, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos (NETO, 2004).

Existem vários métodos de análise multivariada para a determinação da diversidade genética, sendo os de agrupamento, variáveis canônicas e componentes principais, os mais empregados (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

Os métodos de agrupamento são realizados com base em medidas de dissimilaridade previamente estimada, tais como distância Euclidiana e distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Esses métodos separam um grupo original de observações em vários subgrupos homogêneos e heterogêneos entre si (RAMALHO et al., 2012).

Dentre os métodos de agrupamento os mais usados são os hierárquicos e de otimização. Nos hierárquicos, os genótipos se agrupam por meio de um processo que se repete em vários níveis até que seja estabelecido um dendograma, no qual se analisa visualmente pontos de alta mudança de nível, tomando-se, em geral, como delimitadores do número de genótipos para determinado grupo (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Os métodos hierárquicos são divididos em aglomerativos e divisivos. Entre os métodos aglomerativos, citam-se os métodos do vizinho mais próximo, vizinho mais distante e o de ligação média entre pares de grupos não ponderado (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Destaque para o de ligação média entre pares de grupos não ponderado (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* - UPGMA), que tem sido utilizado com mais frequência na identificação de grupos de genótipos mais similares (NOGUEIRA, 2011; SOUSA, 2015; CANTELLI et al., 2016).

O método de Tocher é um dos métodos de otimização mais usados no estudo da diversidade genética em soja, pois agrupa genótipos quando a distância média intragrupos é inferior a qualquer distância intergrupos (NOGUEIRA, 2011; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Os métodos de otimização baseiam-se na partição do conjunto de genótipos em subgrupos não vazios e mutuamente exclusivos, por meio da maximização ou minimização de alguma medida de dissimilaridade preestabelecida (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A análise por variáveis canônicas tem por objetivo avaliar a similaridade dos progenitores por meio de dispersão gráfica, considerando a matriz de covariância residual e a de covariância fenotípica dos caracteres avaliados. Essa análise multivariada foi relatada por Rao (1952) e sua utilização permite agrupar os indivíduos com mais alto grau de similaridade por meio de dispersões gráficas, reduzir o número de características em avaliação e determinar a contribuição de cada variável original para a variação total observada entre as unidades amostrais. As primeiras variáveis canônicas devem reunir variação mínima de 80% do total, contida no conjunto de características analisadas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Na literatura são encontrados trabalhos que visam estimar a diversidade genética em soja utilizando análises multivariadas. Junior et al. (2015), com o objetivo de avaliar o desempenho agrônômico e a divergência genética entre 41 linhagens avançadas e superiores de soja oriundas de cruzamentos de diferentes genealogias, obtiveram dez grupos pelo método de Tocher, indicando existência de variabilidade entre as linhagens testadas.

Santos et al. (2011), com o objetivo de avaliar a diversidade genética por meio de técnicas multivariadas entre 48 genótipos de soja e identificar combinações mais promissoras, concluíram que os métodos de Tocher, UPGMA e variáveis canônicas foram concordantes entre si e formaram quatro grupos distintos.

Rodrigues et al. (2017), visando auxiliar os programas de melhoramento voltados à qualidade do grão, estimaram a divergência genética de 49 genótipos de soja. As distâncias genéticas obtidas por meio da distância generalizada de Mahalanobis variaram de 0,11 a 251,02 e indicaram variabilidade genética entre os acessos. Quatro dos quarenta e nove genótipos se destacaram com teores proteicos e teores de óleo acima de 43% e 20%, respectivamente.

2.7 Qualidade fisiológica da semente

A qualidade fisiológica da semente é um conjunto de atributos que indicam a capacidade da mesma de desempenhar funções vitais como vigor, germinação e longevidade. É influenciada por fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (BRASIL, 2009; PESKE et al., 2012). Entre os quatro atributos que determinam a qualidade das sementes, o fisiológico é o que desperta a atenção dos pesquisadores, pois permite elucidar os vários aspectos relativos à viabilidade e vigor das sementes (MARCOS-FILHO, 2015).

Os fatores genéticos são representados pela pureza varietal, potencial de produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade, qualidade da semente e resistência a condições adversas de solo e clima; a qualidade física das sementes é estabelecida pela pureza física e condição física, caracterizada principalmente pelo peso de 1000 sementes, ausência de danos mecânicos, teor de água e uniformidade no tamanho das sementes (NÓBREGA, 1998); as fisiológicas envolvem o metabolismo da semente para expressar seu potencial de germinação e vigor, mostrando sua capacidade de originar uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis (RIGO, 2013); e sanitários, sementes sadias e livres de patógenos, evitando a disseminação dos mesmos, o que comprometerá outras plantas e a produtividade.

Dentre os benefícios da utilização de sementes de qualidade com germinação e vigor elevados, destaca-se a maior velocidade de emergência, acelerando o processo fotossintético, favorecendo o crescimento da parte aérea e do sistema radicular e originando plântulas com maior tamanho e uniformes entre si, que podem proporcionar ao dossel vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes e, assim, formar plantas mais produtivas (PANOZZO et al., 2009).

A qualidade das sementes pode ser facilmente avaliada em laboratórios por meio dos testes de germinação, pureza e vigor. Com o objetivo de orientar os testes de germinação e pureza, existem as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), que internacionalmente são publicadas pela INSTA (*International Seed Testing Association*).

O teste de germinação determina o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual pode ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e também estimar o valor para semeadura em campo. A realização deste teste em condições de campo geralmente não é satisfatória, pois devido às variações ambientais,

os resultados nem sempre podem ser fielmente reproduzidos. No teste de laboratório é considerada a emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 2009).

Para avaliação do vigor de sementes de soja têm sido recomendados os testes de envelhecimento acelerado, tetrazólio, condutividade elétrica e crescimento de plântulas (VIEIRA et al., 2003). Para Ohlson et al. (2010), os testes de vigor buscam obter respostas complementares às fornecidas pelo teste de germinação, possibilitando a obtenção de informações consistentes e tomadas de decisões.

Testes rápidos, como o de condutividade elétrica, baseiam-se na integridade das membranas celulares. Com o processo de deterioração, ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (HEPBURN ET AL., 1984). Assim, considera-se o vigor das sementes inversamente proporcional à leitura da condutividade elétrica (KRZYZANOWSKI; VIEIRA, 1999).

Teste como o de emergência de plântulas permite estimar o número médio de plântulas normais emergidas por dia, identificando diferenças na velocidade de emergência entre lotes que possuem porcentagens de germinação semelhantes (NAKAGAWA, 1999). Logo, de acordo com o autor citado, existe uma relação entre a velocidade de emergência e o vigor de sementes, sendo que aquelas que emergirem em menor período apresentam maior índice de vigor.

Outros testes, como peso da matéria seca e fresca, determinam o vigor. As amostras que apresentam maiores pesos médios de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas. As sementes vigorosas transferem em maior quantidade na fase de germinação matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria (NAKAGAWA, 1999).

Mathias et al. (2017), com o objetivo de avaliar o efeito de quatro épocas de colheita em duas safras sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja usando os testes de germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, teste de tetrazólio, condutividade elétrica e comprimento de plântulas, concluíram que o atraso na colheita em 10 dias proporcionou redução de vigor nas sementes nas duas safras agrícolas.

Semente com alta qualidade genética, física e fisiológica é fundamental na obtenção de resultados satisfatórios em culturas de expressão econômica como a soja (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Matias et al. (2016), avaliando sementes de sessenta linhagens avançadas de soja, verificaram a variabilidade genética e as relações existentes entre caracteres das sementes visando identificar testes passíveis de utilização em laboratório para a seleção de linhagens de soja com sementes de maior germinação, vigor e desempenho em campo, concluindo que a variabilidade genética existente nos caracteres avaliados contribuiu significativamente para a melhoria da qualidade fisiológica das sementes de soja.

2.8 Época de colheita

O período de viabilidade da semente é variável e depende de características genéticas e efeitos ambientais durante as fases de desenvolvimento, colheita, processamento e armazenamento. Ocorrendo condições desfavoráveis em alguma dessas fases, danos fisiológicos podem resultar em prejuízos à qualidade das sementes, sendo a intensidade desses danos variável com fatores genéticos, intrínsecos de cada cultivar (GRIS et al., 2010).

A época de colheita é um fator determinante na produção de sementes de boa qualidade, pois após a maturidade fisiológica, quando o peso de matéria seca, germinação e vigor atingem valores máximos, a qualidade da semente começa a diminuir em função do processo natural de deterioração (KRZYZANOWSKI et al., 2008). A colheita de sementes de soja na maturidade fisiológica seria o mais indicado, pois é o momento em que o grau de deterioração é mínimo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), porém, em soja, o teor de água durante o estágio R7 varia entre 45 e 60% (MARCOS-FILHO, 2005), inviabilizando a colheita.

Fatores como retardamento de colheita após a maturidade fisiológica podem reduzir a germinação e vigor das sementes dependentes de fatores genéticos e das condições do ambiente natural (MINUZZI et al., 2010). De acordo com Diniz et al. (2013), o atraso da colheita a partir da maturidade fisiológica influencia negativamente a qualidade das sementes produzidas. Portanto, o retardamento de colheita pode ser utilizado em programas de melhoramento genético para a avaliação da qualidade das sementes de soja, contribuindo para o desenvolvimento de linhagens e cultivares,

apresentando maior tolerância à deterioração no campo e no armazenamento (FRANÇA NETO & KRZYZANOWSKI, 2003).

Sediyama et al. (2012), com o objetivo de avaliar a melhoria da qualidade das sementes de seis cultivares de soja colhidas no estágio R8 e aos 15 e 30 dias após esse estágio, concluíram que o retardamento de colheita reduz a germinação e vigor com diferente intensidade, dependendo da cultivar.

Xavier et al. (2015), com o intuito de avaliar a qualidade de sementes de 10 genótipos de soja em diferentes épocas de colheita (R8, R8+7, R8+14, R8+21 e R8+28 dias) usando os teste de germinação em papel e areia, demonstraram diferenças significativas entre épocas de colheita, cultivares e na interação entre estes dois fatores, concluindo que houve redução progressiva da germinação em todos os genótipos estudados a partir de sete dias após o estágio R8.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2016/2017, em uma área experimental localizada na Fazenda Capim Branco (18°52'S; 48°20'W e 805m de altitude), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia, Minas Gerais.

Na figura abaixo é mostrado os dados meteorológicos da área experimental durante a condução do experimento.

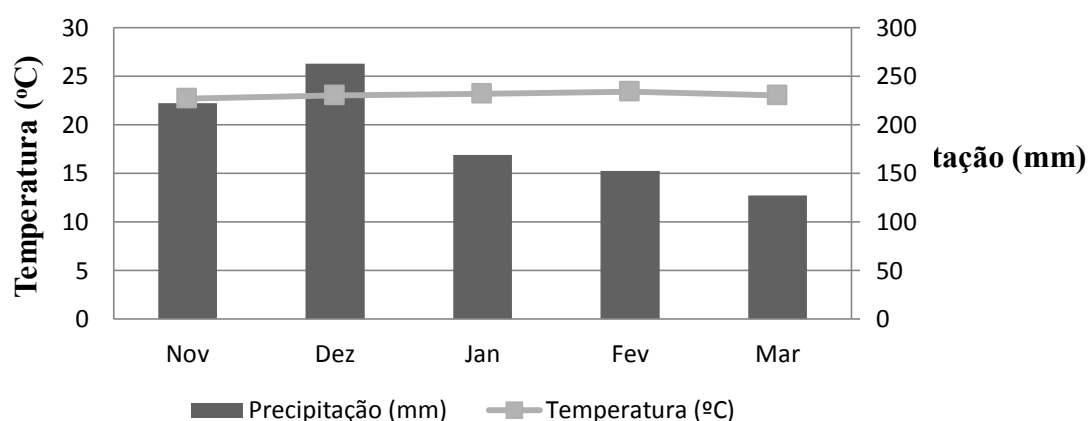


FIGURA 1. Precipitação e temperatura média na Fazenda Capim Branco em Uberlândia-MG na safra 2016/17, entre novembro de 2016 a março de 2017. Fonte: Estação meteorologia da Fazenda Capim Branco e IMET.

Avaliaram-se 10 genótipos de soja, sendo sete cultivares desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e três cultivares desenvolvidas por outras empresas, cujas características estão apresentadas na tabela 1.

TABELA 1. Características das cultivares utilizadas no experimento.

Cultivares	Instituição de origem	Tecnologia	Grupo de maturidade	Cor de flor	Cor de pubescência	Tipo de crescimento
CD 2737 RR	COODETEC	RR	7.3	Branca	Marrom média	Indeterminado
NA 5909 RG	NIDERA	RR	5.9	Roxa	Cinza	Indeterminado
TMG 7062 IPRO	TMG	RR	6.2	Branca	Cinza	Semideterminado
UFUS 7415	UFU	Convencional	7.2	Roxa	Marrom média	Semideterminado
UFUS 7910	UFU	Convencional	8.4	Roxa	Marrom	Determinado
UFUS Milionária	UFU	Convencional	8.5	Branca	Marrom	Determinado
UFUS 8301	UFU	Convencional	8.3	Branca	Marrom média	Determinado
UFUS 7801	UFU	Convencional	8.0	Roxa	Marrom média	Determinado
UFUS 6901	UFU	Convencional	7.0	Branca	Marrom clara	Indeterminado
UFUS Xavante	UFU	Convencional	8.2	Roxa	Cinza	Determinado

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os tratamentos foram provenientes de um esquema fatorial 10 x 4 (10 genótipos de soja e quatro épocas de colheita) e o experimento foi instalado em delineamento experimental de blocos completos casualizados com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de plantas de soja com 5,0 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m, sendo a área útil 4 m² proveniente de duas linhas centrais, excluindo 0,5 m de cada extremidade.

A área experimental onde foi realizado o experimento situa-se em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, cuja análise química encontra-se na Tabela 2. A área foi preparada de forma convencional com uma aração e duas gradagens, seguida do sulcamento. Realizou a adubação de semeadura com a fórmula NPK 02-28-18, na dose de 400 kg ha⁻¹.

TABELA 2. Características químicas do solo da Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia.

pH em H ₂ O	P Meh ⁻¹ (mg dm ⁻³)	M.O (dag km ⁻¹)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ e Al ⁺	V
1-2.5					cmol _c dm ⁻³			(%)
5,6	6,6	2,2	0,31	4,1	1	0	3,4	61

M.O: Matéria Orgânica; V: Saturação por bases.

Anterior à semeadura, as sementes foram tratadas com fungicida Carbendazim e Tiram (Protreat®) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, contendo duas estirpes da bactéria. No dia 05 de novembro de 2016 realizou-se a semeadura manual, com 18 sementes por metro linear.

Para o controle de plantas daninhas foi realizada capinas manuais e aplicação dos herbicidas S-Metolaclo-ro na semeadura e do Haloxifope-P-Metílico 20 dias após a semeadura. As pragas e doenças foram controladas com aplicações dos fungicidas Trifloxistrobina, Protioconazole, Fluxapíroxade e Piraclostrobina na dosagem 0,4 L ha⁻¹, para controle da ferrugem asiática e oídio. Os inseticidas com princípio ativo Tiametoxam e Lambda-Cialotrina (30 mL em 20 L), Acefato (0,5 kg ha⁻¹), Acetamiprido e Alfa-Cipermetrina (0,4 L ha⁻¹) foram utilizados para o controle da lagarta falsa medideira (*Chrysodexis includens*) e percevejos verde pequeno (*Piezodorus guildinii*) e marrom (*Euschistus heros*). Para auxiliar na fixação biológica de nitrogênio, 30 dias após a emergência foram aplicados cobalto e molibdênio na dosagem 100 mL ha⁻¹.

Foram amostradas aleatoriamente cinco plantas na parcela útil, nas quais foram realizadas medições de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura (FEHR; CAVINESS, 1977) e mensurados os seguintes caracteres:

- a) Altura da planta na floração (**APF**) e na maturidade (**APM**): foi mensurada a distância em centímetros, a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal quando as plantas se encontravam no estágio reprodutivo R1 e R8.
- b) Número de nós na haste principal na floração (**NNF**) e na maturidade (**NNM**): determinado pela contagem do número de nós na haste principal, quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo R1 e R8.
- c) Número de dias para a floração (**NDF**) e para a maturidade (**NDM**): definido como número de dias desde a emergência até a floração, quando aproximadamente 50% das plantas da parcela útil apresentavam pelo menos uma flor aberta (R1) e quando 95% das vagens da área útil da parcela estavam maduras (R8).
- d) Altura da inserção da primeira vagem (**AIV**): distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a primeira vagem;
- e) Número de vagens com um grão (**NV1**), com dois grãos (**NV2**) e com três grãos (**NV3**): após a colheita, realizou-se a contagem do número de vagens com um, dois e três grãos.
- f) Número total de vagens por planta (**NTV**): obtido pela soma do número de vagens com um, dois, três e quatro grãos.
- g) Produtividade de grãos (**PROD**): avaliada na maturidade após a debulha das vagens por meio da pesagem das sementes de cada parcela. Os dados obtidos (gramas por parcela) foram transformados para kg ha^{-1} , sendo essa produtividade corrigida para umidade de 13%, conforme a equação abaixo:

$$PF = PI \times \frac{100 - UI}{100 - UF}$$

Em que:

PF: peso final corrigido da amostra;

PI: peso inicial da amostra;

UI: umidade inicial da amostra;

UF: umidade final da amostra (13%).

A colheita foi realizada manualmente, levando em consideração os seguintes estádios de desenvolvimento da cultura propostos por Fehr; Caviness (1977): R7, R8, R8+15 (quinze dias após o estágio R8) e R8+30 (30 dias após o estágio R8).

A parcela útil e bordadura foram trilhadas e as sementes separadas das impurezas com o auxílio de peneiras, acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em câmara fria.

Para a análise da qualidade fisiológica das sementes de soja foram realizados os seguintes testes no Laboratório de sementes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU):

a) Teste de germinação: foi realizado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes de cada genótipo de soja nas quatro épocas de colheita, 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 5º 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) Teste de condutividade elétrica: foram utilizadas quatro amostras de 50 sementes de cada genótipo de soja nas quatro épocas de colheita, previamente pesadas e imersas em 75ml de água deionizada à 25°C, durante 24 horas (LOEFFLER et al., 1988). Após a embebição das sementes por 24 horas, fez-se a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição em uma ponte de condutividade (condutivímetro), calibrado antes da leitura. O resultado obtido no condutivímetro foi dividido pelo peso da amostra, sendo o resultado final expresso em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$.

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).

Os dados foram submetidos a análise de homogeneidade de variância entre os tratamentos pelo teste de Levene e normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando não atendeu as pressuposições, procedeu a transformação dos dados, sendo assim, para condutividade elétrica, os dados foram transformados em 1/y (transformação recíproca).

Realizaram-se as análises de variância, admitindo efeito fixo para cultivar e época de colheita, para todos os caracteres conforme o modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + C_i + EC_j + CEC_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : é o valor do caráter para a i-ésima cultivar na j-ésima época de colheita no k-ésimo bloco;

μ : média geral;

B_k : efeito do bloco k;

C_i : efeito da cultivar i;

EC_j : efeito da época de colheita j;

CEC_{ij} : efeito da interação cultivar e época de colheita;

ε_{ijk} : erro aleatório da cultivar i, na época de colheita j, no bloco k.

O coeficiente de determinação genotípico (H^2) foi estimado da seguinte maneira:

$$H^2 = \frac{\hat{\sigma}_g}{QMT/r}$$

$$\hat{\sigma}_g = \frac{(QMT-QMR)}{r}$$

Em que:

H^2 : coeficiente de determinação genotípico;

$\hat{\sigma}_g$: componente quadrático genético;

QMT: quadrado médio de genótipos;

QMR: quadrado médio do resíduo;

r: número de repetições.

As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Estimou-se a dissimilaridade genética entre todos os pares de genótipos por meio da Distância generalizada de Mahalanobis ($D^2_{ii'}$), conforme o estimador abaixo:

$$D^2_{ii'} = \delta' \Psi^{-1} \delta$$

Em que:

$D^2_{ii'}$: distância generalizada de Mahalanobis entre os genótipos i e i' ;

Ψ : matriz de variâncias e covariâncias residuais;

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

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

Após a obtenção da matriz de dissimilaridade entre os genótipos foram obtidos os dendogramas pelos hierárquicos de Ligação média entre grupos - UPGMA, ligação completa - vizinho mais distante e ligação simples - vizinho mais próximo (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

Utilizando-se da matriz de dissimilaridade, realizou o método de otimização de Tocher. O primeiro grupo foi constituído por genótipos cuja medida de dissimilaridade era menor; posteriormente, outros genótipos foram incluídos nesse grupo por meio da comparação entre o acréscimo no valor médio da distância dentro do grupo e um nível máximo permitido pré-estabelecido (θ) da medida da dissimilaridade, encontrado no conjunto de menores distâncias que envolvem cada genótipo. A inclusão ou não de cada genótipo foi determinada por:

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

$$\frac{d_{(grupo)k}}{n} > \theta \text{ o genótipo } k \text{ não é incluído.}$$

Em que:

n : número de genótipos do grupo original.

A distância entre o genótipo k e o grupo formado pelos genótipos i e j foi dado por:

$$d_{(ij)k} = d_{ik} + d_{jk}$$

Determinou-se a contribuição relativa das características na dissimilaridade dos genótipos pela Metodologia de Sing (1981) conforme a estatística S_{ij} :

$$D_{ii}^2 = \delta^{-1} \Psi^{-1} \delta = \sum_{j=1}^n \sum_{j'=1}^n \omega_{jj'} d_j d_{j'}$$

Em que:

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

Para avaliar o padrão de agrupamento em um plano cartesiano foram realizadas as análises de variáveis canônicas. Para essa análise utilizaram-se as matrizes de variância e covariância fenotípicas e residuais entre os caracteres (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

Todas as análises foram realizadas utilizando o Programa Computacional em Genética e Estatística - GENES (CRUZ, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F na interação entre cultivares e época de colheita (Tabela 3), o que indica comportamento diferencial das cultivares submetidas às diferentes épocas de colheita. Xavier et al. (2015) também verificaram a existência de interação entre cultivares e época de colheita.

TABELA 3. Quadrados médios de interação, coeficiente de variação genotípico de caracteres agronômicos e de qualidade fisiológica de sementes, avaliados em dez cultivares de soja em diferentes épocas de colheita, na safra 2016/2017.

Caracteres	QM interação (CxE)	CV (%)	H ² (%)
Número de dias para floração	2,93**	1,65	99,96
Número dias para maturidade	229,69**	2,58	99,81
Altura da planta na floração	95,54**	10,2	99,53
Altura da planta na maturidade	95,2**	7,46	98,27
Número de nós na floração	1,71**	6,56	99,51
Número de nós na maturidade	3,73**	7,27	95,99
Altura de inserção da 1ª vagem	25,06**	20,02	87,48
Número de vagens com um grão	12,36**	63,28	92,07
Número de vagens com dois grãos	102,79**	32,99	98,5
Número de vagens com três grãos	187,03**	38,44	94,6
Número total de vagens	445,96**	28,46	89,09
Produtividade de grãos	1369815,66**	21,31	89,46
Germinação	634,68**	23,49	95,42
Condutividade elétrica	1182,87**	24,44	86,44
Matéria fresca	352,51**	41,42	93,36
Matéria seca	2,18**	29,98	87,88

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. CV(%): coeficiente de variação; H²: coeficiente de determinação genotípico.

O coeficiente de variação (CV) oscilou entre 1,65 % (número de dias para floração) a 63,28 % (número de vagens com um grão) (Tabela 3). As estimativas mais altas de CV foram para os componentes de produção, pois são de natureza quantitativa, controlados por muitos genes, sendo altamente influenciados pelo ambiente (LEITE et

al., 2015). Outros autores também encontraram valores altos para os componentes de produção (PERINI et al., 2012; LEITE et al., 2016)

O parâmetro H^2 , em gerações avançadas do processo de melhoramento, é denominado como coeficiente de determinação genotípico por se referir a genótipos já fixados e pré-selecionados durante os avanços de gerações segregantes (YOKOMIZO; VELLO, 2000; VASCONCELOS et al., 2012).

As estimativas para H^2 variaram de 86,44 % (condutividade elétrica) a 99,96 % (número de dias para floração) para os caracteres avaliados (Tabela 3). Estimativas de H^2 maior ou igual a 70 % são consideradas de elevada magnitude (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012), indicando que as diferenças entre os genótipos são predominantemente de natureza genética. Estimar esse parâmetro é importante por ter relação com a seleção e quanto maior o valor estimado, maior será a chance de sucesso na seleção (GRAVOIS; BERNHARDT, 2000).

Martins et al. (2016), ao analisarem sementes de sessenta e duas linhagens avançadas de soja, encontraram valores de H^2 semelhantes ao presente trabalho para os caracteres qualidade de sementes. Leite et al. (2015), com o objetivo de estimar parâmetros genéticos e correlações entre seis caracteres de interesse agrônomo em uma população de soja, encontraram valores acima de 70 % para o coeficiente de determinação genotípico, concordando com os obtidos no presente trabalho.

O período vegetativo é um importante caráter, pois é nesta fase que a planta cresce e acumula matéria seca. O ciclo vegetativo, que compreende o período entre a emergência e o florescimento, oscilou de 40,50 (NA 5909 RG) a 67,75 (UFUS 8301) dias (Tabela 4).

Esses resultados aproximaram-se dos obtidos por Cunha et al. (2013), ao estudarem 79 progênies de soja resultantes de dez cruzamentos biparentais e Júnior et al. (2015), ao avaliarem o desempenho agrônomo e a diversidade genética entre linhagens avançadas e superiores de soja, oriundas de cruzamentos de diferentes genealogias.

TABELA 4. Número de dias para o florescimento (NDF) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	NDF (dias)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	42,00 fA	42,00 gA	42,00 eA	42,00 gA
UFUS 7415	51,00 dA	51,00 dA	51,00 cA	50,00 dA
UFUS 7910	63,00 bA	63,00 bA	63,00 bA	63,00 cA
UFUS Milionária	63,00 bA	62,38 bA	63,00 bA	63,00 cA
UFUS 7801	58,00 cC	60,50 cB	63,00 bA	63,00 cA
NA 5909 RG	41,25 fA	40,50 hA	40,75 eA	40,75 gA
UFUS 8301	66,00 aB	66,00 aB	66,00 aB	67,75 aA
TMG 7062 IPRO	42,25 fA	43,00 fA	42,00 eA	43,25 fA
UFUS Xavante	66,00 aA	66,00 aA	66,00 aA	66,00 bA
UFUS 6901	45,00 eA	44,75 eA	45,00 dA	44,75 eA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O ciclo total, obtido entre o número de dias entre VE e a maturidade, é um caráter que permite classificar as cultivares em ciclo precoce, médio e tardio conforme a faixa de latitude. De acordo com Nepomuceno et al. (2008), são consideradas precoces as cultivares com até 100 dias; semiprecoce, cultivares entre 101 a 110 dias; médio, cultivares de 111 a 125 dias; semitardio entre 125 e 145 dias; e tardio, cultivares com mais de 145 dias.

Atualmente existe uma demanda por cultivares mais precoces e, neste sentido, os programas de melhoramento tem preconizado esta característica no desenvolvimento de cultivares, pois possibilita uma segunda safra na mesma área, a exemplo do milho safrinha no cerrado. Além disso, são utilizadas para o escape de algumas doenças, como a ferrugem asiática (UNÊDA - TREVISOLI et al., 2010; SILVA et al., 2015).

As médias variaram de 90 (NA 5909 RG) a 158 dias (UFUS Milionária) (Tabela 5), sendo as cultivares NA 5909 RG e UFUS 6901 as mais precoces. Os valores para esse caráter nas duas cultivares são de 100 a 110 dias na região do Triângulo Mineiro para a NA 5909 RG e uma média de 100,75 dias para a UFUS 6901.

TABELA 5. Número de dias para a maturidade (NDM) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	NDM (dias)			
	R7 ⁺	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	109,00 dB	111,00 dA	110,00 cA	106,00 gB
UFUS 7415	112,33 dC	111,00 dB	110,00 cB	116,00 fA
UFUS 7910	129,66 bA	133,75 bA	127,50 bB	127,75 dB
UFUS Milionária	148,91 aB	142,50 aB	145,00 aB	158,00 aA
UFUS 7801	120,08 cC	121,50 cB	127,50 bA	121,25 eB
NA 5909 RG	93,16 eA	90,00 fB	93,00 eB	94,50 hA
UFUS 8301	135,00 bA	135,75 bA	135,00 eB	134,25 cA
TMG 7062 IPRO	102,58 dA	104,00 eA	103,00 dA	102,00 gA
UFUS Xavante	144,50 aC	143,00 aB	141,50 aB	149,00 bA
UFUS 6901	106,41 eB	105,50 eA	107,00 cA	106,25 gA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. + O cálculo do número de dias para maturidade em R7 foi determinado por meio das médias de todas as parcelas em R8 nas demais épocas de colheita.

A altura de planta na floração e maturidade é um caráter importante, pois influencia no acamamento, interferindo na produtividade, qualidade dos grãos e na eficiência da colheita mecanizada. Alturas para plantas de soja entre 60 e 120 cm são consideradas adequadas à mecanização da colheita (PITOL; BROCH, 2012). Na Tabela 6 encontram-se os valores para o caráter altura da planta na floração, cujas médias oscilaram de 26,35 (TMG 7062 IPRO) a 84,05 cm (UFUS Xavante) (Tabela 6), concordando com os valores encontrados pelos autores Cunha et al. (2013) e Hamawaki et al. (2010).

TABELA 6. Altura da planta na floração (APF) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	APF (cm)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	31,30 dA	34,80 cA	35,10 cA	32,40 cA
UFUS 7415	51,87 bA	52,20 bA	54,60 bA	47,80 bA
UFUS 7910	74,40 aA	74,20 aA	77,05 aA	71,30 aA
UFUS Milionária	67,10 aB	71,14 aB	81,90 aA	75,45 aA
UFUS 7801	53,00 bB	60,05 bB	76,25 aA	77,60 aA
NA 5909 RG	30,60 dA	29,70 dA	29,75 dA	31,95 dA
UFUS 8301	72,30 aA	71,40 aA	77,15 aA	60,05 aB
TMG 7062 IPRO	29,45 dA	26,35 dA	29,25 dA	28,20 dA
UFUS Xavante	77,33 aA	74,70 aA	84,05 aA	80,30 aA
UFUS 6901	42,47 cA	37,50 cA	40,65 cA	36,70 cA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A altura de planta na maturidade variou de 54,40 (NA 5909 RG) a 95,87 cm (UFUS 6901) (Tabela 7).

De acordo com Marques (2010), plantas com alturas superiores a 100 cm tendem a acamar, além de dificultarem a eficiência das colhedoras, tendendo ainda a produzir menos e apresentando efeitos adversos sobre a qualidade do produto. Observou que os valores encontrados nas cultivares estudadas para os caracteres altura da planta na floração e altura da planta na maturidade, ficaram dentro dos padrões recomendados.

TABELA 7. Altura da planta na maturidade (APM) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	APM (cm)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	83,55 bA	83,95 aA	81,70 bA	86,50 aA
UFUS 7415	68,07 dA	73,10 bA	67,03 cA	66,50 cA
UFUS 7910	84,50 bA	80,55 bA	85,85 aA	78,00 bA
UFUS Milionária	77,90 cB	91,15 aA	88,45 aA	89,25 aA
UFUS 7801	74,40 cB	77,40 bB	85,55 aA	81,90 bA
NA 5909 RG	58,95 dA	54,70 cA	54,40 dA	61,20 cA
UFUS 8301	79,10 cB	86,40 aA	91,55 aA	76,25 bB
TMG 7062 IPRO	61,75 dA	59,80 cA	60,60 dA	60,10 cA
UFUS Xavante	85,73 bA	86,40 aA	89,90 aA	85,95 aA
UFUS 6901	95,87 aA	79,10 bB	78,35 bB	80,05 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A altura de inserção da primeira vagem é uma característica importante e se correlaciona positivamente com a altura da planta na maturação (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Na Tabela 8, para o caráter altura de inserção da primeira vagem, as médias variaram de 13,25 (CD 2737 RR) a 30,00 cm (UFUS Milionária).

De acordo com Sedyama, Teixeira e Reis (2013), para que não haja perda na colheita pela barra de corte, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 10 a 12 centímetros em solos de topografia plana e aproximadamente 15 centímetros em terrenos mais inclinados. Para os resultados observados nenhuma das cultivares estudadas ficaram abaixo do recomendado pelos autores.

Ribeiro et al. (2016), estudando o desempenho agrônômico de cultivares de soja na região central do Estado do Tocantins, safra 2014/2015, encontraram valores para inserção de primeira vagem acima do ideal, concordando com os resultados encontrados no presente trabalho.

TABELA 8. Altura de inserção da primeira vagem (AIV) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	AIV (cm)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	15,10 aA	13,60 bA	16,65 bA	13,25 cA
UFUS 7415	15,87 aB	23,00 aA	18,45 bB	22,15 bA
UFUS 7910	18,20 aA	21,45 aA	22,85 aA	18,10 bA
UFUS Milionária	17,50 aB	18,96 aB	17,50 bB	30,00 aA
UFUS 7801	19,60 aA	21,40 aA	22,25 aA	19,75 bA
NA 5909 RG	13,51 aA	13,73 bA	13,30 bA	15,25 cA
UFUS 8301	18,50 aA	17,50 bA	19,10 bA	20,63 bA
TMG 7062 IPRO	15,35 aA	15,75 bA	15,10 bA	17,60 bA
UFUS Xavante	18,00 aA	19,00 aA	14,95 bA	16,20 cA
UFUS 6901	17,47 aA	16,85 bA	18,00 bA	18,48 bA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Segundo Sedyama, Silva e Borém (2015), espera-se de uma planta de soja com alto potencial produtivo em média 17 a 18 nós na haste principal. Na Tabela 9, número de nós no florescimento, as médias oscilaram de 8,30 a 15,90, respectivamente, para as cultivares NA 5909 RG e UFUS 8301.

TABELA 9. Número de nós na haste principal na floração (NNF) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	NNF			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	9,25 eA	8,70 cA	8,90 dA	9,25 bA
UFUS 7415	10,53 dA	9,70 cA	10,27 cA	9,50 bA
UFUS 7910	13,70 bB	14,95 aA	15,50 aA	13,90 aB
UFUS Milionária	14,00 bA	14,18 aA	14,20 bA	14,75 aA
UFUS 7801	11,70 cB	12,05 bB	13,65 bA	14,45 aA
NA 5909 RG	8,30 eA	8,50 cA	8,50 dA	8,35 bA
UFUS 8301	15,90 aA	14,20 aB	14,45 bB	14,00 aB
TMG 7062 IPRO	8,90 eA	9,30 cA	9,45 dA	8,95 bA
UFUS Xavante	14,47 bA	15,30 aA	14,30 bA	15,30 aA
UFUS 6901	9,47 eA	9,10 cA	9,15 dA	9,35 bA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para o caráter número de nós na maturidade os valores oscilaram de 11,40 (UFUS 7415) a 17,60 (UFUS Xavante), sendo assim, valores dentro do recomendado para plantas com alto potencial produtivo, destaque para cultivar UFUS Xavante (Tabela 10).

Leite et al. (2016), com o objetivo de obter estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para fornecer informações em programas de melhoramento, observaram correlação genotípica positiva e significativa entre os caracteres produtividade de grãos e número de nós por planta, indicando que a seleção de plantas com maior número de nós resultaria em plantas mais produtivas.

TABELA 10. Número de nós na haste principal na maturidade (NNM) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	NNM			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	16,65 aA	14,45 bB	15,15 aB	16,65 aA
UFUS 7415	11,73 cA	11,40 dA	12,87 bA	11,50 bA
UFUS 7910	14,50 bA	15,60 bA	15,50 aA	15,00 aA
UFUS Milionária	13,40 cB	16,30 aA	15,30 aA	16,20 aA
UFUS 7801	14,50 bA	15,70 bA	14,85 aA	15,20 aA
NA 5909 RG	12,90 cA	12,80 cA	12,70 bA	12,45 bA
UFUS 8301	14,10 bB	16,30 aA	15,75 aA	15,55 aA
TMG 7062 IPRO	15,20 bA	15,40 bA	15,00 aA	13,30 bB
UFUS Xavante	14,47 bB	17,60 aA	15,10 aB	16,30 aA
UFUS 6901	15,60 aA	13,40 cB	13,75 bB	15,40 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Houve diferenças significativas na interação cultivar e época de colheita para todos os caracteres agronômicos e de qualidade fisiológica de semente, entretanto, para os caracteres número de dias para floração (NDF), número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na floração (APF), altura da planta na maturidade (APM), número de nós na floração (NNF), número de nós na maturidade (NNM) e altura de inserção da primeira vagem (AIV), as médias observadas não foram significativas em termos agronômicos quando avaliadas nas diferentes épocas de colheita.

Uma vagem de soja pode conter até cinco sementes, no entanto, a maioria dos genótipos apresentam vagens com duas ou três sementes (MATSUO; FERREIRA; SEDIYAMA, 2015). Na Tabela 11 notou-se que houve predominância de vagens com dois e três grãos, concordando com as informações citadas pelos autores acima.

TABELA 11. Número de vagens com um grão (V1G), dois grãos (V2G) e três grãos (V3G) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	V1G				V2G				V3G			
	R7	R8	R8+15	R8+30	R7	R8	R8+15	R8+30	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	3,87 cA	3,27 bA	1,41 bA	2,46 bA	14,15 cA	13,70 dA	8,75 dA	11,80 bA	22,90 bA	18,80 cA	16,15 cA	22,15 aA
UFUS 7415	4,26 cA	6,40 aA	3,96 aA	5,20 aA	23,40 bA	23,70 cA	15,37 cB	16,75 bB	17,06 bA	8,60 dA	13,59 cA	5,08 bA
UFUS 7910	0,50 dB	4,65 bA	0,60 bB	0,10 bB	3,50 dA	12,75 dA	8,90 dA	4,40 cA	23,10 bB	22,00 bB	36,40 aA	21,00 aB
UFUS Milionária	0,70 dA	2,07 bA	0,60 bA	0,00 bA	9,50 dB	24,38 cA	6,90 dB	2,45 cB	38,00 aA	39,90 aA	24,90 bB	11,05 bC
UFUS 7801	11,10 aA	7,36 aB	4,01 aC	1,08 bD	58,60 aA	49,10 aB	45,60 aB	38,75 aC	7,50 cA	4,55 dA	3,80 dA	4,00 bA
NA 5909 RG	3,70 cA	3,72 bA	3,35 aA	4,77 aA	15,60 cA	16,10 dA	18,80 cA	14,80 bA	10,80 cA	12,55 cA	16,65 cA	11,85 bA
UFUS 8301	0,70 dB	5,90 aA	0,05 bB	0,25 bB	16,30 cA	24,10 cA	16,10 cA	2,78 cB	41,70 aA	28,80 bB	28,10 bB	12,15 bC
TMG 7062 IPRO	3,63 cA	2,15 bA	3,18 aA	1,13 bA	12,45 cA	11,85 dA	13,80 cA	8,55 cA	13,90 cA	24,70 bA	19,05 cA	15,70 bA
UFUS Xavante	6,80 bA	6,60 aA	2,81 aB	0,50 bB	23,60 bC	40,50 bA	30,90 bB	13,75 bD	9,86 cA	18,80 cA	19,25 cA	11,35 bA
UFUS 6901	2,06 dA	3,10 bA	0,35 bA	0,85 bA	15,06 cA	12,40 dA	6,80 dA	6,60 cA	16,40 bB	15,40 cB	22,55 bA	27,30 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O caráter número de vagens faz parte dos componentes de produção e quanto maior o valor deste, maior será o valor da produtividade de grãos de genótipos de soja (VIANNA et al., 2013; DALLASTRA et al., 2014). Para esse caráter as médias oscilaram de 25,60 (R8+30) a 77,20 (R7), sendo a UFUS 7801 a cultivar que apresentou melhor desempenho (Tabela 12).

TABELA 12. Número de vagens totais (NVT) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	NVT			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	40,92 cA	35,78 bA	26,32 bA	36,41 aA
UFUS 7415	44,73 cA	38,70 bA	32,93 bA	27,04 bA
UFUS 7910	27,10 dB	39,40 bA	45,90 aA	25,50 bB
UFUS Milionária	48,20 cB	66,36 aA	32,40 bC	13,50 bD
UFUS 7801	77,20 aA	61,01 aB	53,42 aB	43,83 aB
NA 5909 RG	30,10 dA	32,38 bA	38,80 bA	31,43 aA
UFUS 8301	58,70 bA	58,80 aA	44,25 aA	15,19 bB
TMG 7062 IPRO	29,99 dA	38,70 bA	36,04 bA	25,38 bA
UFUS Xavante	40,27 cB	65,90 aA	52,97 aA	25,60 bB
UFUS 6901	33,53 dA	30,90 bA	29,70 bA	34,75 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com Câmara (1998), uma planta de soja pode produzir mais de 400 vagens, mas a média das cultivares nacionais é de 30 a 80 vagens por planta. Reduções nesse componente de produção podem estar relacionadas ao retardamento da colheita devido à vagens caídas no solo e deiscência, características relacionadas a cultivar que interfere na qualidade e na quantidade produzida (QUEIROZ et al., 1978). Para as cultivares estudadas, mesmo retardando a colheita em 30 dias, os genótipos CD 2737 RR, UFUS 7801, NA 5909 RG e UFUS 6901 permaneceram dentro da média brasileira.

A produtividade de grãos está entre os principais objetivos nos programas de melhoramento de soja e mesmo uma cultivar com alto potencial produtivo deve ser exposta a ambientes favoráveis para que se obtenha elevada produção. Neste contexto, além de todo o manejo da cultura, a época de colheita torna-se crucial, pois há genótipos que não toleram longos períodos no campo e outros que são mais tolerantes. Na Tabela

13 encontram-se as médias referentes a produtividade nas diferentes épocas de colheita. Os valores para o caráter produtividade de grãos no estádio R7 oscilaram entre 2500,81 kg ha⁻¹ (UFUS Xavante) e 4657,37 kg ha⁻¹ (TMG 7062 IPRO); no estádio R8 entre 2643,82 kg ha⁻¹ (UFUS 8301) e 4940,76 kg ha⁻¹ (TMG 7062 IPRO); R8+15 entre 2258,51 kg ha⁻¹ (UFUS Milionária) e 4417,06 kg ha⁻¹ (UFUS 7801); e R8+30 entre 1233,00 kg ha⁻¹ (UFUS 8301) e 3318,44 kg ha⁻¹ (UFUS 6901).

TABELA 13. Produtividade de grãos (PROD.) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	PROD. (kg ha ⁻¹)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	4560,17 aA	4204,76 aA	2840,30 bB	2794,32 aB
UFUS 7415	3888,87 aA	3060,60 bB	2669,61 bB	2513,78 aB
UFUS 7910	3814,98 aA	2645,36 bB	2577,50 bB	1824,68 bB
UFUS Milionária	3158,47 bB	4335,46 aA	2258,51 bC	1700,44 bC
UFUS 7801	4087,26 aA	2987,82 bB	4417,06 aA	2593,32 aB
NA 5909 RG	4386,23 aA	3523,79 bB	3980,52 aA	3044,09 aB
UFUS 8301	3936,95 aA	2643,82 bB	2758,15 bB	1233,00 bC
TMG 7062 IPRO	4657,36 aA	4940,76 aA	4276,35 aA	2929,55 aB
UFUS Xavante	2500,81 bA	2920,59 bA	3064,21 bA	2177,13 bA
UFUS 6901	2953,52 bA	3896,26 aA	3257,75 bA	3318,44 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Ao retardar a colheita em 30 dias, as cultivares NA 5909 RG e UFUS 6901 mantiveram médias próximas a brasileira na safra 2016/2017, que foi de 3.364 kg ha⁻¹, sugerindo o uso dessas em programas de melhoramento objetivando tolerância ao retardamento. A UFUS 8301 foi a cultivar que menos tolerou o retardamento de colheita.

Com o objetivo de avaliar o efeito do atraso da colheita sobre a umidade de grãos, massa de mil grãos e produtividade da soja, Tsukahara et al. (2016) observaram decréscimo nos valores de produtividade com o retardamento de colheita.

Estudar nos programas de melhoramento a qualidade fisiológica das sementes de soja é de fundamental importância, uma vez que sementes de boa qualidade são mais produtivas, sendo assim, o controle de qualidade deve ser cada vez mais eficiente,

incluindo testes que avaliem rapidamente o seu potencial fisiológico e que permitam diferenciação imprescindível entre os seus lotes (FESSEL et al., 2010).

Na Tabela 14 estão apresentados os dados referentes a germinação. Observou-se que as cultivares CD 2737 RR, UFUS 7415, UFUS 7801 e NA 5909 RG apresentaram germinação acima do mínimo aceitável ($\geq 80\%$ - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) quando colhidas no estágio R8. As demais apresentaram germinação abaixo do recomendado, com declínio acentuado quando colhidas após o estágio R8. Destaque para a cultivar NA 5909 RR, mesmo retardando a colheita em 15 e 30 dias, a média de germinação foi de 92,07% e 59,00%, respectivamente (Tabela 14). O máximo de germinação é encontrado no estágio R7, maturidade fisiológica, resultados não observados no presente trabalho nas cultivares UFUS 7415, UFUS 7910, UFUS Milionária, UFUS 8301 e UFUS Xavante devido a contaminação das parcelas por patógenos, uma vez que nesse estágio as mesmas se encontravam com maiores teores de água.

TABELA 14. Percentual de plântulas germinadas (GER.) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	GER. (%)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	95,04 aA	88,56 aA	17,63 dB	0,41 cB
UFUS 7415	76,41 bA	83,84 bA	28,89 cB	9,86 cC
UFUS 7910	70,47 bA	76,95 bA	51,03 bB	36,59 bB
UFUS Milionária	78,03 bA	65,88 cA	36,72 cB	21,20 cB
UFUS 7801	82,62 aA	94,31 aA	65,15 bB	37,99 bC
NA 5909 RG	88,83 aA	98,98 aA	92,07 aA	59,00 aB
UFUS 8301	69,82 bA	59,13 cA	22,14 dB	3,78 cC
TMG 7062 IPRO	88,70 aA	74,52 bA	29,16 cB	5,00 cC
UFUS Xavante	57,24 bB	74,33 bA	42,93 cB	4,67 cC
UFUS 6901	86,40 aA	42,80 dB	10,26 dC	4,46 cC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Apesar do teste de germinação não permitir uma avaliação do potencial fisiológico das sementes em diferentes condições, ele fornece informações sobre o

potencial de uma amostra para germinar sob condições ótimas de ambiente. De uma maneira geral, observou-se que as dez cultivares estudadas responderam de maneira diferenciada quanto à qualidade fisiológica de suas sementes. Portanto, o método de retardamento de colheita, após o estágio R8 de desenvolvimento, mostrou-se adequado para diferenciar genótipos em função da qualidade de suas sementes (LIMA et al., 2007).

Baixas taxas de germinação em R8, como observado nas cultivares UFUS 6901, UFUS 8301 e UFUS Milionária, podem ser devido ao armazenamento das mesmas em campo, onde são expostas a condições desfavoráveis, acelerando o processo de deterioração. A rapidez com que ocorre a diminuição na qualidade das sementes após o estágio R7 é devido ao genótipo e as condições impostas às sementes no campo (MARCANDALLI et al., 2011).

Mathias et al. (2017) encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho ao avaliarem o efeito da época de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, concluindo que o atraso da colheita em 10 dias proporcionou redução na taxa de germinação das sementes. Outros autores como Sediya et al. (2012) e Xavier et al. (2015) também encontraram redução na taxa de germinação com o retardamento da colheita.

A matéria seca da planta consiste, com exceção da água, da presença de carboidratos, proteínas, lipídeos e nutrientes minerais. O crescimento e o desenvolvimento da soja podem ser medidos pela quantidade de matéria seca acumulada na planta (CÂMARA, 1998) e, uma vez que a água desempenha um papel essencial no metabolismo celular, pela matéria fresca também, pois cultivares com maior matéria fresca possivelmente tenham mais condições de metabolizar suas reservas em energia para desenvolvimento da plântula (VIEIRA et al., 2013).

Na Tabela 15 estão apresentados os valores de matéria fresca e seca de plântulas normais nas diferentes épocas de colheita. Observou-se decréscimo nos valores desses dois caracteres com o retardamento da colheita. As cultivares NA 5909 RG, UFUS 7415 e UFUS 7801 apresentaram os maiores pesos médios de matéria fresca e seca, indicando que essas cultivares são consideradas mais vigorosas. Sementes mais vigorosas transferem em maior quantidade na fase de germinação matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria (NAKAGAWA, 1999).

TABELA 15. Matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	MF (g plântula ⁻¹)				MS (g plântula ⁻¹)			
	R7	R8	R8+15	R8+30	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	51,93 aA	40,87 bA	6,39 bB	6,51 bB	5,57 aA	5,21 aA	2,86 bB	2,20 bB
UFUS 7415	32,88 bB	50,11 aA	12,30 bC	3,89 bC	4,65 aA	5,52 aA	2,89 bB	1,60 bB
UFUS 7910	30,14 bA	23,15 cA	15,69 bA	13,98 aA	3,64 bA	4,40 aA	3,02 bA	3,07 aA
UFUS Milionária	28,04 bA	23,09 cA	15,29 bB	9,21 bB	3,45 bA	3,30 bA	2,95 bA	2,64 aA
UFUS 7801	42,42 aA	53,77 aA	25,64 bB	20,31 aB	3,98 bB	5,39 aA	3,41 bB	3,99 aB
NA 5909 RG	49,33 aA	53,47 aA	55,07 aA	19,09 aB	5,28 aA	5,35 aA	5,54 aA	3,56 aB
UFUS 8301	23,15 bA	18,33 cA	6,53 bB	3,62 bB	3,62 bA	3,49 bA	1,85 bB	1,58 bB
TMG 7062 IPRO	46,69 aA	36,69 bA	12,17 bB	1,85 bB	4,62 aA	3,95 bA	2,68 bB	0,91 bC
UFUS Xavante	21,04 bA	26,62 cA	14,25 bA	2,64 bB	2,99 bA	3,21 bA	2,68 bA	1,50 bA
UFUS 6901	45,41 aA	10,56 cB	4,57 bB	2,91 bB	4,90 aA	2,61 bB	2,09 bB	2,21 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A condutividade elétrica é um teste que determina o vigor de um lote de sementes. Pesquisas realizadas com diferentes espécies têm mostrado que o decréscimo na germinação e no vigor é diretamente proporcional ao aumento da lixiviação de solutos, indicando que a condutividade elétrica é um método eficiente para a avaliação do vigor (CUSTÓDIO, 2006).

As médias de condutividade elétrica para as dez cultivares de soja oscilaram entre 39,22 $\mu\text{Scm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e 181,68 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para as cultivares NA 5909 RG e TMG 7062 IPRO, respectivamente (Tabela 16). Observou-se que nos estádios R7 e R8 os valores para condutividade elétrica foram menores, aumentando com o retardamento da colheita. A NA 5909 RG obteve os menores valores em todas as épocas de colheita avaliadas, indicando que é a cultivar mais vigorosa. Esse resultado concorda com os testes de germinação, matéria fresca e seca. A TMG 7062 IPRO apresentou valores maiores para condutividade elétrica com o retardamento da colheita.

TABELA 16. Condutividade elétrica (CE) em cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Cultivares	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)			
	R7	R8	R8+15	R8+30
CD 2737 RR	48,83 bA	57,86 cA	137,90 bB	149,49 bB
UFUS 7415	62,76 cA	63,88 cA	101,25 bB	163,29 bB
UFUS 7910	59,02 cA	62,06 cA	97,34 bB	151,03 bB
UFUS Milionária	49,84 bA	64,57 cA	91,94 bB	140,50 bB
UFUS 7801	57,39 bA	54,57 cA	82,76 bB	149,20 bC
NA 5909 RG	40,85 aA	39,22 aA	77,38 aB	105,34 aB
UFUS 8301	72,12 dA	94,24 dA	77,62 aA	109,08 aA
TMG 7062 IPRO	64,37 bA	48,12 bA	102,51 bB	181,68 bB
UFUS Xavante	94,45 dA	75,74 dA	93,25 bA	164,47 bB
UFUS 6901	57,08 cA	95,78 dB	97,52 bB	150,36 bB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A condutividade elétrica estima, com alto grau de precisão, o desempenho de sementes de soja no campo, dependendo das condições climáticas predominantes (PAIVA AGUERO, 1995). O mesmo autor verificou que pode ser obtida ótima emergência de sementes de soja no campo com condutividade de até 110 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ se

as condições de campo forem adequadas à germinação e emergência das mesmas, mas sob pequenas limitações para a germinação, a condutividade não pode ser superior a 90 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

A caracterização de cultivares quanto a qualidade fisiológica permite ao melhorista conhecer a variabilidade genética para este fim e ao submeter os resultados obtidos a técnicas multivariadas, é possível integrar os dados de caracteres agronômicos e de qualidade de semente, permitindo uma melhor gestão dos recursos genéticos disponíveis. Para Abreu et al. (2004), estudos sobre diversidade genética permitem identificar indivíduos com melhor capacidade de combinação e heterose antes de se realizar os cruzamentos e auxilia o melhorista, uma vez que o mesmo pode concentrar seus esforços naqueles cruzamentos que são mais promissores.

Para o estudo da diversidade genética, as medidas de dissimilaridade foram estimadas a partir da distância generalizada de Mahalanobis envolvendo os dez genótipos e dezesseis caracteres avaliados em diferentes épocas de colheita conforme a Tabela 17.

TABELA 17. Dissimilaridade entre 10 genótipos de soja em relação a 16 caracteres, com base na distância generalizada de Mahalanobis.

Genótipos	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
(1)	---	153,31	704,60	755,52	667,97	66,41	908,95	28,52	998,19	22,99
(2)			288,31	366,88	231,45	188,98	406,26	143,79	484,01	88,54
(3)				37,38	117,37	878,52	36,92	717,95	57,51	574,74
(4)					188,59	992,43	108,84	794,83	50,74	657,17
(5)						761,64	120,46	658,00	128,85	535,50
(6)							1085,33	33,31	1221,59	79,81
(7)								913,45	63,44	733,91
(8)									1021,88	42,83
(9)										861,61
(10)										---

(1) CD 2737 RR; (2) UFUS 7415; (3) UFUS 7910; (4) UFUS Milionária; (5) UFUS 7801; (6) NA 5909 RG; (7) UFUS 8301; (8) TMG 7062 IPRO; (9) UFUS Xavante; (10) UFUS 6901.

As medidas de dissimilaridade genética apresentaram uma elevada magnitude (22,99 a 1221,59), indicando a presença de ampla variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Rodrigues et al. (2017), com o objetivo de avaliarem a divergência genética de cultivares de soja, observaram uma elevada magnitude (2,65 a 374,06),

indicando variabilidade genética entre os genótipos estudados, porém, valores inferiores ao observado no presente trabalho.

As cultivares NA 5909 RG e UFUS Xavante foram as mais divergentes ($D_2 = 1221,59$). A menor distância foi obtida entre as cultivares CD 2737 RR e UFUS 6901 ($D_2 = 22,99$). Entre as maiores distâncias encontradas (Tabela 17), a NA 5909 RG e UFUS Xavante esteve presente nas combinações, indicando que essas cultivares podem ser as mais divergentes em relação as demais cultivares.

Os dendogramas resultantes da dissimilaridade dos genótipos com base nos caracteres estudados foram obtidos pelos métodos hierárquicos de ligação média entre grupos (UPGMA), ligação completa (vizinho mais distante) e ligação simples (vizinho mais próximo). A Figura 2 mostra os dendogramas obtidos pelos diferentes métodos hierárquicos, nos quais os resultados do coeficiente de correlação cofenética (CCC) foram de 0,86; 0,86; 0,85 para os métodos UPGMA, vizinho mais distante e vizinho mais próximo, respectivamente. Os resultados indicam um bom ajuste da representação gráfica das distâncias genéticas entre os genótipos e a sua matriz original, pois conforme Cruz; Regazzi; Carneiro (2012), CCC deve ser igual ou superior a 0,70. Dessa maneira, os resultados obtidos ficaram acima do limite estabelecido.

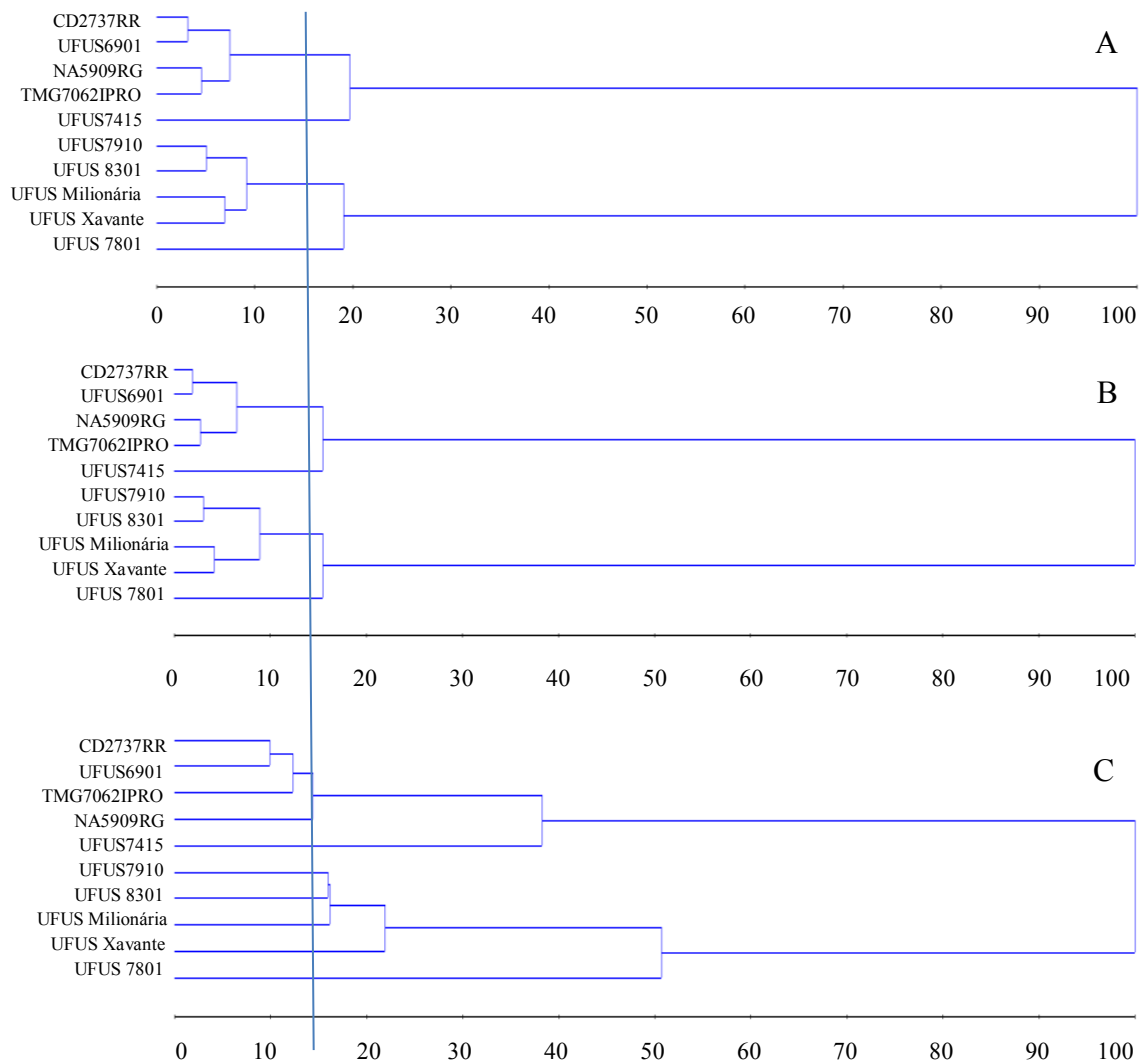


FIGURA 2. Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre 10 cultivares de soja avaliados em diferentes épocas de colheita na safra 2016/2017: A) Método UPGMA; B) Método do vizinho mais distante; C) Método do vizinho mais próximo; utilizando a matriz generalizada de Mahalanobis (D_2).

Nos agrupamentos hierárquicos a delimitação dos grupos é feita de maneira subjetiva, observando-se pontos de alta mudança de nível no dendrograma (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011). Para analisar os dendrogramas (Figura 2), foi estabelecido um ponto de corte em 15% de dissimilaridade, nos quais foram formados quatro grupos pelo método UPGMA (Figura 2A) e pelo método vizinho mais distante (Figura 2B) e oito grupos pelo método vizinho mais próximo (Figura 2C).

As cultivares pertencentes a cada grupo pelos métodos UPGMA (Figura 2A) e vizinho mais distante (Figura 2B) foram: Grupo 1 (CD2737 RR, UFUS 6901, NA 5909 RG e TMG 7062 IPRO); Grupo 2 (UFUS 7415); Grupo 3 (UFUS 7910, UFUS 8301, UFUS Milionária e UFUS Xavante); e Grupo 4 (UFUS 7801). Houve concordância na separação dos genótipos ao comparar UPGMA e vizinho mais distante.

No método do vizinho mais próximo, os grupos formados foram distintos em relação aos outros dois métodos hierárquicos. As cultivares inseridas no grupo 1 foram: CD2737 RR, UFUS 6901 e TMG 7062 IPRO; Grupo 2, NA 5909 RG; Grupo 3, UFUS 7415; Grupo 4, UFUS 7910, Grupo 5, UFUS 8301; Grupo 6, UFUS Milionária; Grupo 7, UFUS Xavante; Grupo 8, UFUS 7801.

Na Tabela 18 encontra-se o agrupamento das dez cultivares de soja colhidas em diferentes épocas pelo método de otimização de Tocher, o qual revelou a formação de 4 grupos, sendo quatro cultivares reunidas no grupo I e II e as cultivares UFUS 7801 e UFUS 7415 reunidas nos grupos 3 e 4, respectivamente.

TABELA 18. Agrupamento de otimização entre 10 cultivares de soja, obtido pelo método de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis.

Grupos	Genótipos
I	CD 2737 RR; UFUS 6901; TMG 7062 IPRO; NA 5909 RG
II	UFUS 7910; UFUS 8301; UFUS Xavante; UFUS Milionária
III	UFUS 7801
IV	UFUS 7415

Na análise dos dendogramas e do agrupamento de Tocher (Figura 2 e Tabela 18), observou-se que os métodos UPGMA e vizinho mais distante promoveram a separação das cultivares em grupos idênticos ao Tocher. Para Hamawaki et al. (2012), a concordância entre o método de otimização Tocher e outros métodos hierárquicos de agrupamento podem ser usados para complementar resultados, favorecendo a escolha de genitores divergentes que podem ser usados nos programas de melhoramento.

Outra alternativa para analisar a diversidade genética é por meio das variáveis canônicas, essas são utilizadas para identificar progenitores similares em gráficos de dispersão bidimensionais ou tridimensionais. As primeiras variáveis canônicas devem envolver, no mínimo, 80% da variação total dos progenitores. Assim, é possível explicar satisfatoriamente a variabilidade manifestada entre os genótipos e interpretar o

fenômeno com considerável simplificação, por meio da representação gráfica (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Observou-se no presente trabalho que as três primeiras variáveis canônicas explicaram 97,29 % da variância total contida no conjunto das características (Tabela 19).

TABELA 19. Estimativa dos autovalores na análise de variáveis canônicas

Variáveis Canônicas	Raiz	Raiz (%)	(%) Acumulada
1	197,99	89,18	89,18
2	12,67	5,70	94,89
3	5,36	2,41	97,31
4	98,68	3,04	1,37
5	1,71	0,77	99,45
6	0,72	0,32	99,78
7	0,26	0,11	99,90
8	0,15	0,07	99,97
9	0,06	0,02	100,00
10	0	0	100,00
11	0	0	100,00
12	0	0	100,00
13	0	0	100,00
14	0	0	100,00
15	0	0	100,00
16	0	.0	100,00

Peluzio et al. (2011), com o objetivo de quantificar a variabilidade genética de 14 cultivares de soja, promover o agrupamento dessas cultivares em função da dissimilaridade genética e dispersão dos escores, indicar a contribuição relativa das características na dissimilaridade genética e identificar as combinações híbridas superiores promissoras na seleção de progênes, obtiveram valores semelhantes ao presente trabalho, onde as duas primeiras variáveis canônicas explicaram mais de 80 % da variância total contida no conjunto das características. Resultados também encontrados por Santos et al. (2011).

A dispersão das cultivares de soja no plano cartesiano considerando as duas primeiras variáveis canônicas está na Figura 3. Notou-se a distribuição dos genótipos em quatro grupos idênticos aos obtidos pelos métodos de Tocher, UPGMA e vizinho mais distante.

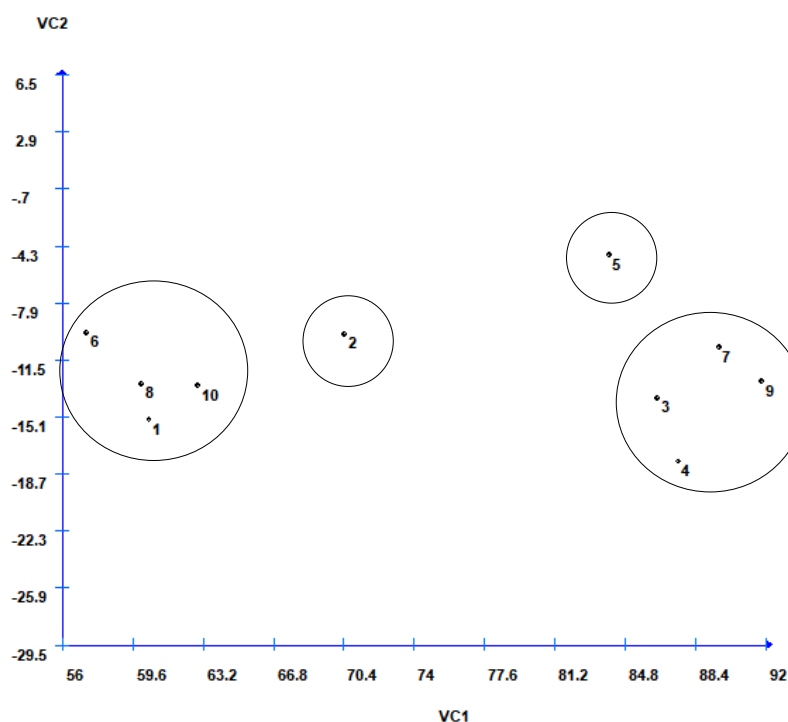


FIGURA 3. Dispersão gráfica de 10 cultivares de soja em relação às duas primeiras variáveis canônicas, estabelecidas pela combinação linear dos caracteres estudados. Grupo 1 – NA 5909 RG (6), TMG 7062 IPRO (8), CD 2737 RR (1) e UFUS 6901 (10); Grupo 2 – UFUS 7415 (2); Grupo 3 – UFUS 7801 (5); Grupo 4 – UFUS 7910 (3), UFUS Milionária (4), UFUS 8301 (7) e UFUS Xavante (9).

Cultivares reunidas em grupos mais distantes dá um indicativo de serem dissimilares, podendo ser consideradas como promissoras em cruzamentos artificiais. Entretanto, além de dissimilares, os genitores devem associar caracteres favoráveis, média elevada e serem complementares para os caracteres que estejam sendo melhorados (ALMEIDA et al., 2011).

A contribuição relativa de cada caráter pode ser visualizada na Tabela 20. O número total de vagens contribuiu com 43,85 % da divergência, seguido pelo número de vagens com dois grãos, com 29,72 % e número de vagens com três grãos, 14,53 %. Os demais caracteres apresentaram estimativas de contribuição relativa de baixa magnitude, o que demonstra a pequena participação na divergência.

TABELA 20. Contribuição relativa das variáveis em dez genótipos de soja, conforme critério de Singh (1981).

Caracteres	S.j.	Valor (%)
Número de dias para floração	15108,11	8,62
Altura da planta na floração	223,71	0,12
Número de nós na floração	485,1	0,27
Número de dias para maturidade	2513,41	1,43
Altura da planta na maturidade	330,69	0,18
Número de nós na maturidade	216,89	0,12
Altura de inserção da primeira vagem	10,89	0
Número de vagens com um grão	1434,69	0,81
Número de vagens com dois grãos	52072,06	29,72
Número de vagens com três grãos	25468,82	14,53
Número total de vagens	76824,09	43,85
Produtividade de grãos	231,78	0,13
Germinação	143,28	0,11
Condutividade elétrica	24,27	0,01
Matéria fresca	28,78	0,01
Matéria seca	5,65	0

Torres et al. (2015), estudando seis cultivares transgênicas de soja, observaram que o caráter que mais contribuiu na divergência genética foi o número de vagens, concordando com o obtido no presente trabalho.

Os métodos de Tocher, UPGMA, vizinho mais distante e variáveis canônicas determinaram de maneira idêntica a diversidade genética entre as dez cultivares de soja, auxiliando na seleção de genitores de alto desempenho agrônomo e com qualidade fisiológica de sementes.

Ao analisar conjuntamente os resultados dos caracteres agrônômicos e os de qualidade fisiológica de semente por meio das estatísticas uni e multivariada, foi possível indicar genitores promissores para hibridações artificiais visando a obtenção de populações segregantes.

A cultivar UFUS 7801 apresenta produtividade com o retardamento de colheita, a UFUS 7415, caracteres agrônômicos favoráveis e a cultivar NA 5909 RG, caracteres agrônômicos favoráveis, produtividade e qualidade de semente. Dessa forma, as

hibridações indicadas como promissoras foram: UFUS 7415 x NA 5909 RG e UFUS 7801 x NA 5909 RG, sendo os genótipos dissimilares e com boas médias para os caracteres agronômicos e qualidade fisiológica de sementes.

5. CONCLUSÕES

O retardamento de colheita permite identificar e caracterizar genótipos de soja quanto à qualidade fisiológica de semente.

As cultivares NA 5909 RG, UFUS 7415 e UFUS 7801 apresentaram caracteres agronômicos desejáveis, boa produtividade e qualidade de semente.

As hibridações entre os seguintes genótipos são as mais recomendadas para obtenção de populações segregantes com alta variabilidade genética: UFUS 7415 x NA 5909 RG e UFUS 7801 x NA 5909 RG.

O número de vagens totais foi o caráter que mais contribuiu para a diversidade genética.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, F. B. et al. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 547-552, 2004.
<https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000300009>
- BERTINI, C. H. C. M. et al. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 613-619, 2010.
- BEZERRA, A. R. G. et al. Botânica e Fenologia. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (Ed.) **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.
- BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo: origem, história e distribuição. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981.
- BONETTI, L. P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F.J. (Ed.) **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill, 1983.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa: Ed. Viçosa, 2009. 529 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 p. 2009.
- CÂMARA, G. M. S. **Soja: Tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, 1998. 293p
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 272-278, 2012.
<https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300006>
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CHUNG, G.; SINGH, R.J. Broadening the genetic base of soybean: a multidisciplinary approach. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 27, n. 5, p. 295-341, 2008.
<https://doi.org/10.1080/07352680802333904>
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: décimo segundo levantamento, setembro, 2017**. Brasília: CONAB, 2017. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 16 jan. 2018.
- CORDEIRO, A. C. C. **Métodos de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado**. Boa Vista: Embrapa, 2008. 65 p.
- COSTA, J.C.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1982.

CRUZ, C.D. Genes Software extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2011, 620p.

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

CUI, Z. et al. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. **Crop Science**, Saint Paul, v. 41, p. 1954-1967, 2001.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2001.1954>

CUNHA, M. C. G.; HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B. Genetic variability among 79 soybean progenies from UFU breeding program. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 340-349, 2013.

CUSTÓDIO, CECI CASTILHO. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. In: **Colloquium Agrariae**. 2006. p. 29-41.

DALLASTRA, A. et al. Multivariate approach in the 424 selection of superior soybean progeny which carry the RR gene. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 588-597, 2014.
<https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000300021>

DINIZ, F. O. et al. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 147-152, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S2317-15372013000200002>

FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: Theory and Technique**. New York (USA): Mc-Graw Hill, 1987.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1977.

FESSEL, S.A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. *Bragantia*, v. 69, n.1, p. 207-214, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100026>

FINHOLDT, R. S. **Estimativas do coeficiente de herdabilidade entre e dentro de famílias F5 de soja**. 2012. 42 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2012.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil. In: **SIMPÓSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS – MELHORAMENTO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE SEMENTES NO BRASIL**, v. 7, 2003.

FRANCA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C. Seed production and technology for the tropics. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tropical soybean: improvement and production**. Roma: FAO, 1994.

GRAVOIS, K. A.; BERNHARDT, J. L. Heritability x environment interactions for discoloured rice kernels. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 314-318, 2000.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402314x>

GRIS, C. F. et al. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000200015>

GUO, J. et al. A single origin and moderate bottleneck during domestication of soybean (*Glycine max*): implications from microsatellites and nucleotide sequences. **Annals of Botany**, Oxford, v. 106, n. 3, p. 505-514, 2010.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcq125>

HAMAWAKI, O. T. et al. Yield and agronomic characteristics of soybean breeding lines in Minas Gerais State, Brazil. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 1, p. 43, 2010.

HAMAWAKI, O. T. et al. Genetic parameters and variability in soybean genotypes. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 2, p. 76-83, 2012.

HARTMAN, G. L.; WEST, E. D.; HERMAN, T. K. Crops that feed the World 2. Soybean worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, Beltsville, v. 3, p. 5-17, 2011.
<https://doi.org/10.1007/s12571-010-0108-x>

HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application off electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, p.403-13, 1984.

HIROMOTO, D. M.; VELLO, N. A. The genetic base of Brazilian soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 9, n. 2, p. 295-306, 1986.

HYTEN, D. L. et al. Impacts of genetic bottlenecks on soybean genome diversity. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v. 103, n. 45, p. 16666-16671, 2006.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0604379103>

JÚNIOR, J.A.F. et al. Diversidade genética em linhagens avançadas de soja oriundas de cruzamentos biparentais, quádruplos e óctuplos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, 2015.

KRZYZANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

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

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

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

LIMA, W. A. A. et al. Harvest delay as a method for differentiating soybean genotypes for seed physiological quality. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 186-192, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000100026>

LOEFFLER, L.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

MARCANDALLI, L.H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I.G. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: Qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 241-250, 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000200006>

MARCOS-FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. D. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100012>

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

MARCOS-FILHO, J. et al. Effect of harvesting time on seed physiological quality, chemical composition and storability of soybeans. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 298-304, 1994.

<https://doi.org/10.1590/S0103-90161994000200016>

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**, Fortaleza, v. 47, n. 3, 455 p., 2016.

MARTINS, C. C.; SILVA, N.; MACHADO, C. G. Testes para a seleção de populações de cenoura visando ao vigor e à longevidade das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 768- 775, 2014.

<https://doi.org/10.1590/S0103-84782014005000001>

MATHIAS, V. et al. Implicações da época de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista agro@mbiente on-line**, v. 11, n. 3, p. 223-231, 2017.

MINUZZI, A. et al. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no Estado do Mato Grosso do Sul. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2010.

MIRANDA, G.V. et al. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 681-688, 2003.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000600003>

MOTERLE, L.M. et al. Efeito de biorregulador na germinação e no vigor de sementes de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, vol. 58, n. 5, p. 651-660, 2011.

MULATO, B. M.; et al. Genetic diversity in soybean germplasm identified by SSR and EST-SSR markers. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 276-283, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000300007>

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

NETO, M. M. J. Estatística multivariada. **Revista de Filosofia e Ensino**, 9 maio 2004. Disponível em: http://www.criticanarede.com/cien_estatistica.html. Acesso em: 08 de jan. 2018.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 19-44, 2000.

NÓBREGA, L.H.P. **Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja submetidas a mecanismos distribuidores de semeadoras**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

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

NOGUEIRA, A. P. O et al. Estádios de desenvolvimento. Tecnologias de Produção de Sementes de Soja. 01 ed. Londrina-PR: **Mecenas**, 2013, v.01, p.15-44.

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

OHLSON, O.C. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 118-124, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000400013>

OLIVEIRA, S. S. C. et al. Seleção de progênies de naboforrageiro para germinação sob altas temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 2, p. 217-222, 2014.
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200004>

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo**. 1995. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.

PELUZIO, J. M. et al. Variabilidade genética entre cultivares de soja, sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 2, n. 3, p. 21-40, 2011.

PEREIRA, H. S. et al. Informações fenotípicas e marcadores microsatélites de QTL na escolha de populações segregantes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 707-713, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000500014>

PERINI, L. J. et al. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, 2012.
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2531>

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ª ed. Ed. Universitária UFPel, 2012. Pelotas. 418 p.

PITOL, C.; BROCH, D.L. **Soja: Lavoura mais produtiva e Tolerante à Seca**. Boletim técnico. Fundação MS, v. 6, n. 1, p. 140-146, 2012.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985.

QUEIROZ, E. D. et al. Recomendações técnicas para a colheita da soja. **Londrina: EMBRAPA-CNPSO**, 1978.

RIBEIRO, F.D.C. et al. Desempenho agrônômico de cultivares de soja na região central do Estado do Tocantins, safra 2014/2015. **Scientia Plena**, v. 12, n. 7, 2016.

RIGO, G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da danificação mecânica**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas.

ROCHA, G. C. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas e armazenadas- Physiological quality of treated and stored soybean seeds. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, Goianésia, v. 4, n. 1, p. 50-65, 2017.

RODRIGUES, B. et al. Dissimilarity measures and hierarchical methods for the study of genetic diversity on soybean. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 33, n. 6, 2017.

RODRIGUES, J. I. S. et al. Genetic divergence of soybean genotypes in relation to grain components. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 2, 2017.

SANTOS, E. R. D. et al. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, 2011.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenass, 2009, p. 1-5.

SEDIYAMA, C.A.Z. et al. Physiological quality of soybean seed cultivars by osmoconditioning. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 2, p. 90-97, 2012.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2015.

SINÍCIO, R. et al. Validação do aplicativo computacional SEEDSOLVE para previsão das perdas de germinação e vigor de sementes armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 9-18, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000200001>

TERASAWA, J.M. et al. Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 765-773, 2009.

<https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000300025>

TOBAR-TOSSE, D.E. et al. Caracterização de genótipos de soja-hortaliça por análise de componentes principais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 7, p. 1214-1219, 2015.

<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140597>

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

TSUKAHARA, R. Y. et al. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 8, p. 905-915, 2016.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800002>

VASCONCELOS, E. S. et al. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1421-1428, out, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001000008>

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

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

VIANNA, V. F. et al. The multivariate approach and influence of characters in selecting superior soybean genotypes. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 4162-4169, 2013.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005.

VIEIRA, F. C. F. et al. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de soja submetidos a déficit hídrico induzido por PEG 6000. **Bioscience Journal**, Uberlândia, p. 543-552, 2013.

VIEIRA, R.D.; BITTENCOURT, S.R.M.; PANOBIANCO, M. Seed vigour - an important component of seed quality in Brazil. **ISTA - Seed Testing International**, n. 126, p. 21-22, 2003.

WYSMIERSKI, P. T. **Contribuição genética dos ancestrais da soja às cultivares brasileiras**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

XAVIER, T.D.S. et al. Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja/Harvest time in the seed quality of soybean genotypes. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 2, p. 241, 2015.

YAMANAKA, N. et al. Genetic relationships between Chinese, Japanese and Brazilian soybean gene pools revealed by simple sequence repeat (SSR) markers. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 30, n. 1, p. 85- 88, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S1415-47572007000100016>

YOKOMIZO, G.K.; VELLO, N.A. Coeficiente de determinação genotípica em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2223-2228, 2000.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000001100014>

ANEXO A

TABELA 1A. Resumo da análise de variância de caracteres agronômicos em dez cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios						
		NDF	NDM	APF	APM	NNF	NNM	AIV
BLOCOS	3	0,59	4,34	75,02	44,89	1,73	1,49	46,71
CULTIVAR (C)	9	1866,27**	4944,84**	6599,8**	1926,09**	120,79**	27,65**	103,74**
ÉPOCA DE COLHEITA (EC)	3	2,9*	327,28**	273,04**	22,84 ^{ns}	0,55 ^{ns}	2,56 ^{ns}	33,84 ^{ns}
C x EC	27	2,93**	229,69**	95,54**	95,2**	1,71**	3,73**	25,06**
ERRO	117	0,79	9,34	31,19	33,28	0,59	1,13	12,99
MÉDIA		54,05	118,25	54,73	77,29	11,71	14,64	17,99

**, *: significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F e ns, não significativo pelo teste F. Graus de liberdade (GL); número de dias para a floração (NDF); número de dias para a maturidade (NDM); altura da planta na floração (APF); altura da planta na maturidade (APM); número de nós na floração (NNF); número de nós na maturidade (NNM); altura de inserção da primeira vagem (AIV).

ANEXO B

TABELA 1B. Resumo da análise de variância dos componentes de produção em dez cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios				
		V1G	V2G	V3G	NTV	PROD.
BLOCOS	3	2,31	48,09	57,92	198,24	1428272,42
CULTIVAR (C)	9	44,93**	2312,76**	929,38**	1144,23**	4506672,19**
ÉPOCA DE COLHEITA (EC)	3	75,37**	811,57**	328,45**	2682,43**	14245568,2**
C x EC	27	12,36**	102,79**	187,03**	445,96**	1369815,66**
ERRO	117	3,56	34,62	50,23	124,87	474950,35
MÉDIA		2,98	17,83	18,43	39,25	3233,31

**, *: significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F e ns, não significativo pelo teste F. Graus de liberdade (GL); número de vagens de um grão (NV1); número de vagens de dois grãos (NV2); número de vagens de três grãos (NV3); número total de vagens (NTV); produtividade de grãos (PROD.).

ANEXO C

TABELA 1C. Resumo da análise de variância dos componentes de qualidade fisiológica em dez cultivares de soja semeadas no município de Uberlândia-MG, safra 2016/2017 em diferentes épocas de colheita.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		% GER.	CE	MF	MS
BLOCOS	3	131,3	905,31	884,14	26,08
CULTIVAR (C)	9	2935,91**	2113,29**	1488,11**	8,87**
ÉPOCA DE COLHEITA (EC)	3	29769,7**	62105,06*	7473,6**	36,91**
C x EC	27	634,68**	1182,87**	352,51**	2,18**
ERRO	117	134,44	892,07	98,76	1,07
MÉDIA		49,35	92,16	23,98	3,46

**, *: significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F e ns, não significativo pelo teste F. Graus de liberdade (GL); germinação (GER.); condutividade elétrica (CE), matéria fresca (MF); matéria seca (MS).