

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO E EFEITO DE
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES EM POPULAÇÕES
SEGREGANTES DE SOJA

Elise de Matos Pereira

Engenheira Agrônoma

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO E EFEITO DE
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES EM POPULAÇÕES
SEGREGANTES DE SOJA

Elise de Matos Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli

Coorientadores: Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro

Profa. Dra. Cibele Chalita Martins

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

2016

P436e Pereira, Elise de Matos
Estratégias de seleção e efeito de armazenamento de sementes em populações segregantes de soja / Elise de Matos Pereira. – – Jaboticabal, 2016
xii, 79 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientadora: Sandra Helena Unêda - Trevisoli

Coorientadores: Antonio Orlando Di Mauro, Cibele Chalita Martins

Banca examinadora: Everton Luis Finoto, Ivana Marino Bárbaro Torneli, Rinaldo Cesar de Paula, Gustavo Vitti Mõro

Bibliografia

1. Análises multivariadas. 2. Caracteres agronômicos. 3. *Glycine max.* 4. Qualidade de sementes. 5. Teor de óleo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:633.34

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



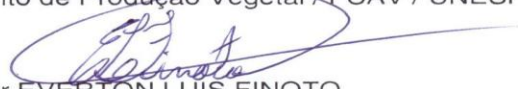
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO E EFEITO DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES
EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE SOJA

AUTORA: ELISE DE MATOS PEREIRA
ORIENTADORA: SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI
CO-ORIENTADOR: ANTONIO ORLANDO DI MAURO
CO-ORIENTADORA: CIBELE CHALITA MARTINS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA
(GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador EVERTON LUIS FINOTO
APTA / Polo Regional do Centro Norte - Pindorama, SP


Pesquisadora IVANA MARINO BÁRBARO TORNELI
APTA / Secretaria da Agricultura e Abastecimento - Colina, SP


Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MÕRO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 17 de junho de 2016.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Elise de Matos Pereira - nascida em 03 de dezembro de 1986, na cidade de Lavras, MG, filha de Antonio Alvim Pereira e Elisa de Matos, Engenheira Agrônoma formada na Universidade Federal de Lavras em agosto 2009. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica – Stoller (2006) e EPAMIG/FAPEMIG (2007/2009) no Departamento de Agricultura - Setor de Sementes. Em março de 2010 ingressou no curso de Pós-Graduação Agronomia (Fitotecnia) pela mesma instituição, área de concentração Produção Vegetal com ênfase em Produção e Tecnologia de Sementes, como bolsista CNPq e sob orientação do Professor Dr. Renato Mendes Guimarães e coorientação da Professora Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho, obtendo o título de mestre em fevereiro de 2012. Ingressou no curso de Doutorado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) em agosto de 2012 na Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da Professora Dra. Sandra Helena Unêda - Trevisoli e coorientação dos professores Dr. Antonio Orlando Di Mauro e Dra. Cibele Chalita Martins, como bolsista CAPES. De julho a dezembro de 2015 realizou estágio de doutoramento sanduíche junto à Università Degli Studi di Modena e Reggio Emilia na Itália, como bolsista CAPES/Pdse.

*À Deus, sempre presente em minha vida
proporcionando bênçãos sem fim.*

*Aos meus pais, Antonio Alvim e Elisa, ao
Felipe, Lívia e Débora, por tornarem
minha vida completa e pelo apoio
incondicional em todos os momentos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista - FCAV/UNESP Câmpus de Jaboticabal, ao Programa de Pós – Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) e ao Departamento de Produção Vegetal, pela estrutura e pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado e bolsa de doutorado sanduíche.

À minha orientadora, Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli, pelos ensinamentos transmitidos, dedicação, incentivo e confiança.

Aos professores Dr. Antonio Orlando Di Mauro e Dra. Cibele Chalita Martins, pela co-orientação, ajuda e disponibilidade.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) e do Departamento de Produção Vegetal, que proporcionaram uma formação científica excelente.

Aos membros da banca examinadora, agradeço a disponibilidade, atenção e contribuições valiosas.

À Livia e Fabiana, por quem tenho grande admiração e carinho, pela amizade sincera e pelos dias de trabalho que se tornaram bem mais leves e prazerosos.

Aos amigos (as) da Equipe do Programa de Melhoramento Genético de Soja da FCAV/UNESP, Fabiana, Bruno, Eduardo, Antonio, Daniel, Viviane, Melina, Aretha, Amanda, Cléber, Éder, Wallace, Alysson, Paulo, Lilian, Amanda Elena, Anália, Catarina, Suellen, Andréa e José Arantes, pela grandiosa colaboração durante a execução dos trabalhos e os momentos de descontração.

Aos amigos (as) do Programa de Pós Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas), em especial Marcela, Rodolfo, Sophia, Lucas, Renata, Alexandre pelo companheirismo e pelos momentos especiais.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, Mônica, Geraldo, Faro, Gabi e Sebastião (*in memoriam*), pela amizade, apoio e disponibilidade.

Aos funcionários da Fazenda de Pesquisa da FCAV/UNESP, em especial ao Marcelo e Seu João pelo auxílio na execução dos experimentos.

Às amigas de Jaboticabal, Ana Paula, Bianca, Fabieli e Sophia

À Università Degli Studi di Modena e Reggio Emilia (UNIMORE) e a todos os membros do Dipartimento di Scienze della Vita pelo carinho e acolhimento.

Aos professores Dr. Enrico Francia, Dr. Nicola Pecchioni e Dra. Justyna Milc pela oportunidade, confiança e por todos os ensinamentos.

Aos colegas do grupo Crop Production, Lavinia, Luca, Antonieta e Domenico, pela ajuda e paciência.

À “família Mascagni”, pela amizade e acolhimento.

A todos que de alguma maneira contribuíram para que essa fase da minha vida fosse tão maravilhosa.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Teor de óleo na soja	3
2.2. Qualidade fisiológica de sementes.....	4
2.3. Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes e no teor de óleo	5
2.4. Análise Multivariada	7
2.4.1. Análise de Correlações Canônicas	8
2.4.2. Análises de Componentes Principais.....	10
2.4.3. Análise de Agrupamento.....	11
3. REFERÊNCIAS.....	13
CAPÍTULO 2 – CORRELAÇÕES CANÔNICAS ENTRE CARACTERES AGRONÔMICOS DE PLANTAS E FISIOLÓGICOS DE SEMENTES EM SOJA	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1. Obtenção e condução das populações segregantes	21
2.2. Condução dos experimentos em campo.....	22
2.3. Caracteres agronômicos	23
2.4. Condução dos experimentos em laboratório.....	23
2.5. Caracteres fisiológicos de sementes avaliados	23
2.6. Análises estatísticas.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
3.1 Geração de plantas F_3 e sementes F_4	26
3.2 Geração de plantas F_4 e sementes F_5	30
3.3 Geração de sementes F_4 e plantas F_4	33
4. CONCLUSÕES	36
5. REFERÊNCIAS.....	36
CAPÍTULO 3 - EFEITO DO ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E TEOR DE ÓLEO EM SEMENTES DE SOJA	42

1. INTRODUÇÃO	43
2. MATERIAL E MÉTODOS	44
2.1. Condições experimentais	44
2.2. Caracteres avaliados	45
2.3. Análises estatísticas.....	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
3. CONCLUSÕES	54
4. REFERÊNCIAS.....	55
CAPÍTULO 4 – ABORDAGEM MULTIVARIADA NA SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA COM CARACTERES AGRONÔMICOS SUPERIORES E ALTO TEOR DE ÓLEO	57
1. INTRODUÇÃO	58
2. MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1. Descrição do experimento	59
2.2. Obtenção e condução das populações segregantes	59
2.3. Caracteres agronômicos avaliados	62
2.4. Análises multivariadas	62
2.4.1. Cálculo dos componentes principais.....	63
2.4.2. Cálculo da variância contida em cada componente principal	63
2.4.3. Correlações das variáveis com os componentes principais.....	64
2.4.4. Análise de agrupamento pelo método não hierárquico	64
2.4.5. Análise por índice de seleção	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5. CONCLUSÕES	75
6. REFERÊNCIAS.....	75
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79

ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO E EFEITO DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTES EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE SOJA

RESUMO - O presente estudo foi realizado com os objetivos principais de: verificar as associações existentes entre caracteres agronômicos e caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de soja; determinar alterações fisiológicas e no teor de óleo em sementes de soja ao longo do período de armazenamento, além de selecionar progênies superiores de soja por meio de análises multivariadas. Para isto, as relações existentes entre os caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos de sementes foram verificadas por meio da análise de correlações canônicas em sete populações e duas cultivares comerciais, em três gerações: plantas F_3 e sementes F_4 ; plantas F_4 e sementes F_5 ; e sementes e plantas na geração F_4 . Os caracteres agronômicos de plantas (grupo I) avaliados foram: número de dias para maturidade, altura da planta na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, produção de grãos e teor de óleo. A qualidade fisiológica das sementes (grupo II), foi avaliada por meio do teste de germinação, envelhecimento acelerado, emergência e índice de velocidade de emergência. As mesmas populações e cultivares também foram avaliadas, antes do armazenamento e após seis meses, armazenadas em ambiente com temperatura e umidade controladas, por meio dos testes de germinação, vigor, teor de água e teor de óleo, em esquema fatorial 2×9 . Para as análises multivariadas, 20 populações segregantes de geração F_4 , foram avaliadas para os seguintes caracteres agronômicos: número de dias para florescimento, número de dias para maturidade, altura da planta na maturidade, altura da inserção da primeira vagem, número de ramos, número de vagens, número de nós, produção de grãos e teor de óleo. Utilizou-se a técnica de componentes principais e análise de agrupamento pelo método não hierárquico de K-médias, além dos índices de seleção Mulamba e Mock e Smith e Hazel. Observou-se que os caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos de sementes não são independentes. As associações intergrupos para a geração de plantas F_3 e sementes F_4 foram estabelecidas por plantas com maior número de vagens, mais produtivas e com alto teor de óleo, as quais estão associadas com sementes de alta germinação e velocidade de emergência. Na

geração de plantas F₄ e sementes F₅, há associação entre ciclo de maturidade reduzido, sementes de alta porcentagem de emergência e alta porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento acelerado. Pelo segundo par canônico plantas mais produtivas e de porte alto estão associadas com maior vigor de sementes de soja. Para a geração de sementes e plantas F₄ as associações estabelecidas foram sementes de alto vigor estão associadas a plantas mais produtivas, com alto teor de óleo e ciclo de maturidade reduzido. E pelo segundo par canônico há associação entre sementes de alta qualidade fisiológica e plantas de porte alto. O armazenamento das sementes por seis meses em ambiente controlado afetou a qualidade fisiológica e o teor de óleo das sementes, sendo que os genótipos de soja apresentam diferentes níveis de tolerância ao armazenamento e teores de óleo. A análise de componentes principais resultou em 3 componentes principais (CP1, CP2 e CP3), os quais explicam 65,82% da variância total contida nas nove variáveis. Os caracteres de maior contribuição na discriminação dos genótipos em CP1 foram produção de grãos, número de ramos, número de vagens, número de nós e número de dias para maturidade. As progênies selecionadas 36, 37, 38, 39, 40, 41, 65, 75, 80, 89 e 95 apresentam bom potencial produtivo. Foram formados nove grupos pela análise de agrupamento K-médias, o grupo superior foi formado pelas progênies 36, 38, 39, 40, 65, 75, 79 e 80. Dentre as 18 progênies selecionadas pelos índices de seleção, 10 foram concordantes com os componentes principais. As análises multivariadas permitiram a seleção de progênies superiores para os caracteres relacionados à produção de grãos e teor de óleo.

Palavras-chaves: análises multivariadas, caracteres agronômicos, *Glycine max*, qualidade de sementes, teor de óleo.

SELECTION STRATEGIES AND SEED STORAGE EFFECT ON SOYBEAN SEGREGATING POPULATIONS

ABSTRACT - This study aimed to examine the associations between agronomic traits and traits related to physiological seed quality in soybean seeds, determine physiological and oil content alterations during the storage and select superior progenies using multivariate analysis. For this, the relationships between agronomic traits and physiological of seed traits were evaluated using canonical correlation analysis in seven segregating populations and two commercial cultivars conducted in three generations: plants F_3 and seeds F_4 , plants F_4 and seeds F_5 and seeds and plants in generation F_4 . The agronomic traits (group I) evaluated were: number of days to maturity, plant height at maturity, first pod height, number of pod per plant, grain yield and oil content. The seed physiological quality (group II) was evaluated by percentage of germination, percentage of emergence, emergence speed index and accelerated aging. The same populations and cultivars were also evaluated before the storage and after six months stored in cold room by germination test, vigor, seed moisture and oil content, arranged in a 2 x 9 factorial design. For the multivariate analysis, 20 segregating populations in generation F_4 were evaluated using the following agronomic traits: number of days to flowering, number of days to maturity, plant height at maturity, first pod height, number of branches per plant, number of pod per plant, number of nodes per plant, grain yield and oil content. It was used the principal components technique and the non-hierarchical clustering method of K-means and also the rank summation index Mulamba and Mock and classical selection index Smith and Hazel. The analysis of canonical correlation showed that the groups are not independent. Inter-group associations, in the generation of plants F_3 and seeds F_4 , were establish by plants with more pods, higher grain yield and oil content are associated with seeds with high germination and emergence speed index. For the generation plants F_4 and seeds F_5 , there are associations between short-season plants, seeds with high emergence and percentage of germination under conditions of accelerated aging. In the second canonical pair, higher-yielding and taller plants are associated with high vigor soybean seeds. For the generation

seeds and plants F_4 the associations established were, seeds with high vigor are associated with short-season and higher-yielding plants and high oil content. And in the second canonical pair there is association between seeds with high physiological quality and tall plants. The storage for six months in cold room affected the physiological quality and the oil content of the seeds and the soybean genotypes shown different levels of tolerance of storage and different oil content. The principal components analysis resulted on 3 principal components (PC1, PC2 and PC3), which explained 65,82% of the total variance in nine variables. The traits with higher contribution to discriminate the progenies in PC1 were grain yield, number of branches, number of pods, number of nodes and number of days to maturity. The selected progenies 36, 37, 38, 39, 40, 41, 65, 75, 80, 89 and 95 shown good productive potencial. The clustering analysis, K-means allowed the formation of nine groups, the superior group contains the progenies 36, 38, 39, 40, 65, 75, 79 and 80. Among the 18 progenies selected by the selection indexes, 10 were consistent with principal components analysis. The multivariate analysis allowed selecting superior progenies for the evaluated characters, especially for the components related to grain production and oil content.

Keywords: agronomic traits, *Glycine max*, multivariate analysis, oil content, seed quality.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem expressiva importância no cenário agrícola mundial, em termos de produção e área cultivada, sendo considerada a oleaginosa de maior importância para o agronegócio mundial. Lidera a produção mundial de sementes oleaginosas e óleo comestível, podendo ser cultivada em diversas localizações geográficas e sob diferentes condições climáticas. No Brasil, é responsável por mais de 56% da área cultivada, com uma área de 33,53 milhões de hectares e produção de 100,93 milhões de toneladas, com produtividade de 3.037 kg.ha⁻¹ no ano agrícola de 2015/2016 (CONAB, 2016).

É uma das fontes mais importantes de óleo e proteína vegetal, com grande potencial de produção para fins de alimentação animal, humana e produção de biodiesel devido às características nutricionais e industriais. Contém em torno de 37-42% de proteína de boa qualidade e de 17-24% de óleo (IQBAL et al., 2015).

Estudos exploratórios visando o conhecimento das associações existentes na cultura da soja podem permitir a definição de estratégias para futuros programas de melhoramento genético, como por exemplo, a associação entre grupos de variáveis de plantas adultas e sementes permitindo selecionar as variáveis mais importantes na obtenção de um produto final de qualidade.

A análise de associação entre grupos de variáveis pode ser avaliada, de forma criteriosa, pela análise de correlação canônica, que é um procedimento estatístico multivariado que permite observar as relações multidimensionais existentes entre dois grupos (MANLY, 2008).

A semente é o veículo dos avanços do melhoramento vegetal, expressos pelo atributo genético, além de atributos físicos, sanitários e fisiológicos, que, em conjunto, determinam o seu desempenho (ROSSI, 2012). Devido às dificuldades de conservação das sementes oleaginosas em longo prazo, a qualidade fisiológica sofre redução e a composição química é alterada durante o período de armazenamento das sementes, sendo assim a estocagem correta até o momento de sua utilização é fundamental no processo de manutenção das sementes genéticas e

daquelas destinadas à comercialização (PASCUALI; PESKE, 2015). Desta forma, a avaliação da qualidade e do teor de óleo das sementes de soja ao longo do armazenamento assume um importante papel.

A soja tem alcançado patamares de produção cada vez mais elevados. De modo que grande parte deste sucesso deve-se às pesquisas na área de melhoramento genético, e conseqüentemente, ao desenvolvimento de inúmeras cultivares com características de alto rendimento, adaptabilidade de produção em diferentes ambientes, resistência a pragas e doenças, porte ereto, colaborando para a ampliação das áreas de cultivo, facilitando o manejo e aumentando os ganhos de produtividade de forma direta e indireta (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2015).

Para obtenção de genótipos superiores, a seleção baseada em um caráter pode se mostrar inadequada, uma vez que conduz a um produto final superior apenas em relação aos caracteres selecionados. Uma alternativa seria a seleção simultânea de um conjunto de caracteres de expressividade econômica, visando aumentar o êxito do programa de melhoramento (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Para tal, as análises multivariadas e os índices de seleção podem auxiliar na seleção de genótipos para múltiplos caracteres de interesse.

Assim, o presente estudo foi realizado com os seguintes objetivos: a) verificar as associações existentes entre um grupo de caracteres agrônômicos de plantas com um grupo de caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes de soja; b) determinar se ocorreram alterações fisiológicas e no teor de óleo em sementes de genótipos de soja, submetidos ao armazenamento por seis meses e c) selecionar progênies superiores de soja por meio de análises multivariadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Teor de óleo na soja

A cultura da soja é explorada numa extensa faixa do Brasil, sendo o interesse por essa cultura atribuído a algumas características nutricionais e industriais, como a qualidade nutricional dos seus grãos, de elevado valor protéico e energético, com aproximadamente 40% de proteínas e 20% de óleo (IQBAL et al., 2015). Possui um excelente balanço de aminoácidos essenciais, além de sais minerais, fibras e glicídios. Todas estas propriedades dos grãos elevam a qualidade dos seus valores nutritivos para a alimentação humana servindo também como fonte de matéria-prima para a indústria, aumentando a demanda por esta oleaginosa no mercado mundial (AMORIM, 2011).

A variação genética entre cultivares de soja quanto ao teor de óleo e produtividade de grãos tem sido observada, o que abre possibilidades de sucesso na seleção no sentido de aumentar as médias desses caracteres (OLIVEIRA, 2011).

Nos bancos de germoplasma, a variabilidade fenotípica para o teor de óleo varia de 6% a 27%. Já as cultivares brasileiras apresentam grãos com 18 a 25% de óleo com média em torno de 20%. Portanto, é possível a obtenção, via cruzamentos e seleção, de novos genótipos de soja com maior teor de óleo nas sementes (ROCHA et al., 2006).

Em princípio, os teores de óleo e proteína dos grãos de soja são fortemente influenciados pelo ambiente, principalmente durante o período de enchimento dos grãos (RANGEL et al. 2004; PÍPOLO; SINCLAIR; CAMARA, 2004). A produção de óleo na semente inicia-se entre 20 e 70 dias após a fertilização, entre os estágios R5 e R6 (SALDIVAR et al., 2011) e o fator ambiental que mais o influencia é a temperatura, em que temperaturas acima de 35°C afeta negativamente o teor de óleo. Outros fatores podem ser citados também como a falta de água no florescimento e a época de colheita.

A antecipação na semeadura e, conseqüentemente, na colheita, fazendo uso de cultivares precoces, propicia condições climáticas que tendem a aumentar os teores de óleo e reduzir os de proteínas (ALBRECHT et al., 2008). De acordo com

alguns estudos (SEDIYAMA et al., 1993), é possível afirmar que o conteúdo de proteína na semente de soja é inversamente associado ao teor de óleo.

Estudos têm demonstrado que o teor de óleo em soja tem herança materna, de maneira que o teor de óleo das sementes é consequência do genótipo da planta mãe (AMORIM, 2011).

É sabido que há uma correlação positiva entre teor de óleo e produtividade de diferentes genótipos de soja (JOHNSON; ROBINSON; COMSTOCK, 1955; FARIAS NETO; VELLO, 2001). Pesquisadores observaram um aumento anual no teor de óleo e, conseqüentemente, um aumento de 0,7% ao ano no rendimento de grãos de cultivares de soja (VOLDENG et al., 1997).

2.2. Qualidade fisiológica de sementes

A qualidade de sementes é fator determinante na produção de grãos e na garantia de estandes uniformes, aumentando as chances de sucesso da cultura. A semente é responsável pela transferência de inovações tecnológicas e dos ganhos genéticos resultantes dos trabalhos de melhoramento, seja ele tradicional ou resultado da engenharia genética, até o campo (FRANÇA- NETO et al., 2014).

Deste modo, a qualidade das sementes pode ser afetada por vários fatores, desde a fecundação até o momento da semeadura, como: genótipo, condições ambientais durante o desenvolvimento destas, composição química, fertilidade do solo e nutrição mineral, posição da semente na planta mãe, época e técnicas de colheita, condições de armazenamento e tratamentos pré-semeadura (BASU, 1995).

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

Ao estimar a divergência genética com base na qualidade de sementes em genótipos de soja, pesquisadores observaram presença de variabilidade genética, permitindo a identificação de genótipos dissimilares de soja (SANTOS et al., 2012), sinalizando a possibilidade de ganho com a seleção para esta característica.

Desta forma, programas de melhoramento, além de priorizarem a obtenção de cultivares produtivos, resistentes a doenças e pragas, com altos teores de óleo ou proteína, também têm voltado a atenção para sementes de alta qualidade fisiológica.

Em relação à qualidade fisiológica da semente, esta pode ser avaliada por meio de dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor. A viabilidade é medida principalmente pelo teste de germinação e procura determinar a máxima germinação da semente sob condições favoráveis. O vigor detecta atributos mais sutis da qualidade fisiológica, não revelados pelo teste de germinação. É o reflexo de um conjunto de características que determinam seu potencial fisiológico, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas as diferentes condições de ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

2.3. Efeito do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes e no teor de óleo

Dentre as várias etapas pelas quais as sementes passam após a colheita, o armazenamento é considerado uma etapa chave em um programa de melhoramento, pois é fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica da semente genética, preservando o vigor e a viabilidade destas no período entre a colheita e a semeadura (AZEVEDO et al., 2003), de maneira que as sementes sejam capazes de expressar com eficiência os resultados obtidos durante anos de trabalho dos melhoristas.

O processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente (CARDOSO; BINOTTI; CARDOSO, 2012). Ou seja, geralmente a qualidade das sementes não é melhorada pelo armazenamento, mas pode ser mantida com o mínimo de deterioração possível, através de armazenamento adequado, visando manter o vigor e o poder germinativo pelo maior período possível (POPINIGIS, 1985).

A redução da velocidade e da intensidade do processo de deterioração é relevante principalmente na cultura da soja, pois geralmente, inicia-se a colheita em

fevereiro e as sementes são armazenadas por até oito meses, para a semeadura (KROHN; MALAVASI, 2004).

Para uma melhor conservação das sementes ortodoxas, como as de soja, o ambiente com umidade relativa e temperatura mais baixas tem-se mostrado adequado pelo fato de manterem o embrião em baixa atividade metabólica, e conseqüentemente preservando o poder germinativo e o vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A umidade relativa e a temperatura são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes durante o armazenamento, causando alterações na qualidade do produto e também dos subprodutos (KONG et al., 2008).

O armazenamento em ambiente resfriado artificialmente retarda a deterioração das sementes de soja (ZUCHI et al., 2013). Avaliando a qualidade fisiológica das sementes da soja ao longo do armazenamento por seis meses em diferentes condições de temperatura foi possível observar que o ambiente climatizado proporciona melhor conservação da qualidade das sementes (SMANIOTTO et al., 2014).

Ao se estudar a influencia da interação genótipo x ambiente na qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja durante o armazenamento foi possível verificar uma redução do vigor das sementes com o aumento do período de armazenamento, sendo que no período de 12 meses a queda de qualidade foi maior (SANCHES, 2015).

A evolução dos danos por umidade durante o armazenamento e, conseqüentemente, redução do potencial fisiológico de sementes de soja é maior quando as sementes são armazenadas em ambiente não controlado em comparação às sementes armazenadas em câmara fria (10°C e UR 65%) (FORTI; CICERO; PINTO, 2010).

O conhecimento da composição química da semente é de grande importância tecnológica, especialmente em sementes oleaginosas, que possuem altos teores de lipídeos e estes têm menor estabilidade química, contribuindo para a redução do potencial de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

Há uma redução significativa no teor de óleo dos grãos de soja ao longo do período de armazenamento. Porém nos grãos armazenados sob condições

controladas de temperatura e umidade, nos primeiros quatro meses a redução não é significativa. As maiores reduções são observadas do 8º ao 12º mês, nos grãos armazenados em ambiente não controlado. Estes resultados mostram que o óleo é um constituinte com baixa estabilidade ao armazenamento, principalmente quando armazenados em ambiente sem controle de temperatura. (OLIVEIRA, 2008).

Corroborando com as afirmações, Sanches (2015) relatou que o teor de óleo em sementes de soja decresceu progressivamente durante o armazenamento em câmara seca.

2.4. Análise Multivariada

A estatística multivariada corresponde a um conjunto de métodos e técnicas estatísticos que utilizam, simultaneamente, todas as informações das variáveis, na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos, levando em consideração as correlações existentes entre elas (HAIR et al., 2009).

Considerada o ramo da estatística que tem objetivo de resumir, representar, analisar e interpretar dados de populações que em cada unidade experimental são avaliadas diversas variáveis respostas, contínuas ou não. Os métodos de análise de dados multivariados permitem um estudo global destas variáveis, evidenciando as ligações, semelhanças ou diferenças entre elas, com menor perda possível de informação (HAIR et al., 2009).

São muitas as análises multivariadas e, cada uma, com sua finalidade específica. Sendo assim, a escolha da técnica a ser aplicada vai depender do que o pesquisador pretende extrair em relação aos seus dados.

A grande vantagem de analisar simultaneamente as informações de todas as variáveis respostas está na interpretação do conjunto de dados, levando em conta as correlações existentes entre elas (SARTORIO, 2008).

Nesta análise as variáveis utilizadas devem ser aleatórias e inter-relacionadas para que seus diferentes efeitos não sejam interpretados significativamente de forma separada. Deste modo, as metodologias multivariadas classificam as variáveis em dependentes e independentes (MANLY, 2008).

Em estudos de dependência a variável é identificada como dependente e explicada por outras variáveis conhecidas como variáveis independentes. Para isto,

tem-se uma grande variedade de métodos multivariados, como análise discriminante, análise conjunta, análise de correlação canônica, análise multivariada de variância e regressão múltipla (HAIR et al., 2009).

Em contrapartida, estudos de interdependência envolvem uma análise simultânea de todas as variáveis no conjunto, sem definir se a variável é independente ou dependente. Como é feito pela análise de agrupamentos, análise de componentes principais, análises de correspondência e análise fatorial (HAIR et al., 2009).

O melhoramento de espécies autógamas é baseado, principalmente, na seleção de parentais seguida de hibridação para formação de uma população base e avanço de geração, com seleção simultânea para mais de uma característica como rendimento, porte, resistência a pragas e doenças, qualidade do grão, entre outras (RAMALHO et al., 2012).

Nesse contexto, as técnicas multivariadas podem ser de grande importância no estudo da diversidade genética e na seleção de genótipos superiores nas gerações segregantes por ser capaz de unir informações de um conjunto de diversos caracteres de interesse (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

No melhoramento genético da soja, os métodos multivariados podem ser aplicados na seleção de genótipos superiores (DALLASTRA et al., 2014; VIANNA et al., 2013; SILVA, 2015; LEITE, 2016; ANDRADE et al., 2016).

2.4.1. Análise de Correlações Canônicas

O conhecimento das relações existentes entre os caracteres de interesse tais como as estimadas pelas correlações, é de grande relevância para o melhoramento genético, pois fornecem informações úteis, as quais facilitam no processo de seleção (NOGUEIRA et al., 2012).

A associação entre grupos de variáveis pode ser avaliada de forma criteriosa pela análise de correlação canônica que permite examinar a estrutura da relação existente entre dois grupos, ou seja, permitindo inferir sobre a existência e intensidade da associação entre os mesmos (HAIR et al., 2009).

A análise de correlação canônica é considerada uma maneira simples de reduzir as complexidades envolvidas ao relacionar dois conjuntos de variáveis (TRUGILHO; LIMA; MORI, 2003; PROTÁSIO et al., 2012). O princípio básico de uma correlação canônica é desenvolver combinações lineares em cada um dos grupos de variáveis, de tal modo que a correlação entre os dois grupos seja máxima.

Permite avaliar as inter-relações entre dois complexos determinados por um número arbitrário de caracteres, sendo muito utilizada em estudos exploratórios com grande número de variáveis, mas que permitem estudar aquelas combinações lineares cuja correlação é mais elevada (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Um das vantagens desta técnica é o auxílio em estudos que envolvam mais de uma variável dependente, pois permitem agrupar variáveis de interesse, de forma que a determinação das associações entre os grupos possibilite a seleção indireta de caracteres (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014), diferentemente da análise de regressão múltipla ou de trilha.

Para que a correlação entre os grupos de variáveis seja maximizada, a técnica da análise de correlação canônica consiste na obtenção de funções canônicas, sendo que cada função é composta por um par de variáveis estatísticas (HAIR et al., 2009).

O número máximo de funções canônicas que pode ser obtido é igual ao número de variáveis do menor conjunto de dados. O primeiro par de variáveis estatísticas canônicas é obtido de forma a ter-se a maior inter - relação possível com os grupos de variáveis. O segundo par também é obtido para exibir a maior relação entre os grupos de variáveis analisadas, mas que não foi explicada pelo primeiro par e, assim, sucessivamente. Nota-se então que as variáveis estatísticas canônicas (funções canônicas) são baseadas em variância residual e sua correlação decresce à medida que cada função canônica é calculada (MANLY, 2008)

Na área agronômica, as correlações canônicas podem ser estabelecidas para estimar as relações entre dois grupos de caracteres diversos, como por exemplo, relações entre caracteres fisiológicos e agronômicos e/ou componentes primários e secundários da produção, caracteres da parte aérea e sistema radicular, entre outros (SANTOS et al., 1994).

A análise de correlação canônica foi relatada em algumas culturas agrícolas. Brum et al. (2011) a utilizou para identificarem as relações entre grupos de características relacionadas a sementes, plântulas, plantas adultas e produção de grãos em híbridos de mamona, tendo observado que os grupos considerados não são independentes e que há uma relação linear entre eles.

Em trigo foram observadas relações entre caracteres morfológicos e componentes de produção por meio da análise de correlação canônica (CARVALHO et al., 2015). Componentes primários e secundários da produção de grãos de milho mostraram-se dependentes, ou seja, as associações intergrupos foram estabelecidas pela análise de correlações canônicas (CECCON et al., 2016).

Ao estudar as relações entre os componentes primários e secundários do rendimento de grãos no feijão por meio da análise de correlação canônica os autores concluíram que os componentes primários e secundários do rendimento de grãos de feijão não são independentes (COIMBRA et al., 2000).

Para verificar a existência e a intensidade de associação entre caracteres importantes em batata os autores utilizaram a correlação canônica. Foi encontrada uma associação significativa entre as medidas dos caracteres de tubérculos plantados e colhidos no estudo das três primeiras gerações clonais de cultivo (RIGÃO et al., 2009).

2.4.2. Análises de Componentes Principais

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica de análise exploratória de dados multivariados que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto menor de variáveis independentes, simplificando os dados através da redução do número de variáveis necessárias para descrevê-los, denominados de componentes principais (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Como uma ferramenta de análise exploratória a ACP permite revelar a existência de relações entre as variáveis medidas e de relações ou agrupamentos entre amostras (MANLY, 2008), tornando-se de grande utilidade no melhoramento genético.

Os componentes principais apresentam propriedades importantes: cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis originais, independentes entre si e estimados com o propósito de reter, em ordem de estimação, o máximo de informação, em termos da variação total contida nos dados (CRUZ; FERREIRA; PESSONI, 2011).

O número de componentes é sempre igual ao número de variáveis. Cada componente retém porcentagem da variância original, sendo os mesmos extraídos na ordem do mais explicativo para o menos explicativo, isto é, o primeiro componente principal (CP1) possui a máxima variância, tendo o segundo componente principal (CP2) a segunda maior variância e, assim, sucessivamente. Assim, os primeiros componentes são responsáveis por grande parte da explicação total e, conseqüentemente, uma grande parte dessa variabilidade pode ser explicada por um número menor de componentes, em relação ao número de variáveis avaliadas. Apesar da variância explicada por cada componente ir decrescendo a medida que novos componentes são estimados, a porcentagem total acumulada de todos é obviamente 100% (FERREIRA, 2011).

Existem diversas aplicações dos componentes principais na genética quantitativa, principalmente a seleção de genótipos superiores para caracteres agrônômicos de importância na cultura da soja (VIANNA et al., 2013; SILVA, 2015).

2.4.3. Análise de Agrupamento

A análise de agrupamentos ou cluster analysis é amplamente utilizada no melhoramento genético e consiste em um conjunto de técnicas que objetivam identificar e agrupar genótipos segundo a similaridade sobre alguma característica que possuem, possibilitando uma melhor análise dos dados e a identificação de padrões de comportamento (MINGOTI, 2005).

Os métodos de agrupamento têm por finalidade separar um grupo original de observações em vários subgrupos, seguindo-se algum critério de similaridade ou dissimilaridade. Estes subgrupos são formados de modo que as distâncias entre os elementos de um subgrupo sejam mínimas e as distâncias entre os subgrupos sejam máximas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; HAIR et al., 2009).

As medidas de distâncias mais utilizadas para caracteres quantitativos nos estudos genéticos são distância euclidiana, distância euclidiana média, quadrado da distância euclidiana média, distância ponderada e distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Os métodos de agrupamento diferem pelo tipo de resultado a ser fornecido e pelas diferentes formas de definir a proximidade entre os indivíduos diante a formação de um grupo ou entre dois grupos quaisquer (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014). Dentre os métodos destacam-se os métodos hierárquicos e os não-hierárquicos.

Nos métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido o diagrama de árvore ou o dendrograma. Neste caso, o maior interesse está na “árvore” e nas suas ramificações e não no número ótimo de grupos. As delimitações podem ser estabelecidas por um exame visual do dendrograma, em que se avaliam pontos de alta mudança de nível, tomando-os em geral como delimitadores do número de genótipos para determinado grupo (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O método não-hierárquico difere do hierárquico na quantidade de classes formadas, a qual é determinada antes da realização da análise, com o objetivo de minimizar a variabilidade dentro do conjunto e maximizar a variabilidade entre os conjuntos (PITTA et al., 2010).

Segundo Mingoti (2005), os métodos de agrupamentos hierárquicos mais comuns e disponíveis na grande maioria dos softwares estatísticos são: os métodos de ligação simples (single linkage); de ligação completa (complete linkage); UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages); do centróide (centroid method) e de Ward.

Um método não-hierárquico bastante utilizado é o K-médias (*K-means*), este procura alocar os elementos de dados em grupos previamente definidos. É um método que minimiza a soma dos quadrados residuais dentro de cada grupo formado, aumentando a homogeneidade dentro dele ao mesmo tempo em que aumenta a diferença entre eles (ALENCAR et al., 2013).

3. REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. de L. e; ÁVILA, M. R.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.865-873, 2008.

ALENCAR, B. J. de; BARROSO, L. C.; ABREU, J. F. de. Análise Multivariada de Dados no Tratamento da Informação Espacial: uma abordagem com análise de Agrupamentos. **Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática**, Buenos Aires, v. 10, n. 2, p. 6-12, 2013.

AMORIN, F. A. **Relações genéticas entre produtividade de óleo e podridão vermelha das raízes em soja**. 2011. 167 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

ANDRADE, A. C. B.; da SILVA, A.J; FERRAUDO, A. S. E; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; DI MAURO, A.O. Strategies for selecting soybean genotypes using mixed models and multivariate approach. **African Journal of Agricultural Research**, Ebène, v. 11, n. 1, p. 23-31, 2016.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.519524, 2003.

BASU, R. N. Seed viability. In: BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**, New York: The Haworth, 1995. p. 1-42

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; OLIVEIRA, P. H. D.; MILANI, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, p. 404-411, 2011.

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**, Goiânia, v. 42, p. 272-278, 2012.

CARVALHO, I. R.; de SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; FOLLMAN, D. N.; SCHMIDT, D.; BARETTA, D. Correlações canônicas entre caracteres morfológicos e componentes de produção em trigo de duplo propósito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia, v.50, p. 690-697, 2015.

CECCON, G.; DOS SANTOS, A.; TEODORO, P.E.; da SILVA JUNIOR, C.A. Relationships between Primary and Secondary Yield Components of a Maize Population after 13 Stratified Mass Selection Cycles. **Journal of Agronomy**, Dubai, v.15, p. 33-38, 2016.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F.; AZEVEDO, R. Correlações canônicas: II – Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 31-35, 2000.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acomp. safra bras. grãos, v.3 - Safra 2015/16, n.5 - Quinto Levantamento**, Brasília, p. 1-118, fevereiro. 2016. - Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 09 maio. 2016.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, v. 2, 2014. 688 p.

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

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

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. da UFV, 2003. 579p.

DALLASTRA, A.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; FERRAUDO, A. S.; MAURO, A. O. Multivariate approach in the selection of superior soybean progeny which carry the RR gene. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 588-597, 2014.

FARIAS NETO, J. T.; VELLO, N. A. Avaliação de progênies F4:3 e F5:3 e estimativas de parâmetros genéticos com ênfase para porcentagem de óleo, produtividade de grãos e óleo em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 812 - 820. 2001.

FERREIRA, D.F. **Estatística Multivariada**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2011. 676 p.

FORTI, V. A.; CICERO, C. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por "umidade" e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 123-133, 2010.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; LORINI, I.; HENNING, F. A. A relação de alto vigor e a produtividade. **A Granja**, São Paulo, n.789, ano 70,p.34-37, 2014.

HAIR, J. F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de dados**. Editora Bookman, Porto Alegre, 6ª ed., 2009. 688 p.

IQBAL, Z. NAEEM, R., ASHRAF, M., ARSHAD, M., AFZAL, A., SHAH, A.H., KHAN, M.S., FAROOQ, M. Genetic diversity of soybean accessions using seed storage proteins. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 47, n.1, p. 203-209, 2015.

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

KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, Chicago, v.73, p.134-144, 2008.

KROHN, N. G.; MALAVASI, M. de M. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com fungicidas durante e após o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 91-97, 2004.

LEITE, W. de S. **Seleção de genótipos de soja portadores ou não do gene RR por meio de análise multivariada e desempenho agrônômico**. 2016. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2016.

MANLY, B. F. J. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. 3º ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229 p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

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

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 297 p.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B. de; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura= Path analysis and correlations among traits in soybean grown in two dates sowing. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, 2012.

OLIVEIRA, I. J. **Relações genéticas entre produtividade de óleo e podridão vermelha das raízes em soja**. 2011. 167 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

OLIVEIRA, M. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

PASCUALI, L. C.; PESKE, S. T. Potencial de armazenamento de sementes de soja. **Seed News**, Pelotas, v. XIX, p. 12-15, 2015.

PÍPOLO, A. E.; SINCLAIR, T. R.; CAMARA, G. Effects of temperature on oil and protein concentration in soybean seeds cultured in vitro. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 144, n. 1, p. 71-76, 2004.

PITTA, R. M.; BOIÇA JR, A. L.; JESUS, F.; TAGLIARI, S. R. A. Seleção de Genótipos Resistentes de Amendoimzeiro a *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) com Base em Análises Multivariadas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 260-265, 2010.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PROTÁSIO, T. P.; TONOLI, G. H. D.; JÚNIOR, M. G.; BUFALINO, L.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P. F. Correlações canônicas entre as características químicas e energéticas de resíduos lignocelulósicos. **Cerne**, Lavras, v. 18(3), p. 433-439, 2012.

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

RANGEL, M. A. S.; CAVALHEIRO, L. R.; CAVICHIOLLI, D.; CARDOSO, P. C. Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da Região Sul de Mato Grosso do Sul, safra 2002/ 2003. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 17) 2004.

RIGÃO, M. H.; STORCK, L.; BISOGNIN, D. A.; LOPES, S. J. Correlação canônica entre caracteres de tubérculos para seleção precoce de clones de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2347-2353, 2009.

ROCHA, M. de. M., VELLO, N. A., LOPES, A. C. A., UNÊDA-TREVISOLI, S. H., MAIA, M. C. C. Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 772 – 777, 2006.

ROSSI, R. F. **Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja**. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas Câmpus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

SALDIVAR, X.; WANGA, Y. J.; PENGYING, C., HOU, A. Changes in chemical composition during soybean seed development. **Food Chemistry**, London, 124, p. 1369–1375, 2011.

SANCHES, M. F. G. **Local de produção, armazenamento e qualidade de sementes de soja**. 2015. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2015.

SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, J.; PAINI, J. N.; CRUZ, C. D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários na produção de grãos em Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, p.456-464, 1994.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; CAPONE, A.; MELO, A. V. de; CELLA, A. J. da S.; SANTOS, W. R. dos. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 247-254, 2012.

SARTORIO, S. D. **Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R**. 2008. 130f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da Soja**. Viçosa-MG: Editora UFV, 1993, 97p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, Evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina Mecenias, 2015. p.1-5.

SILVA, F. M. da. **Estratégias de condução de populações segregantes de soja portadoras do gene RR e seleção por meio de análises uni e multivariada**. 2015. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2015.

SMANIOTTO, T. A de S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; de OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A. Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v.9, p. 66-80, 2003.

VIANNA, V. F.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; DESIDÉRIO, J. A.; SANTIAGO, S.; CHARNAI, K., FERREIRA JUNIOR, J. A.; FERRAUDO, A. S.; MAURO, A. O. The multivariate approach and influence of characters in selecting superior soybean genotypes. **African Journal of Biotechnology**, Kenya, v. 8, p. 4162-4169, 2013.

VOLDENG, H.D.; COBER, E.R.; HUME, D.J.; GILLARD, C.; MORRISON, M.J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. **Crop Science**, Madison, v.37, p.428-431, 1997.

ZUCHI, J.; FRANÇA-NETO, J. de B.; SEDIYAMA, C. S.; LACERDA FILHO, A. F. de; REIS, M.S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 353-360, 2013.

CAPÍTULO 2 – CORRELAÇÕES CANÔNICAS ENTRE CARACTERES AGRONÔMICOS DE PLANTAS E FISIOLÓGICOS DE SEMENTES EM SOJA

RESUMO – A análise de correlação canônica mede a existência e a intensidade da associação entre dois grupos de variáveis. O objetivo do presente estudo consistiu em verificar as relações existentes entre os caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos de sementes, por meio da análise de correlações canônicas em populações segregantes de soja. Foram utilizadas sete populações e duas cultivares comerciais, em três gerações: plantas F_3 e sementes F_4 ; plantas F_4 e sementes F_5 ; e sementes e plantas na geração F_4 . Os caracteres agronômicos de plantas (grupo I) avaliados foram: número de dias para maturidade, altura da planta na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, produção de grãos e teor de óleo. A qualidade fisiológica das sementes (grupo II), foi avaliada por meio do teste de germinação, envelhecimento acelerado, emergência e índice de velocidade de emergência. De acordo com os resultados, observou-se que os caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos de sementes não são independentes. As associações intergrupos para a geração de plantas F_3 e sementes F_4 foram estabelecidas, no primeiro par canônico, principalmente, por plantas com maior número de vagens, mais produtivas e com alto teor de óleo, as quais estão associadas com sementes de alta germinação e velocidade de emergência. Na geração de plantas F_4 e sementes F_5 , pelo primeiro par canônico há associação entre ciclo de maturidade reduzido, sementes de alta porcentagem de emergência e alta porcentagem de plântulas normais após o envelhecimento acelerado. Pelo segundo par canônico plantas mais produtivas e de maior porte estão associadas com maior vigor de sementes de soja. Para a geração de sementes e plantas na geração F_4 as associações estabelecidas pelo primeiro par canônico foram sementes de alto vigor estão associadas a plantas mais produtivas, com alto teor de óleo e ciclo de maturidade reduzido. E pelo segundo par canônico há associação entre sementes de alta qualidade fisiológica e plantas de porte alto.

Palavras-chaves: análise multivariada, associações entre caracteres, *Glycine max*, qualidade de sementes.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja tem expressiva importância no cenário agrícola mundial, sendo o Brasil o segundo maior produtor do grão (USDA, 2016). Considera-se que o aumento crescente da produção brasileira se deve aos avanços tecnológicos e aos programas de melhoramento genético (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2015) em iguais contribuições.

Ao longo do processo de seleção, o melhorista define quais caracteres devem ser priorizados, além de manter e aprimorar outros simultaneamente (LOPES et al., 2002). Dentre os caracteres de importância para o melhoramento de soja, destaca-se a produção de grãos, no entanto, sabe-se que caracteres relacionados à qualidade de sementes são imprescindíveis para a obtenção de estande de plantas homogêneo no campo, assim como, de alta produtividade (MAMBRIN et al., 2015).

As sementes são consideradas insumo básico e de grande importância, uma vez que grande parte do sucesso da agricultura está fundamentada no uso de sementes de alta qualidade. E a partir destas que se inicia a base de qualquer programa de melhoramento genético de plantas e por intermédio das mesmas é levada toda a tecnologia gerada. Assim sendo, torna-se relevante a seleção de genótipos superiores para caracteres fisiológicos de sementes.

Para tanto, é válido determinar as inter-relações existentes entre os caracteres agrônômicos que rotineiramente são avaliadas em um programa de melhoramento, com caracteres fisiológicos de sementes, a fim de identificar genótipos superiores.

O conhecimento das relações existentes entre os caracteres de interesse tais como, as estimadas pelas correlações, é de grande relevância para o melhoramento genético. De acordo com Nogueira et al. (2012), as correlações fornecem informações úteis, as quais podem facilitar o processo de seleção.

A associação entre grupos de caracteres pode ser avaliada de forma criteriosa pela análise de correlação canônica, procedimento estatístico multivariado, que permite examinar a estrutura da relação existente entre dois grupos de variáveis, ou seja, esta análise permite inferir a existência e a intensidade da associação entre os mesmos (HAIR et al., 2009).

Na área agrônômica, as correlações canônicas podem ser estabelecidas para estimar as relações entre dois grupos de caracteres diversos, como por exemplo, relações entre caracteres fisiológicos e agrônômicos e/ou componentes primários e secundários da produção, caracteres da parte aérea e sistema radicular, entre outros (SANTOS et al., 1994).

Estudos semelhantes foram realizados com guandu (SANTOS et al., 1994); feijão (COIMBRA et al., 2000); batata (RIGÃO et al., 2009); eucalipto (TRUGILHO; LIMA; MORI, 2003 e PROTÁSIO et al., 2012), mamona (BRUM et al., 2011), trigo (CARVALHO et al., 2015) e milho (SOUZA et al., 2015 e CECCON et al., 2016) e foi possível verificar associações existentes entre grupos de caracteres.

Nota-se que, estudos abordando a análise de correlação canônica em plantas, apresentaram resultados preliminares promissores. No entanto, as inter-relações existentes entre grupos para os caracteres de interesse em soja, ainda não foram estudadas.

Mediante o exposto, o objetivo do presente estudo consistiu em verificar as associações existentes entre o grupo de caracteres agrônômicos de plantas com o grupo relacionado à qualidade fisiológica de sementes de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção e condução das populações segregantes

Foram realizados cruzamentos biparentais entre genitores portadores de bons atributos agrônômicos e alto teor de óleo, pertencentes ao programa de melhoramento genético UNESP/FCAV- Jaboticabal-SP além de cultivares comerciais. Para a realização do trabalho foram utilizadas 7 populações segregantes (Tabela 1), as quais originaram as respectivas progênes nas gerações F_3 , F_4 , além de duas cultivares comerciais (MG/ BR 46 Conquista e Coodetec 216) .

Tabela 1. Genealogia e identificação das 7 populações segregantes de soja.

Populações		Genealogia	
1	UFUs Carajás	X	JAB.00-06-2/2Ca4A
2	UFUs Carajás	X	JAB.00-02-1/8C1A
3	UFUs Carajás	X	IAC-Foscarin 31
4	FMT Tucunaré	X	JAB.00-02-3/6A4D
5	FMT Tucunaré	X	JAB.00-03-11/1H1C
6	FMT Tucunaré	X	JAB.00-02-1/8C1A
7	FMT Tucunaré	X	IAC-Foscarin 31

Cultivares: MG/BR 46 Conquista e CD 216

2.2. Condução dos experimentos em campo

Os experimentos foram conduzidos em dois anos agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP-FCAV-Câmpus de Jaboticabal, localizada ao norte do Estado de São Paulo, coordenadas 21° 14' 05" de latitude sul e 48°17' 09" de longitude oeste, e altitude de 614 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico Argiloso, com relevo suavemente ondulado. O clima é subtropical Cwa, com verão quente e úmido, inverno seco e temperatura média anual de 22,2°C de acordo com a classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1948).

As progênies foram conduzidas da geração F₃ até a geração F₄, onde foram selecionadas 120 progênies no ano agrícola 2013/2014 e 83 progênies no ano agrícola 2014/2015. Os dados foram coletados em seis plantas individuais selecionadas visualmente dentro de cada parcela.

O delineamento experimental foi o de blocos aumentados de Federer (1956), onde as populações foram dispostas em linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,5m. As testemunhas foram alocadas de forma intercalar entre as populações avaliadas. A densidade de plantio foi de 20 sementes por metro, e todos os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013).

2.3. Caracteres agronômicos

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- **Número de dias para maturidade (NDM):** caráter avaliado no estágio R_8 (FEHR; CAVINESS, 1977) de desenvolvimento da planta, compreendendo o período de dias entre a data de semeadura e a data onde pelo menos 50% das plantas da área útil possuírem 95% ou mais, das vagens maduras, sendo expresso em dias;

- **Altura da inserção da primeira vagem (AIV):** distância em centímetros, entre a superfície do solo e a inserção da primeira vagem na haste principal;

- **Altura da planta na maturidade (APM):** distância compreendida, em centímetros, da superfície do solo até o último nó da haste principal, na ocasião da maturação;

- **Número de vagens por planta (NV):** contagem do número total de vagens com sementes formadas;

- **Produção de grãos (PG):** expresso em gramas, o peso total das sementes por planta, após a debulha.

- **Teor de óleo (TO):** os conteúdos de óleo nas sementes foram determinados através do método de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), utilizando um equipamento modelo TANGO, fabricante Bruker.

2.4. Condução dos experimentos em laboratório

Os experimentos foram conduzidos sob condições controladas em laboratório do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP.

2.5. Caracteres fisiológicos de sementes avaliados

A qualidade fisiológica das sementes dos genótipos foi avaliada após a colheita das plantas em bulk dentro das parcelas experimentais, sendo estas avaliações realizadas por meio de testes de germinação e vigor. As análises de qualidade de sementes foram conduzidas em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições de 50 sementes.

- **Teste de germinação (GERM):** foi conduzido conforme os critérios recomendados nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A semeadura foi realizada em folhas de papel tipo “germitest”, pelo sistema de rolos umedecidos com água, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados em germinadores à temperatura de 25°C. No quinto e oitavo dias, foram realizadas as contagens do número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

- **Teste de emergência (EMER):** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em bandejas de plástico contendo areia. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em sala de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. As contagens de plântulas emergidas foram realizadas diariamente até estabilização do estande. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 9 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas.

- **Índice de velocidade de emergência (IVE):** determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962), onde foi computado o número de plântulas diariamente.

$$IVE = (E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn)$$

Onde:

IVE: Índice de velocidade de emergência;

E1, E2 e En: número de plântulas emergidas determinando na primeira, na segunda... e na última contagem;

N1, N2 e Nn: número de dias da semeadura na primeira, na segunda... e na última contagem;

- **Teste de envelhecimento acelerado (EA):** utilizou o método do gerbox adaptado. Dentro de cada gerbox, contendo 40 ml de água destilada, foram colocadas 200 sementes em camada única sobre uma tela suspensa. Estas caixas foram colocadas em câmara de germinação (BOD), da marca Solab, modelo SL 224, a uma temperatura de 42°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este

período, as sementes foram colocadas para germinar seguindo a metodologia descrita para o teste de germinação. Os resultados expressos em porcentagem referem-se a contagem das plântulas normais após cinco dias da sementeira.

2.6. Análises estatísticas

Os grupos canônicos foram estabelecidos a partir dos caracteres agrônômicos de plantas (grupo I) e dos caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) para verificar as associações existentes entre eles, para as gerações. O grupo I foi composto por NDM, AIV, APM, NV, PG e TO; enquanto o grupo II foi composto pelos caracteres GERM, EMER, IVE e EA. Desta forma, foi possível determinar quatro funções canônicas.

De forma preliminar à análise de correlação canônica, foram estimadas as correlações lineares de Pearson (dentro do grupo I, dentro do grupo II e entre os mesmos) para cada geração, de maneira a avaliar a existência de multicolinearidade dentro de cada grupo e verificar a linearidade entre os caracteres (RIGÃO et al., 2009; PROTÁSIO et al., 2012). A significância foi avaliada pelo teste de t.

As correlações canônicas foram estimadas para as seguintes gerações: plantas F₃ e sementes F₄; plantas F₄ e sementes F₅; e sementes e plantas na geração F₄.

Sendo X_i e Y_i uma das combinações lineares dos caracteres dos grupos I e II, têm-se:

$$X_i = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_pX_p$$

$$Y_i = b_1Y_1 + b_2Y_2 + \dots + b_pY_p$$

A primeira correlação canônica maximiza a relação entre X_i e Y_i, que constitui o primeiro par canônico expresso pela equação:

$$r = \frac{C\hat{v}(X_1, Y_1)}{\sqrt{\hat{V}(X_1)\hat{V}(Y_1)}}$$

Sendo: $C\hat{v}(X_1, Y_1) = a'S_{12} b$;

$\hat{V}(X_1) = a'S_{11} a$;

$$\hat{V}(Y1) = b' S_{22} b.$$

Onde:

S_{11} : matriz $p \times p$ de covariância entre os caracteres do grupo I;

S_{22} : matriz $q \times q$ de covariância entre os caracteres do grupo II; e

S_{12} : matriz $p \times q$ de covariância entre os caracteres dos grupos I e II.

As demais correlações canônicas e os pares canônicos foram estimados utilizando-se os autovalores e os autovetores das expressões descritas, de ordem correspondente a p ou q -ésima correlação estimada. A significância da hipótese de que todas as possíveis correlações canônicas são nulas foi avaliada pelo teste de χ^2 :

$$\chi^2 = \log_e \left[\prod_{i=k+1}^s (1 - r_i^2) \right]$$

Associada a χ^2 com $(p-k)(q-k)$ graus de liberdade.

Onde: p : número de variáveis dependentes;

q : número de variáveis independentes;

r^2 : correlação canônica ao quadrado da equação a ser testada.

As análises foram realizadas utilizando-se o software Statistica versão 10 (STATSOFT, 2010).

O valor de carga canônica que define as variáveis a serem analisadas dentro de cada função foi estabelecido como maior que 0,50.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Geração de plantas F_3 e sementes F_4

Analisando as correlações lineares significativas entre os caracteres dos grupos I (NDM, AIV, APM, NV, PG e TO) e II (GERM, EMER, IVE e EA), pode-se

observar que ocorreram 18 correlações significativas, onde todos os caracteres relacionados à qualidade de sementes correlacionaram positivamente entre si e com teor de óleo (Tabela 2).

Estimativa de coeficiente de correlação positiva indica a tendência de uma variável aumentar quando a outra aumenta ou diminuir quando outra diminuiu, correlações negativas indicam tendência de uma variável aumentar enquanto a outra diminui (NOGUEIRA et al., 2012).

Tabela 2. Correlações entre caracteres agrônômicos de plantas (grupo I) e caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) de soja, analisados na geração com plantas F₃ e sementes F₄.

	IVE	EMER	EA	NDM	AIV	APM	NV	PG	TO
GERM	0,786**	0,865**	0,749**	-0,306 ^{ns}	0,008 ^{ns}	-0,190 ^{ns}	-0,232 ^{ns}	-0,166 ^{ns}	0,616**
IVE	-	0,790**	0,734**	-0,257 ^{ns}	-0,007 ^{ns}	-0,167 ^{ns}	0,354*	-0,237 ^{ns}	0,346*
EMER		-	0,690**	-0,266 ^{ns}	-0,115 ^{ns}	-0,194 ^{ns}	-0,209 ^{ns}	-0,173 ^{ns}	0,524**
EA			-	-0,456*	0,021 ^{ns}	0,056 ^{ns}	-0,235 ^{ns}	-0,114 ^{ns}	0,513**
NDM				-	-0,065 ^{ns}	-0,014 ^{ns}	0,321*	0,221 ^{ns}	-0,534**
AIV					-	0,305 ^{ns}	0,346*	0,340*	-0,145 ^{ns}
APM						-	-0,047 ^{ns}	-0,004 ^{ns}	0,028 ^{ns}
NV							-	0,912**	0,347*
PG								-	0,240 ^{ns}

Grupo I: NDM, número de dias para maturação; AIV, altura de inserção da primeira vagem; APM, altura de planta na maturação; NV, número de vagens; PG, produtividade por planta; TO, teor de óleo. Grupo II: GERM, porcentagem de germinação; IVE, índice de velocidade de emergência; EMER, porcentagem de emergência; EA, envelhecimento acelerado. ** Significativo a 1%, * a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo a 5%.

A existência de correlação positiva e altamente significativa entre esses caracteres de sementes era de certa forma, esperada, pois, apesar de se avaliar diferentes aspectos da qualidade fisiológica das sementes, o experimento foi conduzido simultaneamente e com as mesmas amostras.

Os resultados de correlação significativa e alta, obtidos entre os testes de qualidade de sementes avaliados neste trabalho corroboraram com aqueles obtidos por Schuab et al. (2006) ao avaliarem o potencial fisiológico de sementes de genótipos de soja.

Os processos fisiológicos de germinação e vigor são influenciados pelos teores de proteína, lipídeos, amido e açúcares. Assim, o aumento no teor de óleo e de carboidratos totais pode influenciar positivamente no processo germinativo e no

vigor de plântulas, por disponibilizar carboidratos solúveis disponíveis e absorvíveis pelo embrião (MORAES et al., 2006).

Observaram-se coeficientes de correlações negativos e significativas a 5% de probabilidade para número de dias na maturidade e envelhecimento acelerado (Tabela 2). Portanto, a redução do número de dias para a maturidade influencia aumentando a porcentagem de plântulas normais após estresse. Uma vez que o teste de envelhecimento acelerado utiliza fatores ambientais comumente associados a deterioração de sementes.

Tem sido enfatizada a perda da qualidade das sementes quando expostas às condições adversas de umidade relativa e temperatura do ambiente, durante o processo de maturação e após o ponto de maturidade fisiológica. De maneira que, para as condições brasileiras, onde predominam temperaturas altas e excesso de chuvas no período de maturação da soja, deve ser destacada a precocidade, por ser um escape frente às condições ambientais adversas (TZCHERSI, 2013).

As correlações entre NV, NDM, AIV, TO e IVE foram significativas e positivas (Tabela 2). Também em soja, foi verificada correlação significativa e positiva entre altura de inserção de primeira vagem e número total de vagens (BISINOTTO, 2013).

A produção de grãos correlacionou com altura da inserção da primeira vagem e foi altamente correlacionada ao caráter número de vagens (Tabela 2). Plantas de soja que apresentam maior número de vagens são responsáveis diretas pelo incremento da produtividade (SOUZA et al., 2013), de modo que, o caráter número de vagens por planta pode ser utilizado na seleção indireta para a produtividade de grãos em soja (NOGUEIRA et al., 2012; SOUSA et al., 2015).

Vale ressaltar que foi verificada a existência de multicolinearidade por meio do número de condição das matrizes nos dois grupos (caracteres agrônômicos e fisiológicos das sementes).

A multicolinearidade foi fraca (número de condição = 43,95), permitindo que todos os caracteres fossem usados para a realização da análise de correlação canônica (TOEBE; CARGNELUTTI FILHO, 2013), pois quando as variáveis estão correlacionadas entre si, deve-se considerar que o efeito da colinearidade pode levar a resultados pouco confiáveis, induzindo conclusões equivocadas na correlação canônica (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Observa-se que as correlações canônicas entre os caracteres agrônômicos e fisiológicos de sementes, apresentaram significância pelo teste qui - quadrado, em nível de 1% de probabilidade de erro ($p < 0,01$) apenas no primeiro par canônico, portanto, somente este par canônico é de interesse do estudo. Na Tabela 3, observa-se que a correlação total para esse par foi elevada ($r = 0,7183$).

Tabela 3. Cargas dos caracteres agrônômicos de plantas (grupo I) e caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) em soja nas correlações canônicas (r) entre os grupos, na geração de plantas F_3 e sementes F_4 .

Grupos	Caracteres	Pares canônicos			
		1º	2º	3º	4º
I	NDM	0,0657	-0,4258	0,5133	0,7066
	AIV	-0,0463	0,4747	0,1614	0,9709
	APM	-0,1782	0,4061	-0,6537	0,3301
	NV	0,8403	-1,5160	-1,3675	0,1645
	PG	0,5544	1,1802	0,6422	-0,1973
	TO	1,0951	-0,0540	0,0813	0,4011
II	GERM	1,1046	0,0105	0,6354	1,8368
	IVE	1,0450	0,5300	1,3869	-0,2736
	EMER	0,4940	-1,0813	-0,4977	-1,6997
	EA	0,1381	1,1161	-1,1052	-0,3471
	r	0,7183	0,5475	0,4915	0,2720
	p	0,0025 ^{**}	0,0690 ^{ns}	0,1586 ^{ns}	0,4619 ^{ns}

Grupo I: NDM, número de dias para maturação; AIV, altura de inserção da primeira vagem; APM, altura de planta na maturação; NV, número de vagens; PG, produtividade por planta; TO, teor de óleo. Grupo II: GERM, porcentagem de germinação; IVE, índice de velocidade de emergência; EMER, porcentagem de emergência; EA, envelhecimento acelerado. ** Significativo a 1% e ^{ns} não significativo a 1%.

Quanto maior a carga canônica, mais importante é a variável para derivar a variável estatística canônica (HAIR et al., 2009). Analisando as cargas canônicas para a variável canônica relativa aos caracteres agrônômicos, observa-se que o número de vagens, produção de grãos e teor de óleo apresentaram valores elevados (Tabela 3). Estas variáveis podem ser consideradas como as de maior importância neste grupo (PROTÁSIO et al.; 2014).

Para os caracteres relacionados à qualidade de sementes, as cargas canônicas foram elevadas para GERM e IVE (Tabela 3), de modo que estes caracteres contribuíram para as variáveis canônicas.

Sendo assim, pelos coeficientes do primeiro par canônico, ficou evidenciado que as associações intergrupos foram estabelecidas. A relação entre plantas com maior número de vagens, mais produtivas e com alto teor de óleo são determinantes no acréscimo das porcentagens de germinação e velocidade de emergência das sementes, medida a partir do IVE.

Considerando que na maioria dos casos, plantas de alto desempenho produzem um maior número de vagens e de sementes, o que resulta em maiores produtividades (SOUZA et al., 2013) e que alto teor de óleo é correlacionado a altas produtividades (FARIAS NETO; VELLO, 2001).

E ainda que, a garantia de melhor desempenho da cultura da soja depende fundamentalmente da germinação e do vigor das sementes, sendo que, o uso de lotes com alta qualidade fisiológica fornece um ganho médio de 39% em produtividade (ANDREOLI et al., 2002), explicando a grande influência destas variáveis.

3.2 Geração de plantas F₄ e sementes F₅

Nesta geração foram observadas 16 correlações significativas (Tabela 4), onde todos os caracteres relacionadas à qualidade de sementes foram correlacionados entre si positivamente. Além de correlacionarem com altura de plantas na maturidade, ou seja, as plantas oriundas de sementes de alta qualidade fisiológica apresentam maior altura (SCHUCH; KOLCHINSKI; FINATTO, 2009).

O número de dias para maturidade e o envelhecimento acelerado foram correlacionados significativamente, negativos, evidenciando que o aumento do ciclo tende a reduzir o componente do vigor de sementes avaliado pelo EA.

Em relação ao caráter produção de grãos, foi observada correlação positiva com o número de vagens (Tabela 4), sendo que este é um dos componentes mais importantes da produtividade de soja, uma vez que alterações nesses componentes são responsáveis diretos pela produtividade (DALCHIAVON; CARVALHO, 2012).

Tabela 4. Correlações entre caracteres agronômicos de plantas (grupo I) e caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) de soja, analisados na geração de plantas F₄ e sementes F₅.

	IVE	EMER	EA	NDM	AIV	APM	NV	PG	TO
GERM	0,777**	0,756**	0,498**	-0,189 ^{ns}	-0,002 ^{ns}	0,475**	-0,271 ^{ns}	0,144 ^{ns}	0,144 ^{ns}
IVE	-	0,938**	0,499**	-0,205 ^{ns}	-0,143 ^{ns}	0,537**	-0,335 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,271 ^{ns}
EMER		-	0,537**	-0,231 ^{ns}	-0,172 ^{ns}	0,609**	-0,343 ^{ns}	0,083 ^{ns}	0,253 ^{ns}
EA			-	-0,554**	0,147 ^{ns}	0,489**	-0,274 ^{ns}	-0,113 ^{ns}	0,420*
NDM				-	0,267 ^{ns}	0,044 ^{ns}	-0,176 ^{ns}	-0,325*	0,384*
AIV					-	0,103 ^{ns}	0,017 ^{ns}	-0,113 ^{ns}	-0,140 ^{ns}
APM						-	0,302 ^{ns}	0,284 ^{ns}	-0,095 ^{ns}
NV							-	0,649**	0,376*
PG								-	0,260 ^{ns}

Grupo I: NDM, número de dias para maturação; AIV, altura de inserção da primeira vagem; APM, altura de planta na maturação; NV, número de vagens; PG, produtividade por planta; TO, teor de óleo. Grupo II: GERM, porcentagem de germinação; IVE, índice de velocidade de emergência; EMER, porcentagem de emergência; EA, envelhecimento acelerado. ** Significativo a 1%, * a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo a 5%.

As correlações entre produção de grãos com número de dias para maturidade foram significativas e negativas. Estes resultados são semelhantes aos verificados por Bisinotto (2013) ao estudar as correlações entre caracteres agronômicos de genótipos de soja. Foi observado também que em condições de estresse hídrico, a correlação destes caracteres segue o mesmo padrão (SALIMI; MORADI, 2012).

O caráter teor de óleo correlacionou-se positivamente com envelhecimento acelerado, número de dias para maturidade e número de vagens (Tabela 4).

No diagnóstico de multicolinearidade, dos grupos caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos das sementes, houve multicolinearidade fraca, com um número de condição (NC) igual a 77,66.

Na geração de plantas F₄ e sementes F₅, os pares canônicos 1 e 2 mostraram-se significativos a 1% de probabilidade evidenciando a dependência entre os caracteres (Tabela 5). Conseqüentemente, os dois primeiros pares canônicos são de interesse ao estudo, pois estes pares maximizam a relação entre os caracteres agronômicos e os fisiológicos de sementes em soja.

Os coeficientes canônicos indicam claramente a relação entre os caracteres, número de dias para maturidade apresentou (em módulo) maior valor de carga canônica relativa ao grupo I, e emergência e envelhecimento acelerado relativos ao grupo II (Tabela 5).

Tabela 5. Cargas dos caracteres agrônômicos de plantas (grupo I) e caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) em soja nas correlações canônicas (r) entre os grupos, na geração de plantas F₄ e sementes F₅.

Grupos	Caracteres	Pares canônicos			
		1º	2º	3º	4º
I	NDM	-0,9449	0,3030	-0,0799	0,4617
	AIV	-0,0588	-0,0639	-0,7579	-0,5122
	APM	-0,0532	0,8164	-0,0760	-0,5712
	NV	-0,3320	-0,4796	0,5510	0,3215
	PG	0,1948	0,6895	-0,7825	-0,0400
	TO	0,0278	0,2474	0,3764	-0,9037
II	GERM	0,3519	0,0503	-1,5871	0,0731
	IVE	0,3416	0,1802	0,7474	-2,9168
	EMER	1,0832	0,7135	0,6215	2,6038
	EA	1,0710	0,5526	0,0029	0,0032
	r	0,8771	0,8221	0,2889	0,1686
	p	0,0000**	0,0003**	0,8673 ^{ns}	0,8095 ^{ns}

Grupo I: NDM, número de dias para maturação; AIV, altura de inserção da primeira vagem; APM, altura de planta na maturação; NV, número de vagens; PG, produtividade por planta; TO, teor de óleo. Grupo II: GERM, porcentagem de germinação; IVE, índice de velocidade de emergência; EMER, porcentagem de emergência; EA, envelhecimento acelerado. ** Significativo a 1% e ^{ns} não significativo a 1%.

As associações intergrupos estabelecidas pelo primeiro par de correlações canônicas, associam ciclo curto com alta porcentagem de emergência e alta porcentagem de plântulas normais sob condições de envelhecimento acelerado (Tabela 5).

No segundo par de correlações canônicas, os caracteres: altura de planta na maturidade e produção de grãos apresentaram maiores valores no grupo I. Por sua vez, os que mais contribuíram no grupo II foram os mesmos relacionados pelo par canônico 1 (Tabela 5).

Estes resultados associam plantas com alta produção e de porte alto com sementes que possuem maior capacidade de emergência e tolerantes ao estresse causado pelo envelhecimento acelerado, ou seja, com alto vigor. Ao avaliar o efeito do vigor de sementes na produtividade da soja, foi verificado que sementes de alto vigor proporcionam maior rendimento de grãos e as plantas provenientes de sementes destes lotes apresentam maior altura até aos 75 dias após a semeadura (SCHEEREN et al., 2010). A seleção de plantas mais produtivas em soja

normalmente leva a uma resposta correlacionada de plantas mais altas (OLIVEIRA, 2008).

Pode-se inferir que existe uma relação entre os caracteres agrônômicos e os fisiológicos de sementes em soja, pelo fato de haver significância estatística para os dois primeiros pares canônicos.

3.3 Geração de sementes F₄ e plantas F₄

As correlações lineares entre os caracteres do grupo II (GERM, IVE, EMER e EA) foram todas altas e significativas. Avaliando as correlações existentes entre caracteres das sementes visando identificar testes que possibilitem selecionar linhagens de soja com sementes de maior germinação, vigor e desempenho em campo, verificou-se que os caracteres avaliados apresentaram correlações altamente significativas, com valores entre 0,59 e 0,99% (MARTINS et al., 2016).

Tabela 6. Correlações entre caracteres agrônômicos (grupo I) e caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) de soja, analisados na geração de sementes F₄ e plantas F₄.

	IVE	EMER	EA	NDM	AIV	APM	NV	PG	TO
GERM	0,786**	0,865**	0,749**	-0,448**	0,369*	-0,270 ^{ns}	-0,121 ^{ns}	0,345**	0,245 ^{ns}
IVE	-	0,790**	0,734**	-0,458**	0,410**	0,060 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,469**	0,017 ^{ns}
EMER		-	0,690**	-0,498**	0,354*	-0,153 ^{ns}	-0,110 ^{ns}	0,303*	-0,007 ^{ns}
EA			-	-0,589**	0,462**	0,066 ^{ns}	-0,054 ^{ns}	0,363*	0,159 ^{ns}
NDM				-	0,267 ^{ns}	0,044 ^{ns}	-0,176 ^{ns}	-0,325*	0,384*
AIV					-	-0,103 ^{ns}	0,017 ^{ns}	-0,113 ^{ns}	-0,140 ^{ns}
APM						-	0,302 ^{ns}	0,284 ^{ns}	-0,095 ^{ns}
NV							-	0,649**	0,376*
PG								-	0,260 ^{ns}

Grupo I: NDM, número de dias para maturação; AIV, altura de inserção da primeira vagem; APM, altura de planta na maturação; NV, número de vagens; PG, produtividade por planta; TO, teor de óleo. Grupo II: GERM, porcentagem de germinação; IVE, índice de velocidade de emergência; EMER, porcentagem de emergência; EA, envelhecimento acelerado. ** Significativo a 1%, * a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo a 5%.

Houve também correlação significativa positiva entre os caracteres fisiológicos de sementes e AIV e PG (Tabela 6). Contudo, foi observado que níveis de vigor dos lotes de sementes não afetam a altura da inserção da primeira vagem das plantas (ROSSI, 2012).

Vale ressaltar que existe uma estreita relação entre vigor de sementes e produtividade, o uso de sementes de alto vigor proporciona acréscimos de 20% a 35% no rendimento de grãos, em relação ao uso de sementes de baixo vigor (FRANÇA- NETO et al., 2014).

Por outro lado, os caracteres de sementes correlacionaram significativamente e de forma inversa com NDM (Tabela 6). Lotes de menor vigor resultam em prolongamento da fase vegetativa das plantas (VANZOLINI; CARVALHO, 2002), que está intimamente ligada ao ciclo reprodutivo de um genótipo.

Na análise de multicolinearidade, utilizando o critério número de condição (NC) (CRUZ; CARNEIRO, 2003), encontrou-se $NC = 146,8$, relativamente fraco, desta forma decidiu-se manter todas as variáveis para a realização da análise de correlação canônica.

Verificou-se que as correlações canônicas entre os grupos apresentaram significância pelo teste qui-quadrado a 1% ($p < 0,01$), para o par canônico de primeira ordem, e que, a correlação total desse par canônico foi elevada ($r = 0,8573$) e o segundo par canônico foi significativo pelo teste qui-quadrado a 5% ($p < 0,05$) (Tabela 7).

Pelas cargas canônicas do primeiro par relativo ao grupo I, observa-se que NDM, PG e TO apresentaram (em módulo) valores mais elevados. Já para o grupo II germinação e envelhecimento acelerado apresentaram alta carga canônica (Tabela 7).

As relações expressas para o primeiro par canônico indicam que, sementes de alta germinação e vigor estão associadas a plantas mais produtivas, com alto teor de óleo e ciclo reduzido. Estes resultados sugerem que sementes de alta qualidade fisiológica produzem plantas mais produtivas. Sabe-se que sementes de alto vigor propiciam germinação e emergência de maneira rápida e uniforme resultando na produção de plantas de alto desempenho que tem elevado potencial produtivo (FRANÇA- NETO et al., 2014).

No segundo par de correlação canônica foi observado maior valor de carga apenas para a variável APM no grupo I, no entanto para o grupo II todas as variáveis apresentaram cargas maiores que 0,5 (Tabela 7).

Tabela 7. Cargas dos caracteres agrônômicos (grupo I) e caracteres fisiológicos de sementes (grupo II) em soja nas correlações canônicas (r) entre os grupos, na geração de sementes F₄ e plantas F₄.

Grupos	Caracteres	Pares canônicos			
		1º	2º	3º	4º
I	NDM	-0,5998	-0,3234	-0,1707	0,8118
	AIV	-0,1931	-0,2152	0,1960	-0,2173
	APM	-0,1918	0,7972	0,5720	-0,0862
	NV	-0,3663	-0,2316	0,6193	-0,0872
	PG	0,6493	-0,0539	-0,3606	0,9988
	TO	0,5674	-0,4505	0,9182	-0,2288
II	GERM	0,8837	1,9818	0,4170	0,3398
	IVE	0,0430	0,6917	0,1517	1,6935
	EMER	0,3542	0,7857	-1,7023	-0,9536
	EA	0,5184	0,8291	0,8255	-0,9845
	r	0,8573	0,6698	0,3919	0,3593
	p	0,0000**	0,0114*	0,2503 ^{ns}	0,2009 ^{ns}

Grupo I: NDM, número de dias para maturação; AIV, altura de inserção da primeira vagem; APM, altura de planta na maturação; NV, número de vagens; PG, produtividade por planta; TO, teor de óleo. Grupo II: GERM, porcentagem de germinação; IVE, índice de velocidade de emergência; EMER, porcentagem de emergência; EA, envelhecimento acelerado. ** Significativo a 1%, * a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo a 5%.

Os resultados evidenciados pelo segundo par canônico apontaram que sementes de alta qualidade fisiológica estão associadas com plantas de porte alto. Sementes de maior qualidade fisiológica produzem plântulas maiores, o que proporciona maiores taxas de crescimento da cultura do arroz (HÖFS et al., 2004).

Pode-se inferir que o grau de associação entre os caracteres varia de uma geração para outra. Esse fato evidencia que as correlações canônicas devem ser estimadas dentro de cada geração da população sob melhoramento, para que o melhorista obtenha maior eficiência no processo de seleção.

Para a melhor compreensão da relação entres os caracteres aqui abordados, fica evidente a necessidade de realização de estudos com correlações canônicas em diferentes genótipos e gerações, em virtude da escassez de trabalhos utilizando esta análise na cultura da soja, visando reforçar os resultados e observações destacados no presente estudo.

4. CONCLUSÕES

A análise de correlação canônica permite realizar inferências a respeito de caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos de sementes em soja.

Os caracteres agronômicos de plantas e fisiológicos das sementes não são independentes.

Plantas com maior número de vagens, mais produtivas e com alto teor de óleo estão associadas com sementes com alta germinação e velocidade de emergência.

Plantas com ciclo de maturidade reduzido estão associadas às sementes com alta emergência e mais tolerantes às condições de envelhecimento acelerado. Além disso, plantas mais produtivas e de porte alto estão associadas com maior vigor de sementes de soja.

Sementes com alta germinação e vigor estão associadas a plantas mais produtivas, com alto teor de óleo e ciclo de maturidade reduzido. E há associação entre sementes de alta qualidade fisiológica e plantas de porte alto.

5. REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C.; ANDRADE, R. V.; ZAMORA, S.A.; GORDON, M. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 1-5, 2002.

BISINOTTO, F. F. **Correlações entre caracteres como critério de seleção indireta, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja**. 2013. 77f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; OLIVEIRA, P. H. D.; MILANI, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, p. 404-411, 2011.

CARVALHO, I. R.; de SOUZA, V. Q.; NARDINO, M.; FOLLMAN, D. N.; SCHMIDT, D.; BARETTA, D. Correlações canônicas entre caracteres morfológicos e componentes de produção em trigo de duplo propósito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, p. 690-697, 2015.

CECCON, G.; DOS SANTOS, A.; TEODORO, P.E.; da SILVA JUNIOR, C.A. Relationships between Primary and Secondary Yield Components of a Maize Population after 13 Stratified Mass Selection Cycles. **Journal of Agronomy**, Dubai, v.15, p. 33-38, 2016.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; CARVALHO, F. I. F.; AZEVEDO, R. Correlações canônicas: II – Análise do rendimento de grãos de feijão e seus componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 31-35, 2000.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2012. 514p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. da UFV, 2003. 579p.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. de P. e. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, p. 541-552, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja** – Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 265.

FARIAS NETO, J. T.; VELLO, N. A. Avaliação de progênies F4:3 e F5:3 e estimativas de parâmetros genéticos com ênfase para porcentagem de óleo, produtividade de grãos e óleo em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 812 - 820. 2001.

FEDERER, W. T. Augmented (hoonuiaku) designs. **Hawaiian Planters' Record**, Aiea, v. 55, p.191-208, 1956.

FEHR, W.R.; CAVINESS, J.A. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; LORINI, I.; HENNING, F. A. A relação de alto vigor e a produtividade. **A Granja**, São Paulo, n.789, ano 70,p.34-37, 2014.

HAIR, J. F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de dados**. Editora Bookman, Porto Alegre, 6ª ed., 2009. 688 p.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B; PESKE, S.T; BARROS, A. C. S. A. Emergence and initial growth of rice seedlings according to seed vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 92-97, 2004.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. p. 478.

LOPES, J. C.; MARTINS-FILHO, S.; TAGLIAFERRE, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 51-58, 2002.

MAGUIRE, J. D. Speedog germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MAMBRIN, R. B.; HENNING, L. M. M.; HENNING, F. A.; BARKERT, K. A. Seleção de linhagens de feijão com base no padrão e na qualidade de sementes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 147-156, 2015.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 1-24.

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, p. 455-461, 2016.

MORAES, R. M. A.; JOSE, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.715-729. 2006.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, L. B. de; HAMAWAKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura= Path analysis and correlations among traits in soybean grown in two dates sowing. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, 2012.

OLIVEIRA, M. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

PROTÁSIO, T. de P.; NETO, R. M. G.; de SANTANA, J. de D. P.; JÚNIOR, J. B. G.; TRUGILHO, P. F. Canonical correlation analysis of the characteristics of charcoal from *Qualea parviflora* Mart. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 81-88, 2014.

PROTÁSIO, T. P.; TONOLI, G. H. D.; JÚNIOR, M. G.; BUFALINO, L.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P. F. Correlações canônicas entre as características químicas e energéticas de resíduos lignocelulósicos. **Cerne**, Lavras, v. 18(3), p. 433-439, 2012.

RIGÃO, M. H.; STORCK, L.; BISOGNIN, D. A.; LOPES, S. J. Correlação canônica entre caracteres de tubérculos para seleção precoce de clones de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2347-2353, 2009.

ROSSI, R. F. **Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja**. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas Câmpus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2012.

SALIMI, S.; MORADI, S. Effect The Correlation, Regression and Path Analysis in Soybean Genotypes (*Glycin Max L.*) Under Moisture and Normal Condition. **International Journal Of Agronomy And Plant Production**, Tehran, v. 10, n. 3, p.447-454, 2012.

SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, J.; PAINI, J. N.; CRUZ, C. D. Correlações canônicas entre componentes primários e secundários na produção de grãos em Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, p.456-464, 1994.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3 p. 35-41, 2010.

SCHUAB, S.R.P.; BRACCINI, A.L.; NETO, J.B F.; SCAPIM, C.A.; MESCHEDE, D.K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.28, n.4, p.553-561, 2006.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 144-149, 2009.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, Evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina Mecenas, 2015. p.1-5.

SOUSA, L. B. de; HAMAWAKI, O. T.; SANTOS JÚNIOR, C. D.; OLIVEIRA, V. M. de; NOGUEIRA, A. P. O.; MUNDIM, F. de M.; HAMAWAKI, R. L.; HAMAWAKI, C. D. L. Correlation between yield components in F6 soybean progenies derived from seven biparental crosses= Correlação entre caracteres em progênies F6 de soja provenientes de sete cruzamentos biparentais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 6, 2015.

SOUZA, C. A.; FIGUEIREDO, B. P.; COELHO, C. M. M.; CASA, R. T.; SANGOI, L. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento= Plant architecture and productivity of soybean affected by plant growth retardants. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 3, 2013.

SOUZA, V. Q. de; BARRETA, D.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R.; FOLLMANN, D. N.; KONFLAN, V. A.; SCHMIDT, D. Variance components and association between corn hybrids morpho-agronomic characters. **Científica**, Jaboticabal, v. 43, n. 3, p. 246-253, 2015.

STATSOFT, Inc. (2010). **STATISTICA**, versão 10. www.statsoft.com.

TOEBE, M.; CARGNELUTTI FILHO, A. Não normalidade multivariada e multicolinearidade na análise de trilha em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, p.466-477, 2013.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A. Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v.9, p. 66-80, 2003.

TRZECIAK, M. B. **Formação de sementes de soja: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos**. 2012. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural. **Service Circular Series WAP 2-16 World Agricultural Production**, Fevereiro de 2016. Disponível em <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/worldag-production/worldag-production-02-09-2016.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2016.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 33- 41, 2002.

CAPÍTULO 3 - EFEITO DO ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA E TEOR DE ÓLEO EM SEMENTES DE SOJA

RESUMO – Sabe-se que, além da determinação genética, própria de cada genótipo, o período de armazenamento das sementes pode interferir na qualidade e na composição das mesmas. Desta forma, o objetivo do presente estudo consistiu em investigar o efeito do armazenamento sobre a qualidade de sementes de populações de soja em relação às alterações fisiológicas e no teor de óleo das sementes. Para isso, sete populações segregantes conduzidas em duas gerações (F₄ e F₅), além de duas cultivares (MG/BR 46 Conquista e CD 216) de soja tiveram suas sementes avaliadas com relação à qualidade fisiológica, imediatamente antes de serem armazenadas (tempo zero) e após seis meses de armazenamento (tempo 6 meses), em ambiente com temperatura e umidade controlada. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através de testes de germinação, vigor, teor de água e teor de óleo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 9), duas épocas de armazenamento (zero e seis meses) e nove genótipos. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e pelo teste de Scott-Knott adotando-se o nível de 0,05 de significância. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o armazenamento por seis meses afetou negativamente a qualidade fisiológica e o teor de óleo das sementes. Além disso, também observou-se que, diferentes genótipos de soja apresentam diferentes níveis de tolerância ao armazenamento.

Palavras-chaves: composição das sementes, deterioração, germinação, *Glycine max*, vigor

1. INTRODUÇÃO

A soja é a principal cultura oleaginosa produzida no mundo destacando-se como uma das fontes de óleo mais importantes para a indústria, seres humanos e alimentação animal (CONAB, 2016). Representa aproximadamente 90% da produção de óleo vegetal e mais de 80% da produção de biodiesel no Brasil.

A produção agrícola do mundo depende fundamentalmente das sementes, o uso de semente de elevada qualidade permite o acesso aos avanços genéticos, assegurando maiores produtividades (FRANÇA-NETO et al., 2014). Considerando a grande importância produtiva e econômica da soja, tornam-se extremamente pertinentes estudos para maior conhecimento sobre as sementes dessa espécie, que se caracteriza como uma das mais versáteis e produtivas.

As condições de armazenamento são determinantes para garantia da qualidade fisiológica das sementes e, embora a sua qualidade não possa ser melhorada, boas condições durante este período contribuirão para mantê-las viáveis por um tempo mais longo, retardando o processo de deterioração (AZEVEDO et al., 2003).

A longevidade das sementes é variável de acordo com o genótipo, mas o período de conservação do potencial fisiológico depende, em grande parte, do grau de umidade e das condições do ambiente de armazenamento (MARCOS FILHO, 2005).

A deterioração das sementes inicia na maturidade fisiológica, e a partir daí diversas mudanças ocorrem de ordem bioquímica e fisiológica como a degeneração das membranas, redução no teor de água, biossíntese reduzida, baixa germinação e vigor, a inativação gradativa dos processos metabólicos, culminando em morte da semente ao longo do tempo (GARCIA, 2012), fazendo com que os pesquisadores se preocupem em utilizar técnicas que propiciem a minimização dos fatores de deterioração de sementes.

As sementes de oleaginosas, quando armazenadas em condições inapropriadas, se deterioram com aumento de acidez e modificam sua composição, logo, a manutenção de sua viabilidade durante o armazenamento é de particular importância (ALMEIDA et al., 2010).

Assim, o objetivo do presente trabalho consistiu em investigar o efeito do armazenamento em sementes de populações segregantes de soja, em relação às alterações fisiológicas ocorridas e no teor de óleo das sementes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições experimentais

Os experimentos foram conduzidos sob condições controladas em laboratório do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal-SP.

Foram avaliadas sete populações segregantes oriundas de cruzamentos biparentais, obtidas entre genitores portadores de bons atributos agronômicos e com alto teor de óleo, pertencentes ao programa de melhoramento genético UNESP/FCAV- Jaboticabal-SP e cultivares comerciais (Tabela 1). As sementes destas populações foram avaliadas nas gerações F₄ e F₅, sendo que em cada experimento, foram avaliadas ainda duas cultivares comerciais (MG/BR 46 Conquista e Coodetec 216) como testemunhas.

Tabela 1. Genealogia e identificação das sete populações segregantes de soja.

Populações	Genealogia		
1	UFUs Carajás	X	JAB.00-06-2/2Ca4A
2	UFUs Carajás	X	JAB.00-02-1/8C1A
3	UFUs Carajás	X	IAC-Foscarin 31
4	FMT Tucunaré	X	JAB.00-02-3/6A4D
5	FMT Tucunaré	X	JAB.00-03-11/1H1C
6	FMT Tucunaré	X	JAB.00-02-1/8C1A
7	FMT Tucunaré	X	IAC-Foscarin 31

Cultivares 1: MG/BR 46 Conquista e 2: CD 216

As sementes foram colhidas no estágio de maturidade R8 (FEHR; CAVINESS, 1977), sendo as mesmas armazenadas em câmara fria e seca (10°C/40%UR). A qualidade das sementes de soja e o teor de óleo foram avaliados

em duas épocas saber: antes do armazenamento (tempo zero) e após seis meses de armazenamento (tempo seis meses) para as duas gerações conduzidas das populações e testemunhas.

2.2. Caracteres avaliados

A qualidade fisiológica das sementes dos genótipos foi avaliada após a colheita das plantas em *bulk* dentro das parcelas experimentais, sendo estas avaliações realizadas por meio de testes de germinação e vigor. As análises de qualidade de sementes foram conduzidas em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes.

- **Teste de germinação (GERM):** foi conduzido conforme os critérios recomendados nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A semeadura foi realizada em folhas de papel germitest, pelo sistema de rolos umedecidos com água, em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos foram colocados em germinadores à temperatura de 25°C. No quinto e oitavo dias, foram realizadas as contagens do número de plântulas normais. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

- **Teste de emergência (EMER):** foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes distribuídas em bandejas plásticas contendo areia. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em sala de crescimento vegetal à 25°C e fotoperíodo de 12 horas. As contagens de plântulas emergidas foram realizadas diariamente até estabilização do estande. Foi considerada a porcentagem de plântulas normais aos 9 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais emergidas.

- **Índice de velocidade de emergência (IVE):** determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962), onde foi computado o número de plântulas diariamente.

$$IVE = (E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn)$$

Onde:

IVE: Índice de velocidade de emergência;

E1, E2 e En: número de plântulas emergidas determinado na primeira, na segunda... e na última contagem;

N1, N2 e Nn: número de dias da semeadura na primeira, na segunda... e na última contagem;

- **Teste de envelhecimento acelerado (EA):** utilizou o método do gerbox adaptado. Dentro de cada gerbox, contendo 40 ml de água destilada, foram colocadas 200 sementes em camada única sobre uma tela suspensa. Essas caixas foram colocadas em câmara de germinação (BOD) da marca Solab, modelo SL 224, a uma temperatura de 42°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar seguindo a metodologia descrita para o teste de germinação. Os resultados expressos em porcentagem referem-se a contagem das plântulas normais após cinco dias da semeadura.

- **Teor de óleo (TO):** os conteúdos de óleo nas sementes foram determinados através do método de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), utilizando um equipamento modelo TANGO, fabricante Bruker.

- **Teor de água:** foi determinado pelo método não destrutivo direto por meio do medidor de umidade, modelo M-3G, fabricante Dickey- John.

2.3. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial 2 x 9, correspondente a duas épocas de avaliação (zero e seis meses de armazenamento) e nove genótipos (sete populações segregantes e as cultivares Conquista e Coodetec 216) nas gerações F₄ e F₅. Para as porcentagens de germinação, emergência, envelhecimento acelerado e teor de óleo foi realizada transformação, por raiz quadrada (\sqrt{x}).

As médias foram agrupadas pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa GENES (CRUZ, 2013).

Os dados de teor de água nas sementes não foram avaliados estatisticamente, pois foi realizado com o intuito de padronização das avaliações.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados obtidos na avaliação do grau de umidade nas duas gerações, observou-se que a umidade estava dentro do limite de variação para o armazenamento de sementes de soja (dados não apresentados em tabela). Esta classificação é importante para padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 2005).

Os genótipos responderam de forma diferenciada ao tempo de armazenamento na geração F₄, pois houve interação entre as diferentes épocas de armazenamento e os genótipos para as variáveis porcentagem de germinação, de emergência, de germinação após o envelhecimento acelerado e teor de óleo. Para o índice de velocidade de emergência não se verificou interação entre os fatores, porém houve efeito significativo para os dois fatores isolados. (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância com os quadrados médios e suas respectivas significâncias para germinação (GERM), emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e teor de óleo (TO) em sete populações segregantes (F₄) de soja e duas cultivares comerciais em duas épocas de armazenamento (E).

FV	GL	GERM %	EMER %	IVE	EA %	TO%
Genótipo (G)	8	1507,70**	458,88**	11,13**	2941,30**	4,19**
Época (E)	1	2244,50**	29,39 ^{ns}	12,50**	1476,10**	130,68**
G x E	8	76,63**	92,76**	1,50 ^{ns}	441,80**	0,56*
Resíduo	54	26,46	23,06	0,89	68,43	0,24
CV(%)		3,48	2,88	5,16	9,99	1,23
Média Geral		80	88	9,17	48	20,79

** e * significativo pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F.

Observa-se que, o armazenamento por seis meses reduziu significativamente a qualidade fisiológica e o vigor das sementes, avaliados pelos testes de germinação, envelhecimento acelerado, teor de óleo e também o índice de velocidade de emergência. Entretanto não influenciou a emergência (Tabelas 3 e 4).

Mudanças no vigor de sementes de soja foram observadas após quatro meses de armazenamento e declínio do vigor das sementes continuou em ritmo constante com o passar dos meses (MBOFUNG et al., 2013).

As maiores porcentagens de germinação ocorreram antes do armazenamento e para as populações 5, 6, 7 e a cultivar CD 216 (Tabela 3).

Ao longo do período de armazenamento a soja é uma das oleaginosas que tem maior comprometimento no percentual de germinação, perdendo em média 33% de sua capacidade germinativa no período de seis meses de armazenamento (ALMEIDA et al., 2010).

Pelo teste de envelhecimento acelerado é possível detectar variações de qualidade fisiológica com maior sensibilidade que outros testes de vigor (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2012). Pode-se observar que as sementes apresentaram redução significativa da viabilidade aos seis meses de armazenamento (Tabela 3).

Avaliando o comportamento dos genótipos dentro das épocas, observa-se que as populações 5 e 7 apresentaram-se estatisticamente mais tolerantes ao envelhecimento acelerado que os outros genótipos avaliados (Tabela 3). O EA pode ser considerado uma importante ferramenta nos programas de melhoramento genético de soja na seleção de genótipos com potencial de alto desempenho em regiões de clima quente e úmido (SILVA; LAZARINI; SÁ, 2010).

O armazenamento afetou a porcentagem de emergência para todas as populações e cultivares avaliadas. Por outro lado, os resultados da emergência em areia indicam que as sementes dos diferentes genótipos, armazenadas em ambiente controlado, apresentaram diferenças significativas após seis meses de armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados médios da porcentagem de germinação, envelhecimento acelerado, emergência e teor de óleo de sete populações segregantes (geração F₄ – genótipos 1 a 7) de soja e duas cultivares comerciais (CD 216 e MG/BR 46 Conquista), em função da época de armazenamento (tempo zero e tempo seis meses).

Genótipo	Germinação (%)		EA (%)		Emergência (%)		Teor de Óleo (%)	
	Antes do armazenamento	6 meses	Antes do armazenamento	6 meses	Antes do armazenamento	6 meses	Antes do armazenamento	6 meses
1	82 Ac	72 Bc	36 Ac	35 Bb	82 Ab	87 Ab	21,8 Ab	19,3 Bb
2	87 Ab	72 Bc	61 Ab	23 Bc	87 Aa	83 Ab	22,0 Ab	19,5 Bb
3	76 Ac	57 Bd	41 Ac	37 Bb	78 Ab	79 Ac	23,0 Aa	20,5 Ba
4	81 Ac	75 Bc	38 Ac	33 Bb	95 Aa	78 Ac	22,0 Ab	20,0 Ba
5	99 Aa	97 Ba	81 Aa	70 Ba	99 Aa	96 Aa	22,0 Ab	18,8 Bc
6	96 Aa	87 Bb	60 Ab	44 Bb	93 Aa	93 Aa	23,0 Aa	20,0 Ba
7	94 Aa	84 Bb	81 Aa	67 Ba	93 Aa	96 Aa	22,0 Ab	20,0 Ba
CD 216	94 Aa	86 Bb	53 Bb	71 Aa	95 Aa	95 Aa	22,5 Aa	19,5 Bb
Conquista	65 Ad	43 Be	23 Ad	14 Bc	74 Ab	79 Ac	21,0 Ac	17,5 Bd

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para as populações 1, 3 e a cultivar MG/BR 46 Conquista, do início do armazenamento até os seis meses, houve aumento da emergência sem serem observadas diferenças estatísticas nas duas épocas. Pode-se observar também, que os valores obtidos para as populações 5, 6, 7 e a cultivar CD 216 não se diferenciaram dos observados no início do armazenamento (Tabela 3).

O teor de óleo das sementes dos genótipos variou em função das épocas de armazenamento. Valores maiores foram observados para as populações 3, 6 e CD 216 antes do armazenamento e para as populações 3, 4, 6 e 7 após seis meses. Vale ressaltar ainda que as variações no teor de óleo entre a época antes do armazenamento (tempo zero) e após seis meses apresentaram redução de cerca de 3 pontos percentuais durante o armazenamento (Tabela 3).

Sabe-se que há uma redução significativa no teor de óleo das sementes de soja ao longo do período de armazenamento. Estes resultados indicam que o óleo é um constituinte com baixa estabilidade ao armazenamento, mesmo quando armazenados em ambiente com controle de temperatura (OLIVEIRA, 2008).

Os valores referentes ao índice de velocidade de emergência indicam diferença significativa entre as épocas de armazenamento, sendo a segunda época superior a primeira (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados médios de índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja em duas épocas de armazenamento.

Época (meses)	IVE
0	8,75 b
6	9,58 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando as sementes dos diferentes genótipos foram avaliadas por meio do índice de velocidade de emergência, foi possível observar diferenças no vigor (Tabela 5). Neste caso, as populações 5 e 7 foram as mais vigorosas, ao passo que as populações 1, 2, 3, 4 e a cultivar MG/BR 46 Conquista foram indicadas como de baixo vigor e a população 6 como intermediário, não diferindo da cultivar CD 216.

Tabela 5. Resultados médios de índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de sete populações segregantes (geração F₄) e duas cultivares comerciais de soja.

Genótipo	IVE
1	9,00 c
2	8,00 c
3	8,00 c
4	8,50 c
5	11,3 a
6	9,50 b
7	10,5 a
CD 216	9,80 b
MG/BR 46 Conquista	8,00 c

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Pelos resultados da análise de variância da geração F₅, observa-se que a interação genótipo x época foi significativa apenas para o teste de envelhecimento acelerado. Para a porcentagem de germinação e teor de óleo houve efeito significativo dos genótipos e da época de armazenamento. Também foi detectado efeito significativo da época de armazenamento no índice de velocidade de emergência. Porém não foi detectada significância para o teste de emergência (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância com os quadrados médios e suas respectivas significâncias para germinação (GERM), emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA) e teor de óleo (TO) em sete populações segregantes (F₅) de soja e duas cultivares comerciais em duas épocas de armazenamento (E).

FV	GL	GERM %	EMER %	IVE	EA %	TO%
Genótipo (G)	8	147,14**	13,63 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1568,0**	11,59**
Época (E)	1	133,39*	0,22 ^{ns}	122,72**	2424,47**	203,34**
G x E	8	43,39 ^{ns}	8,22 ^{ns}	0,53 ^{ns}	486,0**	0,50 ^{ns}
Resíduo	54	27,35	15,40	0,97	54,62	1,32
CV(%)		3,07	2,11	3,75	6,70	3,33
Média Geral		86,86	93,89	13,22	64,44	20,15

** e * significativo pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ^{ns} não significativo pelo teste F.

O período de seis meses de armazenamento afetou a porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência e o teor de óleo das sementes. Com relação a germinação e teor de óleo, maiores valores foram observados antes do armazenamento, e por sua vez, o contrário ocorreu com o IVE (Tabela 7).

Este comportamento observado para o IVE não condiz com o relatado na literatura que de maneira geral, nota-se uma redução no índice de velocidade de emergência conforme aumento no período de armazenamento (DAN et al., 2011).

Os resultados obtidos de teor de óleo foram similares aos obtidos por Sanches (2015) que concluiu que o teor de óleo nas sementes de soja, foi afetado negativamente com o avanço do tempo de armazenamento.

A redução no teor de óleo é atribuída às atividades de lipases e lipoxigenases e à oxidação das gorduras, pois sementes contendo óleos e gorduras são mais deterioráveis durante o armazenamento devido à autooxidação (REDA, 2004).

Ressalta-se ainda que, apesar de influenciar a capacidade germinativa das sementes, o armazenamento por seis meses manteve os valores de germinação acima do recomendado, que é de 80% (BRASIL, 2005).

Resultados semelhantes foram observados em sementes de soja armazenadas em condições de temperatura e umidade controlados, onde, mesmo com a influencia do armazenamento, as sementes continuaram viáveis por 12 meses (MBOFUNG et al., 2013).

Tabela 7. Resultados médios de germinação, índice de velocidade de emergência (IVE) e teor de óleo de sementes de soja em duas épocas de armazenamento.

Época	Germinação (%)	IVE	Teor de óleo (%)
0	88 a	11,91 b	21,83 a
6	86 b	14,52 a	18,47 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As condições de armazenamento são determinantes para garantia da qualidade fisiológica e da composição das sementes (ALMEIDA et al., 2010). No entanto, a deterioração pode intensificar com o prolongamento do período de

armazenamento mesmo em ambiente refrigerado, prejudicando a qualidade das sementes armazenadas (CUNHA et al., 2009).

Apesar de todos os genótipos apresentarem porcentagens de germinação superiores ao mínimo exigido de 80% (BRASIL, 2005), a população 4, quando avaliada pela germinação, teve maior qualidade de sementes que os demais (Tabela 8).

Tabela 8. Resultados médios de germinação e teor de óleo de sementes de sete populações segregantes (F_5) de soja e duas cultivares comerciais.

Genótipo	Germinação (%)	Teor de óleo (%)
1	85 c	21,75 a
2	89 b	19,50 b
3	84 c	21,40 a
4	96 a	19,88 b
5	84 c	19,25 b
6	81 c	21,30 a
7	88 b	21,00 a
CD 216	89 b	18,63 b
MG/BR 46 Conquista	85,c	18,75 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao teor de óleo houve uma variação de 18,63% a 21,75%, onde os maiores teores médios foram observados nas populações 1, 3, 6 e 7. Por outro lado, os menores teores médios foram encontrados nas cultivares CD 216 e MG/BR 46 Conquista, que não diferiram estatisticamente das populações 2, 4 e 5 (Tabela 8).

Pela análise das médias da germinação após o envelhecimento acelerado, de maneira geral, foi observada durante o armazenamento, uma tendência de redução do potencial fisiológico nas sementes (Tabela 9).

As populações 1, 2, 3, 5 e 7 foram as que apresentaram redução mais acentuada em relação ao potencial fisiológico. Enquanto que as populações 4, 6 e a cultivar MG/BR 46 Conquista apresentaram valores mais uniformes, após o armazenamento por seis meses (Tabela 9).

Tabela 9. Resultados médios da porcentagem de germinação após envelhecimento acelerado de sete populações segregantes (F_5) de soja e duas cultivares comerciais em função da época de armazenamento.

Genótipo	Envelhecimento Acelerado (%)	
	0 mês	6 meses
1	70 Aa	47 Bc
2	84 Aa	63 Bb
3	74 Aa	62 Bb
4	79 Aa	73 Ba
5	74 Aa	67 Bb
6	74 Aa	72 Ba
7	78 Aa	49 Bc
CD 216	9 Ab	33 Bd
MG/BR 46 Conquista	82 Aa	75 Ba

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Dos testes de vigor utilizados para avaliar a qualidade das sementes, o envelhecimento acelerado é capaz de proporcionar informações consistentes com o desempenho das sementes no campo e após o armazenamento (KIKUTI & MARCOS FILHO, 2012).

3. CONCLUSÕES

Sementes de soja armazenadas em câmara fria e seca apresentam a germinação e o vigor reduzidos após seis meses de armazenamento.

Os teores de óleo das sementes decrescem ao longo do armazenamento.

Genótipos de soja exibem comportamento diferenciado com relação aos níveis de tolerância ao armazenamento.

A qualidade e o teor de óleo das sementes variam em função das gerações.

4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. DE A. C.; JERÔNIMO, E. DE S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, p.189- 202, 2010.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V.P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.519524, 2003.

BRASIL. Instrução Normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005. **Padrões para produção e comercialização de sementes de soja**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 2005. Seção 1, p. 23.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CARDOSO, P. C.; BAUDET, L.; PESKE, S.T; LUCCA FILHO, O. A. Armazenamento em sistema a frio de sementes de soja tratadas com fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 15-23, 2004.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acomp. safra bras. grãos, v.3 - Safra 2015/16, n.5 - Quinto Levantamento, Brasília**, p. 1-118, fevereiro. 2016. - Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 09 maio. 2016.

CUNHA, J. P. A. R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C. M.; MION, R. L. Qualidade das sementes de soja após a colheita com dois tipos de colhedora e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p.1420-1425, 2009.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271276, 2013.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L. P.; RICCI, T. T.; PICCININ, G. G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, p.215-222, 2011.

FEHR, W.R.; CAVINESS, J.A. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; LORINI, I.; HENNING, F.A. A relação de alto vigor e a produtividade. **A Granja**, São Paulo, n.789, ano 70, p.34-37, 2014.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor em sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.44-50, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speedog germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYZANOWSKI, F. C. et al. (Eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: Abrates, 1999. p. 1-24.

MBOFUNG, G. C. Y.; GOGGI, A. S.; LEANDRO, L. F. S.; MULLEN, R. E. Effects of storage temperature and relative humidity on viability and vigor of treated soybean seeds. **Crop Science**, Madison, v.53, n.3, p.1086-1095, Mai.-Jun., 2013.

OLIVEIRA, M. **Temperatura na secagem e condições de armazenamento sobre propriedades da soja para consumo e produção de biodiesel**. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

REDA, S. W. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2004. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.

SANCHES, M. F. G. **Local de produção, armazenamento e qualidade de sementes de soja**. 2015. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2015.

SILVA, J. B. da; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. de. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, p.755-762, 2010.

CAPÍTULO 4 – ABORDAGEM MULTIVARIADA NA SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA COM CARACTERES AGRONÔMICOS SUPERIORES E ALTO TEOR DE ÓLEO

RESUMO – A utilização de métodos de seleção multivariada, como a análise de componentes principais, índices de seleção e análise de agrupamento, permite discriminar genótipos específicos e formar grupos homogêneos, respectivamente, de acordo com a avaliação simultânea de vários caracteres de interesse. O objetivo do presente estudo consistiu em selecionar progênies de soja superiores pertencentes a diferentes populações por meio de análises multivariadas e índices de seleção. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aumentados, sendo cada parcela composta por números variáveis de linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,5 m. Foram utilizadas 20 populações segregantes na geração F_4 e avaliados os seguintes caracteres agronômicos: número de dias para florescimento, número de dias para maturidade, altura da planta na maturidade, altura da inserção da primeira vagem, número de ramos, número de vagens, número de nós, produção de grãos e teor de óleo. As análises multivariadas utilizadas foram: técnica de componentes principais e a ligação pelo método não hierárquico K-médias. Os índices de seleção utilizados foram: Mulamba e Mock e de Smith e Hazel. A análise de componentes principais resultou em 3 componentes principais (CP1, CP2 e CP3), os quais explicam 65,82% da variância total contida nas nove variáveis. Os caracteres de maior contribuição na discriminação dos genótipos em CP1 foram produção de grãos, número de ramos, número de vagens, número de nós e número de dias para maturidade. As progênies selecionadas 36, 37, 38, 39, 40, 41, 65, 75, 80, 89 e 95 apresentam bom potencial produtivo. As análises de K-médias formaram nove grupos, o grupo superior foi formado pelas progênies 36, 38, 39, 40, 65, 75, 79 e 80. Dentre as 18 progênies selecionadas pelos índices de seleção, 10 foram concordantes com os componentes principais. As análises multivariadas permitiram a seleção de progênies superiores para os caracteres relacionados à produção de grãos e teor de óleo.

Palavras-chaves: componentes principais, *Glycine max*, k-médias, índice de seleção, melhoramento genético

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma das culturas mais cultivadas no Brasil e no mundo para fins de alimentação animal, humana, aplicações industriais, produção de biodiesel entre outros usos. Por abranger diversas regiões do mundo, com os mais variados tipos de clima, a cultura é conseqüentemente afetada por vários fatores abióticos e bióticos de grande importância, que reforçam a necessidade de obtenção de novas cultivares e que atendam este sistema agrícola em rápida expansão (EMBRAPA, 2013).

Na cultura da soja, além de genótipos com alta produção, são também buscados aqueles de ciclo precoce, resistentes a pragas e doenças, porte ereto, boas qualidades nutricionais, alto teor de óleo (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2015) entre outros. Esses caracteres de importância econômica, em geral, são controlados por vários genes, com correlações genéticas entre si, resultantes de ligações gênicas ou efeitos pleiotrópicos diversos (RAMALHO et al., 2012).

Essas interações podem desencadear uma série de alterações, principalmente, quando a seleção é aplicada em apenas um caráter, o que pode ser favorável ou não ao processo de melhoramento de uma espécie (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004), por conduzir a um produto final superior em relação aos caracteres selecionados, mas com desempenho não tão favorável em relação aos vários outros caracteres não considerados.

Os ganhos genéticos em um programa de melhoramento podem ser incrementados por meio da seleção simultânea de caracteres de importância econômica. Sendo assim, as técnicas de análise multivariada mostram-se importantes procedimentos de análise, pois levam em consideração as estruturas de correlações existentes entre os caracteres, o que permite evidenciar a importância dos caracteres avaliados (FERREIRA, 2011).

Dentre as técnicas de análise multivariadas têm-se os componentes principais que objetivam transformar um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto menor de variáveis independentes, simplificando os dados através da redução do número de variáveis necessárias para descrevê-los (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Em complementaridade aos componentes principais na seleção de genótipos tem sido utilizada de forma eficiente a análise de agrupamento (PITTA et al., 2010). Esta possui a finalidade de separar um grupo original de observações em vários subgrupos com base nos caracteres que eles possuem, seguindo-se algum critério de similaridade ou dissimilaridade (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004; HAIR et al., 2009). Estes subgrupos são formados de modo que as distâncias entre os elementos de um subgrupo sejam mínimas e as distâncias entre os subgrupos sejam máximas.

Mediante o exposto, o presente estudo possui como objetivo selecionar progênies superiores de soja para vários caracteres de interesse, oriundas de diferentes populações segregantes, por meio de análises multivariadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição do experimento

Os experimentos foram conduzidos em dois anos agrícolas (2013/2014 e 2014/2015), na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP-FCAV-Câmpus de Jaboticabal, localizada ao norte do Estado de São Paulo, coordenadas 21° 14' 05" de latitude sul e 48°17' 09" de longitude oeste, e altitude de 614 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico Argiloso, com relevo suavemente ondulado. O clima é subtropical Cwa, com verão quente e úmido, inverno seco e temperatura média anual de 22,2°C de acordo com a classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1948).

2.2. Obtenção e condução das populações segregantes

Foram realizados cruzamentos biparentais entre genitores portadores de bons atributos agronômicos e alto teor de óleo, pertencentes ao programa de melhoramento genético da UNESP/FCAV- Câmpus de Jaboticabal-SP e cultivares comerciais. Na elaboração dos cruzamentos foram montadas as genealogias, sendo

utilizadas como fonte de alto teor de óleo as cultivares UFUs Carajás e FMT Tucunaré. Para a realização do trabalho foram utilizadas 20 populações segregantes (Tabela 1), as quais originaram as respectivas progênies nas gerações F_3 , F_4 , além de três cultivares comerciais (MG/BR 46 Conquista, Coodetec 216 e BMX Potência RR).

As progênies foram conduzidas na geração F_4 , na qual foram selecionadas 140 famílias, de acordo com o desempenho médio agrônômico. No total, foram avaliados 143 tratamentos, sendo 140 famílias segregantes e três testemunhas (MG/BR 46 Conquista, Coodetec 216 e BMX Potência RR).

Na geração F_3 , cada população continha um número variável de linhas a depender do número de sementes. Os dados foram coletados em seis plantas individuais selecionadas dentro de cada linha. As sementes provenientes de cada progênie foram utilizadas para a obtenção da geração seguinte (F_4).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aumentados de Federer (1956), onde as populações foram dispostas em linhas de 5m de comprimento, espaçadas de 0,5 m. As testemunhas foram alocadas de forma intercalar entre as populações avaliadas. A semeadura foi realizada no mês de novembro de forma mecanizada, em sulcos, utilizando 300 kg ha^{-1} da fórmula 00-20-20. A densidade de plantio foi de 20 sementes por metro, e todos os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013).

Tabela 1. Genealogia e identificação das 140 progênies na geração F₄ obtidas a partir das 20 populações segregantes de soja

População	Genealogia		Progênies
1	UFUs Carajás	JAB.00-01-21/2A4D	2,3
2	UFUs Carajás	JAB.00-06-2/2Ca4A	4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30
3	UFUs Carajás	JAB.00-02-26/3D3D	37,38,39,40
4	UFUs Carajás	JAB.00-03-11/1H1C	31,32,33,34,35,36
5	UFUs Carajás	JAB.00-02-1/8C1A	41,42
6	UFUs Carajás	IAC- 17	43,44
7	UFUs Carajás	IAC-Foscarin 31	45,48
8	UFUs Carajás	IAC- 23	59,60
9	UFUs Carajás	Matrinxã	56,57,58
10	FMT Tucunaré	JAB.00-02-3/6A4D	50,51,52,53,54,55,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,77,78,79,80
11	FMT Tucunaré	JAB.00-06-2/2Ca4A	71,72,73,74,75,76
12	FMT Tucunaré	JAB.00-03-11/1H1C	81,82,83,84,85,86,87,88,89,90
13	FMT Tucunaré	JAB.00-06-2/3I3D	46,98,99,100
14	FMT Tucunaré	JAB.00-06-2/2C1D	91,92,93,94,95,96,97
15	FMT Tucunaré	JAB.00-02-1/8C1A	101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,113,114,115,116,117,118,119,120
16	FMT Tucunaré	IAC-Foscarin 31	111,112,121,122,123
17	FMT Tucunaré	IAC- 23	124, 125, 126
18	FMT Tucunaré	BRS Conquista	127, 128, 129
19	FMT Tucunaré	Renascença	47,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140
20	FMT Tucunaré	BRS 231	1,10,49

2.3. Caracteres agronômicos avaliados

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- **Número de dias para o florescimento (NDF):** número de dias contados a partir de quando mais de 50% das plantas da parcela haviam florescido, sendo expresso em dias;

- **Número de dias para a maturidade (NDM):** caráter avaliado no estágio R_8 (FEHR; CAVINESS, 1977) de desenvolvimento da planta, compreendendo o período de dias entre a data de semeadura e a data onde pelo menos 50% das plantas da área útil possuir 95% ou mais, das vagens maduras, sendo expresso em dias;

- **Altura da inserção da primeira vagem (AIV):** distância em centímetros, entre a superfície do solo e a inserção da primeira vagem na haste principal na maturidade;

- **Altura da planta na maturidade (APM):** distância compreendida, em centímetros, da superfície do solo até o último nó da haste principal, na ocasião da maturidade;

- **Número de ramos (NR):** corresponde a contagem do número total de ramos na haste principal das plantas por ocasião da maturidade;

- **Número de vagens por planta (NV):** contagem do número total de vagens com sementes formadas por ocasião da maturidade;

- **Número de nós (NN):** contagem do número de nós na haste principal das plantas por ocasião da maturidade;

- **Produção de grãos (PG):** expresso em gramas, o peso total das sementes de cada planta, após a debulha.

- **Teor de óleo (TO):** os conteúdos de óleo nas sementes foram determinados através do método de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), utilizando um equipamento modelo TANGO, fabricante Bruker.

2.4. Análises multivariadas

As análises multivariadas realizadas foram: componentes principais e análises de agrupamento pelo método não hierárquico, K-médias. A semelhança entre os

genótipos foi medida pela distância Euclidiana e a ligação média entre os grupos foi realizada pelo método de Ward, para estabelecimento do número de grupos. Na análise de componentes principais, os autovalores foram extraídos a partir da matriz de covariância que geraram os autovetores denominados de componentes principais, que são determinados a partir da equação característica da matriz (FERRAUDO, 2014).

Todas as análises multivariadas foram realizadas utilizando-se o software Statistica versão 10 (STASOFT, 2010).

Os dados foram padronizados resultando em média igual a zero e variância igual a um para todas as variáveis, de acordo com a equação:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j}$$

Onde:

$j=1, 2, \dots, p$ características;

$i=1, 2, \dots, n$ objetos;

\bar{X}_j e S_j = média e o desvio padrão da coluna j .

2.4.1. Cálculo dos componentes principais

A variabilidade original foi decomposta em três autovetores (componentes principais) construídos com os autovalores da matriz de covariância, que são combinações lineares das variáveis originais buscando maximizar a informação relevante (HAIR et al., 2009).

2.4.2. Cálculo da variância contida em cada componente principal

Para o cálculo da proporção da variância total contida em cada componente tem-se a expressão:

$$CP_n = \frac{\lambda_n}{\text{Traço}(C)} 100$$

Onde:

C = matriz de covariâncias dos dados originais padronizados;

λ_h = h-ésima raiz característica (autovalor) da matriz C,

$$\text{Traço (C)} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_h$$

São considerados somente autovalores acima de 1 ou muito próximos, pois geram componentes com quantidade relevante de informação das variáveis originais. Para aqueles abaixo de 1 a quantidade de informação retida no componente não é relevante (KAISER, 1958).

2.4.3. Correlações das variáveis com os componentes principais

A correlação dos caracteres com os componentes principais foi calculada pela fórmula:

$$r_{x_j}(cp_h) = \frac{a_{ih}\sqrt{\lambda_h}}{S_j}$$

Onde:

S_j = desvio padrão da variável j;

a_{ih} = coeficiente da variável j no h-ésimo componente principal;

λ_h = h-ésima raiz característica (autovalor) da matriz de covariância.

2.4.4. Análise de agrupamento pelo método não hierárquico

Na análise de agrupamentos pelo método K-médias deve-se utilizar um número de clusters previamente determinado para o cálculo dos pontos que representam os "centros" destes clusters.

$$E = \sum_{k=1}^k \sum_{x_1 \in C_k} d(x_i, x_{ok})$$

Onde:

x_{ok} é o centróide do cluster C_k

$d(x, x_{ok})$ é a distância entre os pontos x_i e x_{ok}

O centróide pode ser a média ou a mediana de um grupo de pontos. Sendo que, objetivo do K-médias é minimizar a distância entre cada ponto e o seu respectivo centróide (HAIR et al., 2009).

2.4.5. Análise por índice de seleção

Foram utilizados também os índices de seleção de soma de “ranks” de Mulamba e Mock (1978), e o índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943) com intensidade de seleção de 13%, visando à seleção da mesma quantidade de genótipos discriminados pela análise de componentes principais para uma comparação dos resultados.

Para a construção dos índices foram considerados como pesos econômicos os coeficientes de variação genética dos caracteres produção de grãos e teor de óleo. Esta análise estatística foi processada utilizando o programa Genes (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais gerou um total de nove autovalores, sendo que, os três primeiros foram superiores a um e explicaram 65,82% da variância contida nas nove variáveis originais (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado por Leite (2016), que, trabalhando com componentes principais na seleção de genótipos de soja, verificou que os três primeiros componentes explicaram aproximadamente 67% da variação total.

O quarto autovalor apresentou um valor muito próximo de um e explicando 76,62% da variância, sendo possível a sua utilização, porém optou-se por utilizar apenas os três primeiros autovalores por possuírem maiores cargas (SILVA, 2015). Além disso, o quarto componente não reteve nenhuma variável com correlação

acima de 0,6, e também as progênies discriminadas foram as mesmas com três componentes, não contribuindo com informações relevantes.

Tabela 2. Matriz de autovalores e estatística dos nove caracteres avaliados em soja na geração F₄.

Número do Autovalor	Autovalor	Variância Total (%)	Autovalor acumulado	Variância Acumulada (%)
1	3,19	35,45	3,19	35,45
2	1,50	16,68	4,69	52,12
3	1,23	13,70	5,92	65,82
4	0,97	10,80	6,89	76,62
5	0,73	8,16	7,63	84,78
6	0,56	6,23	8,19	91,02
7	0,42	4,68	8,61	95,69
8	0,27	2,97	8,88	98,66
9	0,12	1,34	9,00	100,00

O primeiro componente principal (CP1) reteve 35,45% da variância original (Tabela 2). São consideradas variáveis importantes aquelas que apresentaram valores de correlações acima de 0,6, independentemente do sinal (FERRAUDO, 2014). Desta forma, os caracteres que explicaram essa retenção da variância foram: altura de plantas na maturidade, número de ramos, número de nós, número de vagens e produção de grãos com os valores de correlações de -0,66, -0,64, -0,70, -0,85 e -0,81, respectivamente (Tabela 3). Sendo assim, o caráter número de vagens com maior peso em CP1, ou seja, foi o de maior contribuição para a variação acumulada, e o caráter de menor contribuição para a variação acumulada foi número de ramos.

Além disso, as correlações de sinais iguais significam que as variáveis são relacionadas positivamente, e as com sinais opostos negativamente (HAIR et al., 2009), ou seja, todos os caracteres considerados importantes no CP1 se relacionam de forma positiva.

Tabela 3. Correlação entre as variáveis e os componentes principais das progênes de soja na geração F₄.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
NDF (dias)	-0,43	0,45	0,21
NDM (dias)	-0,48	0,63	-0,11
AIV (cm)	0,04	-0,31	-0,76
APM (cm)	-0,66	0,41	-0,09
NR	-0,64	-0,49	0,27
NV	-0,85	-0,31	-0,01
NN	-0,70	0,26	-0,13
PG (g)	-0,81	-0,47	0,11
TO (%)	0,23	-0,01	0,70

NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; AIV: Altura da inserção da primeira vagem; APM: altura da planta na maturidade; NR: número de ramos; NV: número de vagens; NN: número de nós; PG: produção de grãos; TO: teor de óleo.

O segundo componente principal (CP2), reteve 16,68% da variância original (Tabela 2) explicada apenas pelo caráter número de dias para maturidade com correlação de 0,63 (Tabela 3).

Os caracteres teor de óleo e altura de inserção da primeira vagem com correlações de 0,70 e -0,76 respectivamente, explicaram a retenção de 13,70% da variância do terceiro componente principal (CP3) (Tabelas 2 e 3).

Vale ressaltar que a análise de componentes principais vem se destacando nestes estudos, pois além de identificar os caracteres mais importantes na contribuição de variação total disponível entre os indivíduos analisados, fornece indicação para eliminar os que pouco contribuem (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O plano bidimensional formado pelos componentes CP1 (35,45%) e CP2 (16,68%), no total reteve 52,12% da variância original (Figura 1). E as progênes 2,3, 36, 38, 39, 41, 65, 75, 89, e 95, foram discriminadas pelos caracteres produção de grãos, número de ramos, número de vagens, número de nós e número de dias para maturidade.

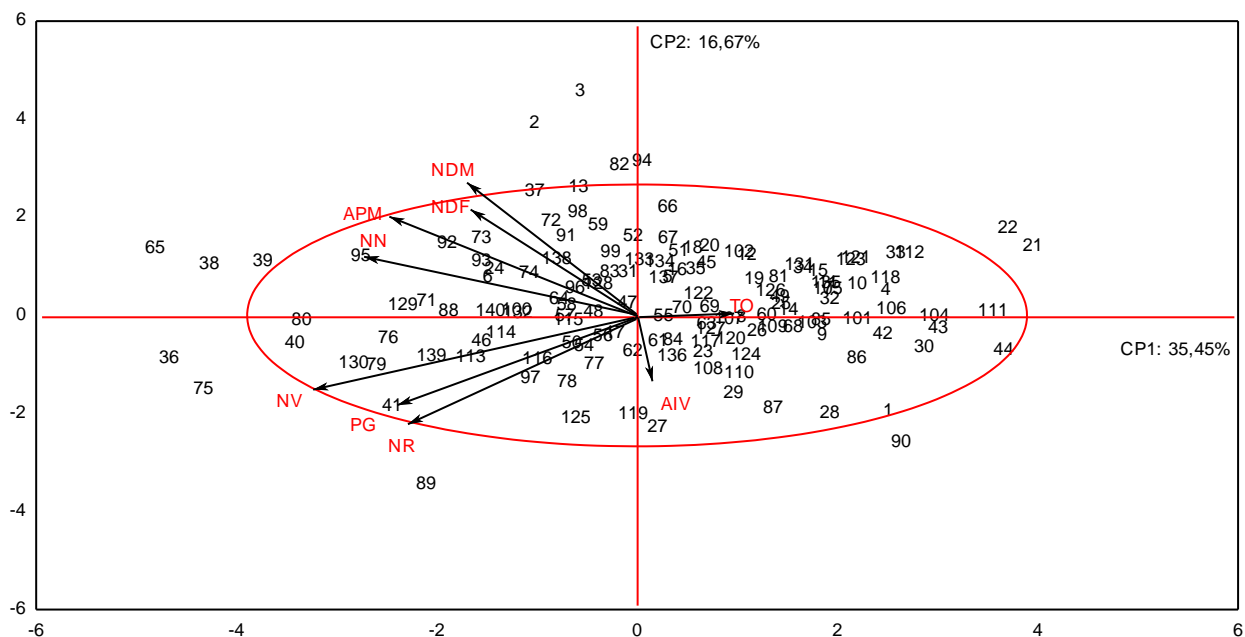


Figura 1. Gráfico biplot com dispersão das 140 progênies de soja na geração F_4 , em função dos componentes principais CP1 e CP2, contendo a projeção dos vetores das variáveis: NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; AIV: altura da inserção da primeira vagem; APM: altura da planta na maturidade; NR: número de ramos; NV: número de vagens; NN: número de nós; PG: produção de grãos; TO: teor de óleo.

O plano bidimensional formado pelos componentes CP1(35,45%) e CP3 (13,70%) reteve 49,15% da variância (Figura 2), discriminou as progênies 12, 14, 15, 19, 20, 36, 38, 39, 40, 65, 75 e 80 e ficou caracterizado pelos caracteres teor de óleo, produção de grãos, número de ramos, número de vagens.

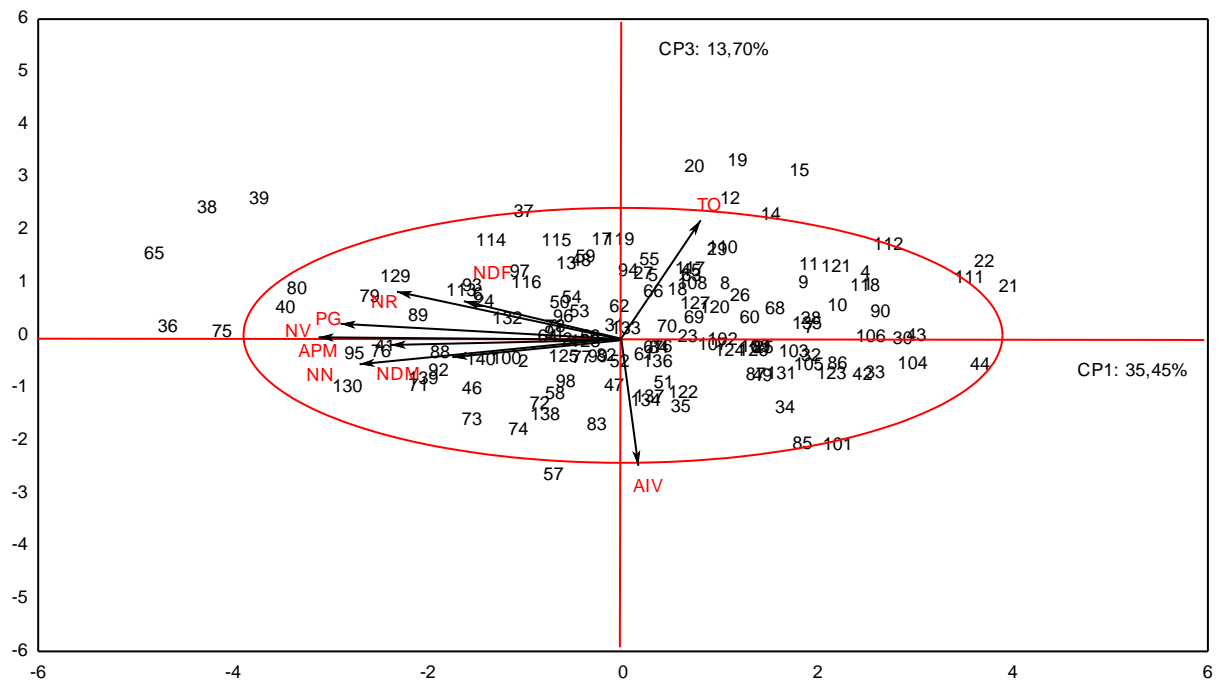


Figura 2. Gráfico biplot com dispersão das 140 progênies de soja na geração F₄, em função dos componentes principais CP1 e CP3, contendo a projeção dos vetores das variáveis: NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; AIV: Altura da inserção da primeira vagem; APM: altura da planta na maturidade; NR: número de ramos; NV: número de vagens; NN: número de nós; PG: produção de grãos; TO: teor de óleo.

Pode-se observar que, quanto maior a distância entre progênie e o centro do sistema de coordenadas, maior é a especificidade desta em relação a um caráter podendo ser favorável ou desfavorável (SILVA, 2015). Desta maneira, foram selecionadas aquelas progênies que localizaram nas extremidades e que apresentaram valores desejados para caracteres específicos favoráveis.

Vale ressaltar que no melhoramento genético de soja alguns caracteres buscados possuem sentido inverso de seleção, ou seja, não partem do princípio de que maiores valores são considerados superiores e vice-versa. Podendo ocorrer de uma progênie ser discriminada por um caráter na análise de componentes principais e não ser de fato favorável para seleção. Nestes casos, no processo seletivo deve levar em consideração as progênies localizadas na direção oposta ao vetor e seus valores genotípicos para estes caracteres.

Fato ocorrido com as progênies 2 e 3 que apresentaram especificidade para o caráter número de dias para maturidade (134 dias) e não foram selecionadas pois deve-se considerar a escolha de genótipos mais precoces, selecionando então a progênie 90 (106 dias) situada no quadrante oposto (Tabela 4).

Tabela 4. Médias das progênies de soja discriminadas pela análise de componentes principais.

Progênies	NDF (dias)	NDM (dias)	AIV (cm)	APM (cm)	NR	NV	NN	PG (g)	TO (%)
2	62,14	134,14	10,92	81,01	2,05	90,98	15,79	15,62	21,23
3	55,14	134,14	5,42	86,01	1,05	85,98	17,79	11,37	21,84
12	41,48	124,48	5,10	76,84	5,05	58,31	10,79	12,03	22,61
14	38,48	116,48	5,10	70,84	3,05	75,31	10,79	24,38	22,42
15	41,48	121,48	5,10	69,34	4,05	42,31	10,79	18,18	23,60
19	42,48	120,48	5,10	67,34	4,05	69,31	12,79	19,33	24,00
20	46,48	121,48	5,10	72,34	4,05	61,31	13,79	19,03	23,74
36	38,14	119,14	11,08	99,98	4,38	215,98	22,45	44,97	22,95
38	49,14	129,14	2,42	93,84	6,38	137,98	19,45	40,27	22,61
39	43,14	126,14	2,42	98,34	5,38	131,98	21,45	38,87	23,79
40	37,14	126,14	6,08	84,84	4,38	155,98	21,45	44,02	22,46
41	44,81	125,81	15,42	80,23	5,05	212,31	8,12	40,53	21,46
65	52,48	129,48	2,08	100,84	5,71	143,98	19,12	44,00	22,13
75	45,81	123,81	10,08	83,01	5,38	170,64	16,12	58,55	21,02
80	49,81	124,81	7,08	82,01	5,38	148,64	17,12	42,00	21,79
89	38,14	111,14	14,58	77,01	7,38	129,64	15,12	44,53	21,83
90	33,14	106,14	11,58	52,51	4,38	65,64	12,12	20,28	22,35
95	50,81	127,81	12,58	93,67	4,38	100,64	17,12	37,88	21,38

De acordo com os resultados da análise de componentes principais, bem como as médias fenotípicas, as progênies selecionadas por apresentarem alta produção de grãos, número de vagens, número de nós e teor de óleo foram: 36, 38, 39, 40, 41, 65, 75, 80, 89 e 95 (Tabela 4).

O caráter número de vagens é considerado importante uma vez que, está diretamente relacionados à produção de grãos, e este é o principal caráter buscado em programas de melhoramento, visando o desenvolvimento de cultivares com elevados patamares de produtividade (ALCANTARA NETO et al., 2011).

As demais progênes, centralizadas no plano do gráfico, não apresentam caracteres específicos de alta expressão logo, estas não se diferem uma das outras para os caracteres de interesse agrônômico.

Pela análise de agrupamento das 140 progênes e nove caracteres, pelo agrupamento prévio pelo método hierárquico de Ward, foram formados nove grupos, sendo este agrupamento realizado a partir do ponto de corte no dendrograma a 18%, onde foram observadas mudanças bruscas de níveis. Esta pressuposição foi utilizada para o método K-médias (Figura 4).

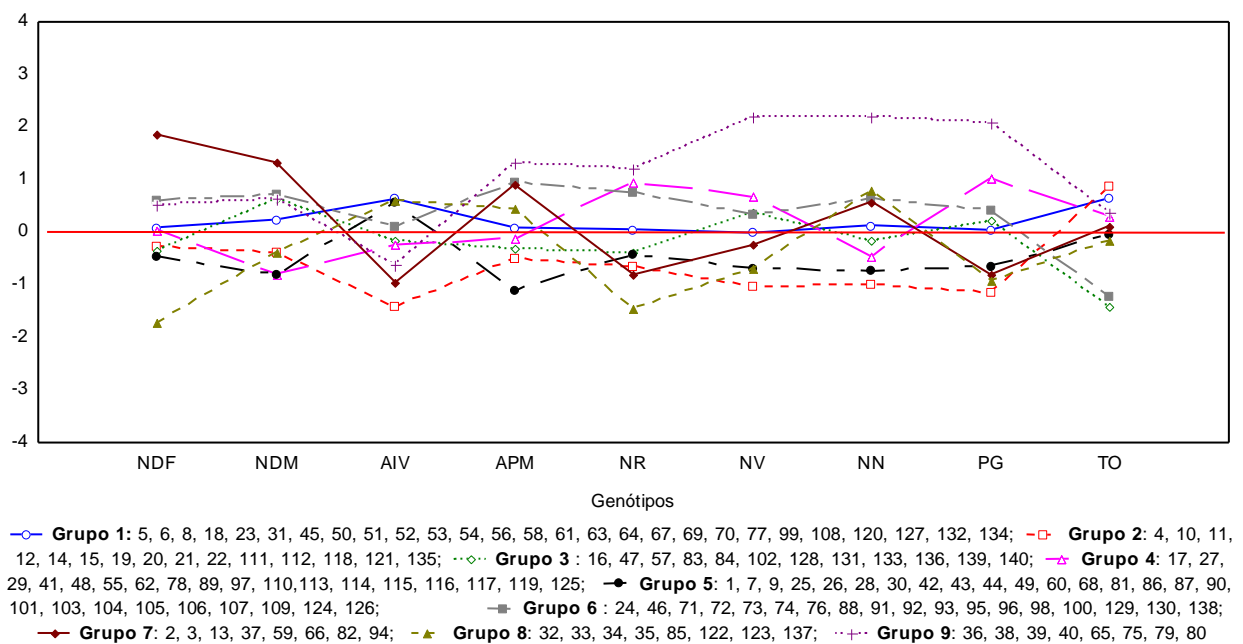


Figura 4. Gráfico do perfil da distribuição dos centróides dos grupos na análise de agrupamento por K-médias formados a partir das variáveis: NDF: número de dias para o florescimento; NDM: número de dias para a maturidade; AIV: Altura da inserção da primeira vagem; APM: altura da planta na maturidade; NR: número de ramos; NV: número de vagens; NN: número de nós; PG: produção de grãos; TO: teor de óleo.

O grupo 1 foi formado pelas progênes 5, 6, 8, 18, 23, 31, 45, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 58, 61, 63, 64, 67, 69, 70, 77, 99, 108, 120, 127, 132 e 134 caracterizado por alta inserção da primeira vagem, teor de óleo e número de dias para maturidade (Figura 4).

As progênes 4, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 111, 112, 118, 121 e 135 formaram o grupo 2, este apresentou alto teor de óleo porém os outros caracteres

apresentaram valores abaixo da média. O grupo 3, representado pelas progênes 16, 47, 57, 83, 84, 102, 128, 131, 133, 136, 139 e 140, caracterizou-se por apresentar baixo teor de óleo, produção de grãos mediana, porte baixo e ciclo longo (Figura 4).

O grupo 4 foi formado pelas progênes 17, 27, 29, 41, 48, 55, 62, 78, 89, 97, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 119 e 125, apresentou teor de óleo, produção de grãos, número de vagens e número de ramos altos, altura de plantas na maturidade, altura da inserção da primeira vagem e número de dias para o florescimento próximos da média. Por outro lado, o caráter número de dias para maturidade foi abaixo da média (Figura 4), sendo interessantes aos programas de melhoramento genético que desejam genótipos mais precoces.

O quinto grupo apresentou valores abaixo da média para maioria dos caracteres avaliados, além de teor de óleo próximo à média. As progênes que o representam são: 1, 7, 9, 25, 26, 28, 30, 42, 43, 44, 49, 60, 68, 81, 86, 87, 90, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 124 e 126 (Figura 4).

As progênes 24, 46, 71, 72, 73, 74, 76, 88, 91, 92, 93, 95, 96, 98, 100, 129, 130 e 138 foram agrupadas no grupo 6, este apresentou valores elevados para todos os caracteres exceto teor de óleo (Figura 4).

O grupo 7 representado pelas progênes 2, 3, 13, 37, 59, 66, 82 e 94, foi considerado um dos piores por apresentar, baixa produção de grãos, menor número de vagens e ramos, porte alto, florescimento tardio e ciclo longo. Semelhantemente, o grupo 8 representado por 32, 33, 34, 35, 85, 122, 123 e 137 que apresentou valores abaixo da média para os componentes de produção da soja e teor de óleo (Figura 4).

As progênes 36, 38, 39, 40, 65, 75, 79 e 80 formaram o grupo 9, e este destacou-se como um dos melhores grupos, com elevados valores para a produção de grãos, número de vagens e ramos (Figura 4), indicando, portanto, um ótimo potencial produtivo. Além disso, o grupo apresentou valores expressivos para teor de óleo e número de nós. Esses resultados concordam com os resultados da análise de componentes principais, que selecionou essas mesmas famílias como as mais produtivas.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que as análises por componentes principais e de agrupamento K-médias, podem ser utilizadas como ferramentas complementares na seleção de progênies superiores em programas de melhoramento genético.

A eficiência e concordância das análises multivariadas têm sido demonstrada por alguns autores na seleção de progênies superiores através da utilização das técnicas de componentes principais, métodos de agrupamentos K-médias na cultura da soja (VIANNA et al., 2013, SILVA, 2015).

Outro modo de selecionar bons genótipos é por meio dos índices de seleção, que consiste em equações que combinam um conjunto de caracteres de interesse, de modo a identificar os genótipos superiores (COSTA et al., 2004). O índice de soma de “ranks” de Mulamba e Mock (1978) e o índice clássico de Smith (1936) e Hazel (1943), construídos com pesos econômicos iguais ao coeficiente de variação genético, conforme proposto por Cruz (1990), apresentaram elevada coincidência entre as progênies selecionadas (Tabela 5).

Dentre as 18 progênies selecionadas pelos índices de seleção de Mulamba e Mock (IMM) e de Smith e Hazel (ISH), 10 também foram discriminadas pela análise de componentes principais, com cerca de 56% de concordância entre estes métodos (Tabela 5).

Entretanto todas as progênies que foram selecionadas de acordo com a análise de componentes principais e as médias fenotípicas (36, 38, 39, 40, 41, 65, 75, 80, 89 e 95) também foram selecionadas pelos índices de seleção (Tabela 5).

Tabela 5. Progênies de soja selecionadas pelos índices de seleção Mulamba e Mock (IMM) e Smith e Hazel (ISH).

Índice de seleção	Progênies
Mulamba e Mock (1978)	36, 38, 39, 40, 41, 62, 65, 75, 79, 80, 89, 95, 97, 110, 119, 125, 130, 132
Smith (1936) e Hazel (1943)	36, 38, 39, 40, 41, 65, 75, 79, 80, 89, 95, 97, 110, 119, 125, 129, 130, 132,

Os caracteres que apresentaram maiores valores de ganhos com a seleção pelo índice de soma de “ranks” de Mulamba e Mock foram número de vagens (44,74%) e produção de grãos (40,31%) e número de ramos (18,2%) (Tabela 6).

Tabela 6: Estimativas dos ganhos de seleção (GS) obtidos pelo índice de soma de “ranks” de Mulamba e Mock (1978), em progênies de soja, para os caracteres número de dias para florescimento (NDF), número de dias para maturidade (NDM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura da planta na maturidade (APM), número de ramos (NR), número de vagens (NV), número de nós (NN), produção de grãos (PG) e teor de óleo (TO).

Parâmetros	NDF (dias)	NDM (dias)	AIV (cm)	APM (cm)	NR	NV	NN	PG (g)	TO (%)
X ₀	42,33	121,28	8,41	74,97	3,78	82,08	13,61	24,92	21,74
X _s	44,28	121,53	8,11	78,88	4,98	126,39	14,99	38,79	21,97
D _s	1,95	0,25	-0,30	3,91	1,20	44,31	1,38	13,87	0,23
h ² re	0,94	0,94	0,46	0,54	0,57	0,83	0,75	0,72	0,88
G _s	1,83	0,23	-0,14	2,11	0,69	36,72	1,03	10,04	0,20
G _s %	4,34	0,19	-1,64	2,82	18,2	44,74	7,57	40,31	0,90

X₀: média original; X_s: média selecionada; h²re: herdabilidade restrita entre; D_s: diferencial de seleção.

Do mesmo modo, os caracteres que obtiveram maiores estimativas de ganhos genéticos pelo índice de Smith e Hazel, foram número de vagens (47,92%), produção de grãos (41,07%) e número de ramos (18,92%) (Tabela 6).

Tabela 7: Estimativas dos ganhos de seleção (GS) obtidos pelo índice de Smith (1936) e Hazel (1943), em progênies de soja, para os caracteres número de dias para florescimento (NDF), número de dias para maturidade (NDM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura da planta na maturidade (APM), número de ramos (NR), número de vagens (NV), número de nós (NN), produção de grãos (PG) e teor de óleo (TO).

Parâmetros	NDF (dias)	NDM (dias)	AIV (cm)	APM (cm)	NR	NV	NN	PG (g)	TO (%)
X ₀	42,33	121,28	8,41	74,97	3,78	82,08	13,61	24,92	21,74
X _s	44,53	121,32	7,73	79,99	5,02	129,54	15,34	39,04	21,77
D _s	2,20	0,04	-0,68	5,02	1,24	47,46	1,73	14,12	0,03
h ² re	0,94	0,94	0,46	0,54	0,57	0,83	0,75	0,72	0,88
G _s	2,07	0,33	-0,31	2,71	0,71	39,33	1,29	10,23	0,02
G _s %	4,90	0,03	-3,67	3,62	18,92	47,92	9,53	41,07	0,12

X₀: média original; X_s: média selecionada; h²re: herdabilidade restrita entre; D_s: diferencial de seleção.

A seleção baseada nos componentes primários de produção de soja (número de ramos e de vagens), possibilita a obtenção de genótipos com maior produção de grãos via seleção indireta (LEITE, 2016).

O método de seleção ISH apresentou as maiores estimativas de ganhos realizadas para estes caracteres (Tabela 7). Ao comparar diferentes critérios de seleção utilizando o índice de Smith e Hazel em populações segregantes de soja, verificou-se que este proporcionou o maior ganho total utilizando como peso econômico os CVg (PIOVESAN, 2008).

Para o caráter teor de óleo a maior estimativa de ganho realizado foi proporcionada pelo método IMM (Tabelas 6 e 7).

É possível inferir que a seleção realizada pelas análises multivariadas e pelos índices de seleção foi similar, desta forma estas análises se mostraram promissoras no sentido de selecionar genótipos superiores de soja.

5. CONCLUSÕES

A utilização das análises multivariadas é adequada para selecionar progênies de soja, com base em múltiplos caracteres de importância agrônômica, relacionados aos componentes de produção de grãos e teor de óleo.

Os caracteres que permitiram discriminar os genótipos foram produção de grãos, número de vagens, número de ramos e teor de óleo.

Houve concordância entre as progênies selecionadas pelas análises de componentes principais e pelos índices de seleção de soma de “ranks” de Mulamba e Mock e o Clássico de Smith e Hazel.

6. REFERÊNCIAS

ALCANTARA NETO, F.; GRAVINA, G. A.; MONTEIRO, M. M. S.; MORAIS, F. B.; PETTEN, F. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A. Análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v. 2, p.107-112, 2011.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1095-1105, 2004.

CRUZ C. D. **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. Versão Windows - 2007, Viçosa, UFV.

CRUZ, C. D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271276, 2013.

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

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. da UFV, 2003. 579p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. p. 265.

FEDERER, W. T. Augmented (hoonuiaku) designs. **Hawaiian Planters' Record**, Aiea, v. 55, p.191-208, 1956.

FEHR, W.R.; CAVINESS, J.A. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FERRAUDO, A. S. **Técnicas de Análise Multivariada – uma introdução**. Treinamento. Jaboticabal, SP, 2014.

FERREIRA, D.F. **Estatística Multivariada**. 2. ed. Lavras: Ufla, 2011. 676 p.

HAIR, J. F.; BLACK, W.; BABIN, B.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de dados**. Editora Bookman, Porto Alegre, 6ª ed., 2009. 688 p.

HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Austin, v.28, p.476-490, 1943.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, Williamsburg, v. 23, p. 187-200, 1958.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. p. 478.

LEITE, W. de S. **Seleção de genótipos de soja portadores ou não do gene RR por meio de análise multivariada e desempenho agrônômico**. 2016. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2016.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Citology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

PIOVESAN, N. D. **Análises biométricas e moleculares visando o desenvolvimento de linhagens de soja com alto teor protéico e produtivas**. 2008. 145f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PITTA, R. M.; BOIÇA JR, A. L.; DE JESUS, F. G.; TAGLIARI, S. R. Seleção de genótipos resistentes de amendoineiro a *Anticarsia gemmatilis* Hübner (*Lepidoptera: Noctuidae*) com base em análises multivariadas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, p. 260-265, 2010.

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

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, Evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina Mecenias, 2015. p.1-5.

SILVA, F. M. da. **Estratégias de condução de populações segregantes de soja portadoras do gene RR e seleção por meio de análises uni e multivariada**. 2015. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2015.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, London, v. 7, p. 240-250, 1936.

STATSOFT, Inc. (2010). **STATISTICA, versão 10**. www.statsoft.com.

VIANNA, V.F.; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; DESIDÉRIO, J.A.; SANTIAGO, S.; CHARNAI, K., FERREIRA JUNIOR, J.A.; FERRAUDO, A.S.; MAURO, A.O. The multivariate approach and influence of characters in selecting superior soybean genotypes. **African Journal of Biotechnology**, Kenya, v. 8, p. 4162-4169, 2013.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que o grau de associação entre os caracteres varia muito de uma geração para outra. Esse fato evidencia que as correlações canônicas devem ser estimadas dentro de cada geração da população nos programas de melhoramento, para que o melhorista obtenha maior eficiência no processo de seleção.

Para a melhor compreensão da relação entre os caracteres aqui abordados, fica evidente a necessidade de realização de estudos de correlações canônicas com diferentes genótipos e gerações, em virtude da escassez de trabalhos utilizando esta análise com a cultura da soja, visando reforçar os resultados e observações destacados no presente estudo.

A avaliação da qualidade fisiológica e do teor de óleo em sementes de soja ao longo do armazenamento assume um importante papel em programas de melhoramento e na produção de sementes, para a conservação destas sementes oleaginosas, pois os genótipos apresentam variações quanto à qualidade fisiológica e quanto à composição química, o que influencia na sua longevidade.

Em programas de melhoramento genético a aplicação de análises multivariadas possibilita a identificação de genótipos mais promissores, na condução de populações segregantes que objetivam concentrar alelos favoráveis para um grupo de caracteres, ou mesmo na seleção de novas cultivares.