



EVERTON VINICIUS ZAMBIAZZI

**SOYBEAN SEED QUALITY IN DIFFERENT PRODUCTION
ENVIRONMENTS**

**LAVRAS – MG
2017**

EVERTON VINICIUS ZAMBIAZZI

SOYBEAN SEED QUALITY IN DIFFERENT PRODUCTION ENVIRONMENTS

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora
Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho

Coorientador
Dr. Adriano Teodoro Bruzi

**LAVRAS – MG
2017**

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

Zambiazzi, Everton Vinicius

Soybean seed quality in different production environments /
Everton Vinicius Zambiazzi. - 2017.

82 p.

Orientador (a): Maria Laene Moreira de Carvalho.

Coorientador (a): Adriano Teodoro Bruzi

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. *Glycine Max* (L) Merrill. 2. Produção, vigor e viabilidade de sementes. 3. Interação (G x A), seleção de genótipos. I. Carvalho, Maria Laene Moreira de II. Bruzi, Adriano Teodoro III. Título.

EVERTON VINICIUS ZAMBIAZZI

SOYBEAN SEED QUALITY IN DIFFERENT PRODUCTION ENVIRONMENTS

**QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES AMBIENTES DE
PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 31 de Julho de 2017

Dr. Adriano Teodoro Bruzi	UFLA
Dr. João Almir Oliveira	UFLA
Dr. José Luiz Andrade Rezende Pereira	IFSULDEMINAS
Dra. Marcela Carlota Nery	UFVJM

Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho
Orientadora

**LAVRAS – MG
2017**

A meus pais Geraldo F. Zambiazzi e Iraci S. R. Zambiazzi, pela dedicação, pelo exemplo,
pela firmeza de caráter, pelo carinho, amor, dedicação,
pelos ensinamentos de vida, e honestidade.

As irmãs Betânia C. Zambiazzi e Maísa A. Zambiazzi
pela crença que laços sanguíneos e o amor familiar
são fortes e devam prevalecer sobre tudo.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, pelo dom da vida, pelas graças concedidas, bem como pela sabedoria e discernimento que me trouxeram até aqui.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos durante o doutorado no Brasil e exterior.

A meus pais Geraldo F. Zambiazzi e Iraci S. R. Zambiazzi pelo incondicional incentivo para concluir os estudos e por não medirem esforços em me ajudar sempre que preciso.

A minha namorada Scheila R. Guilherme, por estar o tempo todo ao meu lado, me apoiando incondicionalmente para concluir mais esta etapa. Agradeço imensamente cada gesto de carinho seu, cada sorriso, cada momento, tornando meus dias ao seu lado incríveis.

Aos Professores Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho e Dr. Adriano Teodoro Bruzi, pela orientação e confiança na realização do presente trabalho. Exemplo de profissionais, pelos quais tenho grande admiração e gratidão.

Aos demais Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal de Lavras pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Instituto Federal Sul de Minas – IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, em especial ao Prof. Dr. José Luiz A. R. Pereira, e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG Campo Experimental de Sertãozinho, em especial ao Pesquisador Maurício A. de O. Coelho, pelo apoio e logística durante a condução dos experimentos em Inconfidentes e Patos de Minas – MG.

Aos funcionários e Técnicos do Setor de Grandes Culturas (Antônio, Edesio e Ezequiel) e do Setor de Sementes (Geraldo, Dalva, Jaque), pela amizade, convivência e toda a ajuda durante a condução dos experimentos.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Marli dos Santos Túlio, pelos vários momentos de ajuda durante o Doutorado.

Aos membros e amigos do Grupo Pesquisa Soja da Universidade Federal de Lavras, pela amizade, por tornarem cada momento vivenciado uma experiência única e por toda a ajuda durante a condução dos experimentos.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma, embora não citados aqui.

OBRIGADO!

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós.

Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós”

— Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

A pesquisa foi realizada visando ampliar o conhecimento na área de produção e tecnologia de sementes de soja. Objetivou-se avaliar a produtividade de diferentes cultivares de soja, a qualidade de sementes recém colhidas e armazenadas, produzidas em diferentes ambientes de cultivos e safras no estado de Minas Gerais assim como a estabilidade das cultivares de soja. As sementes foram produzidas em três locais no estado de Minas Gerais (Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas) nas safras 2013/14 e 2014/15, avaliando 17 cultivares de soja. Após a colheita avaliaram-se a produtividade e a qualidade das sementes em dois períodos (logo após a colheita e oito meses após o armazenamento), quantificando quanto ao teor de água, a germinação em substratos papel e areia, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, vigor e viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio e a sanidade de sementes. A precisão experimental foi realizada por meio das estimativas da acurácia seletiva (r_{gg}^2) e coeficiente de variação (CV). Sementes produzidas no ambiente de Lavras foram as mais produtivas e com qualidade superior nas duas épocas de avaliação. Maiores produtividades e qualidade superior para as sementes foram observadas na safra 2013/14. As cultivares TMG 1179 RR, CD 2737 RR e CD 237 RR apresentaram-se mais estáveis associando alta produtividade e elevada qualidade, independente das variações ocorridas nos ambientes de produção e ano agrícola, para sementes recém colhidas e armazenadas. Também objetivou-se estimar os parâmetros relacionados à produtividade e qualidade de sementes em genótipos de soja cultivados em diferentes ambientes no estado de Minas Gerais, bem como avaliar o efeito da interação de genótipos x ambientes (GxA) para a produtividade e qualidade de sementes de soja. As sementes foram produzidas em três locais no estado de Minas Gerais (Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas) nas safras 2013/14 e 2014/15, avaliando 17 genótipos de soja. Avaliaram-se a produtividade e a qualidade das sementes, quanto à germinação em substratos papel e areia, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e o vigor e viabilidade de sementes por meio do teste de tetrazólio. Foram estimados o componente quadrático genotípico, componente de variância GxA, e os coeficiente de determinação genotípica, variação genética e variação ambiental com auxílio do software Genes. A análise da porcentagem de contribuição dos genótipos, ambientes e interação genótipos x ambientes foram realizadas pela combinação de locais dois a dois e para combinação de três locais, com auxílio do software R. Considerando a seleção de genótipos de adaptação ampla, os genótipos TMG 1179 RR, CD 2737 RR e CD 237 RR associaram melhor performance produtiva a alto potencial físico e fisiológico de sementes. O efeito do ambiente foi mais expressivo para a maioria dos caracteres relacionados a qualidade de sementes de soja. O efeito da interação genótipos x ambientes foi expressiva, sugerindo que os genótipos não apresentam comportamento coincidente nos diferentes ambientes. A presença de interação GxA sugere que a seleção de genótipos de soja para a produtividade e qualidade de sementes seja realizada em diferentes locais e anos agrícolas, visando assim atenuar este efeito na expressão dos caracteres, uma vez que a expressão desses caracteres, em sua maior parte são devidos aos efeitos ambientais.

Palavras-chave: *Glycine Max* (L.) Merrill. Produção de sementes. Vigor. Viabilidade. Patologia de sementes. Interação (G x A). Seleção de genótipos.

ABSTRACT

The research was performed with aiming to increase knowledge in production and technology area of soybean seeds. The goal was to evaluate the yield of different soybean cultivars, the quality of freshly harvested and stored seeds produced in different soybean cultivars and crop environments in Minas Gerais state, as well as the stability of soybean cultivars. Seeds were produced in three locations in Minas Gerais state (Lavras, Inconfidentes and Patos de Minas) in 2013/14 and 2014/15 seasons, evaluating 17 soybean cultivars. In addition, after harvest yield and seeds quality were evaluated in two periods (freshly harvested and eight months after storage), quantifying water content, germination in substrate paper and sand, seedling emergence, speed emergency index, mechanical damage by sodium hypochlorite, electrical conductivity, speed aging, vigor and viability of seeds by tetrazolium test and seeds sanity. Experimental precision was performed by accuracy selective estimates (rgg') and coefficient of variation (CV). Seeds produced in Lavras environment were the most productive and with higher quality in the two evaluation periods. Higher yields and higher quality for seeds were observed in 2013/14 seasons. TMG 1179 RR, CD 2737 RR and CD 237 RR cultivars were more stable associating high yield and quality, independent of production environment variations and season for recently harvested and stored seeds. It was also the goal to estimate parameters related to soybean seeds yield and quality in genotypes grown in different environments in Minas Gerais state as well as to evaluate interaction effect of genotype x environment (GxE) for soybean seeds yield and quality. Seeds were produced in three locations in Minas Gerais state (Lavras, Inconfidentes and Patos de Minas) in 2013/14 and 2014/15 seasons, evaluating 17 soybean genotypes. Seed yield and quality were evaluated for germination in substrates paper and sand, seedling emergence, speed emergency index, mechanical damage by sodium hypochlorite, electrical conductivity, speed aging, vigor and viability of seeds by tetrazolium test. Quadratic component genotypic, GXE variance component, genotype determination coefficient, genetic variation coefficient and environmental variation coefficient were estimated using Genes software. Percentage analysis of genotypes contribution, environments and genotype x environment interaction were conducted by sites combination two by two and three sites combination, using software R. Considering genotypes selection of broad adaptation, TMG 1179 RR, CD 2737 RR and CD 237 RR associated better yield performance at high physical and physiological potential effect of seed. Environmental effect was more expressive for most of the characters related to soybean seed quality. Genotypes x environment interaction effects were expressive though genotypes did not present coincidental behavior in different environments. GxE interaction presence suggests soybean genotype selection for yield and seed quality was conducted in different locations and season suggested by GxE interaction presence aiming to mitigate characters effect expression though, these characters expression for the most part was due to environmental effects.

Keywords: *Glycine Max* (L.) Merrill. Seed production. Vigor. Viability. Seeds pathology. Interaction (G x A). Genotype selection.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Zoneamento agroclimáticos para a produção de semente de soja de alta qualidade, no Estado de Minas Gerais21

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Médias mensais de precipitação (mm) e temperatura (°C), ocorridas nos municípios de Lavras, Patos de Minas e Inconfidentes no Estado de Minas Gerais, nas safras 2013/14 (A) e 2014/15 (B), durante a realização dos experimentos44

Figura 2 - Proporções de patógenos (*Colletotrichum* – Col., *Phomopsis* – Pho., *Penicilium* – Pen., *Aspergillus* – Asp., *Fusarium* – Fus., *Cercospora kikuchii* – C.k., e *Alternaria* – Alt.), em sementes recém colhidas (A), e sementes armazenadas (B), nos diferentes locais (C), e safras de produção para sementes recém colhidas (0), e sementes armazenadas (8) (D), considerando a média das safras e épocas de avaliações nos municípios de Lavras (L), Patos de Minas (P) e Inconfidentes (I), MG, Brasil55

Figura 3 - Proporções de patógenos para as diferentes cultivares de soja em sementes recém colhidas (A), e sementes armazenadas (B), considerando a média das safras e épocas de avaliações nos municípios de Lavras (L), Patos de Minas (P) e Inconfidentes (I), MG, Brasil56

CAPÍTULO 3

Figure 1 - Monthly average rainfall (mm) and average temperature (°C), has occurred in Lavras, Patos de Minas and Inconfidentes in Minas Gerais state, in 2013/14 (A) and 2014/15 (B) seasons, during the experiments.67

Figure 2 - Genotype (G) contribution (%), environments (E) and interaction (G x E) in phenotypic variation of yield characters - Y (A), germination - G (B), sand germination - SG (C), seedlings emergence - SE (D), emergence speed index - ESI (E), electrical conductivity - EC (F), aging speed - AS (G), vigor - VIG (H) and viability - VIA (I) of seed and mechanical damage - MD (J) in soybean seeds produced in Lavras (1), Patos de Minas (2) and Inconfidentes (3) in Minas Gerais state, 2013/14 season, Brazil.....74

Figure 3 – Genotype (G) contribution (%), environments (E) and interaction (G x E) in phenotypic variation of yield characters - Y (A), germination - G (B), sand germination - SG (C), seedlings emergence - SE (D), emergence speed index - ESI (E), electrical conductivity - EC (F), aging speed - AS (G), vigor - VIG (H) and viability - VIA (I) of seed and mechanical damage - MD (J) in soybean seeds produced in Lavras (1), Patos de Minas (2) and Inconfidentes (3) in Minas Gerais state, 2014/15 season, Brazil.....75

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Teores de nutrientes na camada de (0-20 cm) dos solos nos municípios de Patos de Minas (PM), Inconfidentes (IC) e Lavras (LA), antes da instalação dos experimentos, nas safras 2013/2014^{1/} e 2014/2015^{2/}43

Tabela 2 - Valores médios de produtividade (P), teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) em sementes de soja recém colhidas e armazenadas, para as safras 2013/14 (S1) e 2014/15 (S2) nos municípios de Patos de Minas (PM), Inconfidentes (IC) e Lavras (LA) em Minas Gerais, Brasil48

Tabela 3 - Valores médios de produtividade (P), teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade e (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) em sementes de soja recém colhidas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.....50

Tabela 4 - Valores médios para o teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) em sementes de soja armazenadas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.51

Tabela 5 - Análise de estabilidade de acordo com o modelo Annicchiarico (Ii) para as variáveis produtividade (P), germinação (G), germinação em areia (GA), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), vigor (VIG_{TZ}) e viabilidade (VIA_{TZ}) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM) em sementes de soja recém colhidas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/201553

Tabela 6 - Análise de estabilidade de acordo com o modelo Annicchiarico (Ii) para as variáveis germinação (G), germinação em areia (GA), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), vigor (VIG_{TZ}) e viabilidade (VIA_{TZ}) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM) em sementes de soja armazenadas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.....54

CAPÍTULO 3

Table 1 - Summary of joint variance analysis of yield data (Y), germination (G), sand germination (SG), seedling emergence (SE), emergence speed index (ESI), electrical conductivity (EC), aging speed (AS), vigor (VIG) and viability (VIA) of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite test (MD - %) in soybean genotype seeds evaluated in different environments in Minas Gerais state, Brazil.....69

Table 2 - Mean values of yield ($Y - \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), germination (G - %), sand germination (SG - %), seedling emergence (SE - %), emergence speed index – (ESI), electrical conductivity (EC - $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), aging speed (AS - %), vigor (VIG - %) and viability (VIA - %) of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite test (MD - %) in soybean genotype seeds evaluated in different environments in Minas Gerais state, Brazil.....70

Table 3 - Estimated parameters from environment joint analysis, from variables yield ($Y - \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), germination (G - %), sand germination (SG - %), seedling emergence (SE - %), emergence speed index – (ESI), electrical conductivity (EC - $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), aging speed (AS - %), vigor (VIG - %) and viability (VIA - %) of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite test (MD - %) in soybean genotype seeds evaluated in different environments in Minas Gerais state, Brazil71

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	14
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Cultura da soja: Aspectos Gerais	16
2.2 Mercado de sementes de soja no Brasil	17
2.3 Qualidade de sementes	17
2.4 Fatores que afetam a produção e qualidade das sementes	19
2.4.1 Genótipos	20
2.4.2 Ambientes (Fotoperíodo, Temperatura, Água e Solo)	20
2.4.3 Interação Genótipos x Ambientes	25
2.4.4 Armazenamento de sementes	26
2.5 Seleção de genótipos por meio de parâmetros genéticos e fenotípicos	28
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE MINAS GERAIS	38
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	42
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4 CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO 3 ESTIMATES OF GENETICS AND PHENOTYPICS PARAMETERS FOR THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN SEEDS	62
1 INTRODUCTION	65
2 MATERIAL AND METHODS	66
3 RESULTS AND DISCUSSION	68
4 CONCLUSION	76
REFERENCES	76

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos tem se observado incremento na área semeada com a cultura da soja no estado de Minas Gerais, principalmente na região Sul, que direciona o interesse para essa leguminosa pelos preços atrativos oferecidos aos produtores (GESTEIRA et al. 2015). Para atender a atual demanda de sementes, assegurando o estabelecimento de estande correto e plantas de alto desempenho que contribuam para o aumento da produtividade de grãos, a utilização de sementes de alta qualidade é primordial (KRZYZANOWSKI, et al. 2015). O Estado de Minas Gerais ocupa posição de destaque no mercado nacional de sementes de soja, sendo o 5º maior produtor, com aproximadamente 11% da produção brasileira (ABRASEM, 2015).

Uma das características de maior foco na seleção de genótipos superiores esteve relacionado a produtividade nos últimos anos, entretanto apenas esta característica de forma isolada não é suficiente para atender novos padrões, como forma de aumentar o valor agregado aos genótipos. Neste sentido outras características de importância, a exemplo a qualidade de sementes e resistência às principais doenças estão sendo exigidas em complemento a produtividade (CHIORATO et al. 2010). A qualidade genética, física, fisiológica e sanitária são os atributos básicos na formação das sementes, os quais determinam o seu potencial de desempenho e conseqüentemente o valor para a semeadura, que influenciam diretamente sobre a capacidade da semente em originar plantas de alta produtividade (MARCOS FILHO, 2011).

Neste sentido, vários fatores podem comprometer a qualidade da semente produzida, da semeadura até a distribuição aos produtores rurais, destacando-se a escolha do local, do genótipo, o manejo fitossanitário, as condições climáticas durante o desenvolvimento das sementes (KRZYZANOWSKI et al. 2015), e o armazenamento das sementes de soja. A qualidade de sementes provenientes de algumas regiões tem sido severamente comprometida em função da ocorrência de chuvas, oscilações de temperatura e umidade do ar, e quando associados a outros danos como lesões por percevejos e danos mecânicos (MATSUO et al. 2008; VASCONCELOS et al. 2009; GOMES et al. 2012).

A seleção em diferentes genótipos é essencial para atender à crescente demanda por produções elevadas, possibilitando a identificação de genótipos superiores capazes de superar

os patamares de produtividade (COSTA et al. 2004). Neste sentido, as estimativas de parâmetros de diferentes caracteres são importantes para o sucesso na escolha dos genótipos (GRAVOIS; BERNHARDT, 2000). Ganhos na seleção para a produtividade, caracteres agronômicos e resistência a doenças são relatados na literatura (LEITE et al. 2016). A estimativa de parâmetros fenotípicos tem sido uma ferramenta importante na seleção de genótipos superiores, no entanto características relacionadas a qualidade de sementes, não são muito exploradas (VASCONCELOS et al. 2012).

A produção de sementes depende na sua essência do potencial genotípico e também das condições ambientais (VALLE; SIMONETTI, 2008). Como a produção de sementes ocorre em diferentes ambientes, há grande variação nas condições edafoclimáticas, o que resulta na interação entre genótipos e ambientes (BARROS et al. 2010). Essa interação de genótipos com ambientes (GxA) pode ser definida como a resposta diferencial dos genótipos quando submetidos à diferentes ambientes (ALLARD; BRADSHAW, 1964), e assume papel fundamental na manifestação fenotípica e, portanto, deve ser estimada e considerada na indicação de genótipos (PRADO et al. 2001).

Independente do sistema de produção adotado é preciso conhecer a qualidade das sementes, pois, mesmo sob condições de armazenamento ideais, a qualidade da semente não pode ser melhorada, já que a taxa de alterações degenerativas depende das condições sob as quais a semente é exposta no campo antes e durante a colheita e beneficiamento (ÁVILA; ALBRECHT, 2010). Desse modo com a diversidade climática nas regiões de produção, aliada a cultivares com diferentes graus de sensibilidade aos fatores ambientais, faz-se necessário avaliar a qualidade de sementes de soja utilizada na semeadura, assim como a estudar contribuição do ambiente de produção para a qualidade de sementes, uma vez que essa tem fundamental importância no processo produtivo.

Sendo assim foram realizados dois estudos, com o objetivo de avaliar a produtividade e a qualidade de sementes recém colhidas e armazenadas em diferentes genótipos de soja, produzidas em diferentes locais e safras de cultivo no Estado de Minas Gerais bem como a estabilidade das cultivares de soja. Objetivou-se também estimar os parâmetros relacionados à produtividade e qualidade de sementes em genótipos de soja cultivados em diferentes ambientes no estado de Minas Gerais e estudar o efeito da interação de genótipos por ambientes (GxA) para a produtividade e qualidade de sementes de soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da soja: Aspectos Gerais

Atualmente, a soja destaca-se como uma das principais “commodities” produzidas e comercializadas no mundo. O agronegócio brasileiro é responsável por grande parte da produção mundial desta cultura aleurooleaginosa, atualmente ocupando a segunda posição entre os maiores produtores, destacando-se também como maior exportador do mundo com aproximadamente 60 milhões de toneladas na última safra (USDA, 2017).

O atrativo da soja a nível mundial está relacionado à sua composição química, que possui em média 40% de proteínas e 20% de óleo, propiciando múltiplas utilizações comerciais e a formação do complexo industrial destinado ao seu processamento (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). Aproximadamente 40 milhões de toneladas de soja são destinadas ao processamento, sendo o grão transformado em farelo e óleo que são produtos de grande importância na alimentação animal e humana (ABIOVE, 2017). O complexo da soja tem expressiva importância econômica para o Brasil, pois desempenha papel fundamental para o produto interno bruto (PIB) bem como para a geração de divisas (HIRAKURI, 2011).

O sucesso na produção da cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) está relacionado à capacidade competitiva associada aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (HUNGRIA et al. 2005), bem como pela correta utilização das diversas práticas culturais. Dentre os insumos do setor agrícola, a semente de alta qualidade ocupa papel fundamental em todo sistema de produção que vise à otimização de padrões quantitativos e qualitativos (COSTA et al. 2011). Neste contexto, a base que sustenta todo o processo é a semente. O aumento da área cultivada e o incremento na produtividade e na produção nacional só se viabilizam com o uso deste importante insumo (MENEGHELLO; PESKE, 2013).

Para produzir e disponibilizar sementes de soja com a qualidade desejada pelo agricultor e nos volumes demandados para a área a ser cultivada, requer infraestrutura e pessoal capacitado, envolvendo grande investimento (MENEGHELLO; PESKE, 2013). Porém quando analisado todos os aspectos relacionados a qualidade das sementes e seus efeitos na produtividade da cultura da soja, fica clara a importância de se utilizar sementes de

alta qualidade e de origem conhecida (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

2.2 Mercado de sementes de soja no Brasil

A indústria de sementes brasileira é uma das mais modernas do mundo, no que se refere à pesquisa para o desenvolvimento de novas cultivares e na estrutura de produção (RODRIGUES, 2015). Com um mercado doméstico estimado em aproximadamente R\$ 10 bilhões, o Brasil possui uma indústria de sementes bastante sólida e robusta, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China (ABRASEM, 2015). O reflexo disso é observado na produção de sementes, que nos últimos dez anos, passou de 1,8 milhão de toneladas, para quase 4 milhões de toneladas de sementes, na safra 2015/16 (ABRASEM, 2015).

O Brasil consome anualmente mais de um milhão de toneladas de sementes de soja, cujo setor movimenta mais de dois bilhões de reais por ano, envolvendo mais de 200.000 pessoas, cerca de 500 produtores de sementes e mais de 15 programas de melhoramento (MENEGHELLO; PESKE, 2013). Estimulada pelo avanço de transgênicos no país, a produção de sementes certificadas cresceu 23% nas ultimas safra, e a taxa de utilização de sementes certificada alcançou os 71% em âmbito nacional (ABRASEM, 2015). As sementes certificadas são produzidas para o mercado, com garantia parâmetros de qualidade, procedência e cobrança de “royalties” pelas tecnologias embarcadas. No Brasil, disputam espaço com as chamadas sementes "salvas", que são guardadas pelos próprios produtores rurais de uma safra para outra (TAVARES et al. 2016).

Nota-se que o crescimento do plantio utilizando semente certificada é significativo, entretanto, ainda há uma alta taxa de utilização de sementes “piratas” ou “salvas”, de aproximadamente 30% em âmbito nacional, em especial, no caso da cultura da soja. O fato é que com a utilização de sementes certificadas, a produtividade no Brasil tem aumentado a cada ano, contribuindo para uma mudança de postura do produtor na hora de fazer o planejamento da safra (TAVARES et al. 2016).

2.3 Qualidade de sementes

As sementes são responsáveis por grande parte da evolução da agricultura brasileira, bem como pelo sucesso de qualquer empreendimento agrícola que se baseia na exploração

comercial de cultivos vegetais que requer a utilização de sementes de qualidade, com isso, vem o empenho e os esforços por parte da indústria sementeira, para a produção de sementes de alta qualidade que é a base para o sucesso da lavoura (BOTELHO et al. 2010).

A base das altas produtividades conquistadas nas lavouras de soja no Brasil está diretamente interligada com o sucesso do estabelecimento das plantas no campo, que dependem principalmente de sementes com alta qualidade e do manejo racional, ou seja, sementes com potencial de produzir plantas produtivas e vigorosas, de maneira uniforme e no menor intervalo de tempo possível, para que dessa forma as plantas possam expressar ao máximo seu potencial genético (BOTELHO, 2012).

São consideradas sementes de qualidade aquelas que possuem alta viabilidade, isto é, que são capazes de originar plantas normais em condições ambientais desfavoráveis, o que pode vir a ocorrer em campo. Para um lote de sementes ser considerado de qualidade este deve pertencer à espécie e cultivar desejada; estar puro, ou seja, não conter outras sementes ou materiais inertes; não apresentar dormência e, se apresentar, que esta seja naturalmente reversível; possuir elevado nível de germinação e excelente estado sanitário; ser de fácil conservação, isto é, baixo conteúdo de água, e apresentar uma boa adaptação às condições edáficas e climáticas da região a que se destina (PERETTI, 1994). O uso de sementes de qualidade superior proporciona ao agricultor maiores chances de sucesso da lavoura e, conseqüentemente, na produção (VALENTINI; OLIVEIRA; FERREIRA, 2008).

A utilização de sementes de qualidade possui suas principais vantagens, como a formação de lavoura sem falhas e com população de plantas adequada; melhor uniformidade, maior resistência a pragas, doenças e ao acamamento, o que também facilita a colheita. O uso de sementes certificadas é recomendado, uma vez que o campo de produção de sementes tem de atender a determinados padrões que garantem a sua boa qualidade. Devem ser adquiridas sementes produzidas por empresas credenciadas e registradas, isto é, que tenham certificado de garantia (VALENTINI; OLIVEIRA; FERREIRA, 2008).

Na agricultura uma das principais causas da baixa produtividade, é a qualidade da semente que, conseqüentemente, afeta o estande inicial, com isso, elevando os custos de produção (TEKRONY et al. 1991; HAMPTON, 2001). A baixa qualidade da semente afeta o vigor das plântulas, o estande e conseqüentemente a produtividade (ANDREOLI; ANDRADE, 1998). Sementes com alta qualidade refletem diretamente no estabelecimento da

cultura, proporcionando alto vigor das plantas, ausência de doenças transmitidas via sementes, uniformidade de população e maior produtividade (BITTENCOURT et al. 1995).

A elevada qualidade das sementes é um componente do marketing explorado por diversas empresas. A indústria de sementes atualmente faz uso extensivo da informação sobre o vigor das sementes em seus programas de controle de qualidade, utilizando os resultados de várias formas, incluindo para estabelecer os níveis mínimos de qualidade que as sementes precisam alcançar para serem comercializadas (HAMPTON, 2001). A produção de sementes de soja com alta qualidade é fundamental para a obtenção de sementes com os padrões mínimos exigidos para a comercialização garantindo estandes ideais, os quais determinam, sobremaneira, a produtividade de grãos (MENEZES, 2008).

A produção de sementes de alta qualidade representa um dos principais itens para o sucesso da cultura da soja, entretanto, essa tarefa é mais complexa em relação a outras plantas cultivadas, pois sementes de soja caracterizam-se por grande sensibilidade aos agentes patogênicos, mecânicos e às condições climáticas; sendo assim desfavoráveis e contribuem para acelerar a deterioração nas sementes dessa cultura (MARCOS FILHO et al. 1985).

Neste sentido a utilização de procedimentos eficientes para a produção, comercialização e utilização de lotes de sementes de alta qualidade têm sido o principal objetivo da tecnologia de sementes (SANCHES, 2015). O conhecimento sobre os fatores que afetam a produção e qualidade de sementes durante o processo produtivo são de fundamental importância (FESSEL et al. 2010; MARCOS FILHO, 2013).

2.4 Fatores que afetam a produção e qualidade das sementes

A produção de sementes envolve grandes investimentos e a aplicação de elevados recursos financeiros a cada ano, exigindo do produtor a escolha de terras adequadas, condições ecológicas favoráveis e normas rigorosas de produção, bastante diferenciadas da tecnologia utilizada na produção de grãos (RANGEL, 2011). A qualidade das sementes é caracterizada pelo somatório dos atributos genético, físico, fisiológico e sanitário (FRANÇA NETO, 2016), sendo que esses irão determinar o desempenho da semente quando semeada ou armazenada (BOTELHO, 2012). A cultura da soja, é uma das espécies que merecem mais atenção, quando se considera o nível de exigência dos produtores quanto à qualidade das sementes.

Além das características que pertencem à semente em si (genótipos), outros fatores extrínsecos, a exemplo o ambiente de produção, podem interferir na produção de sementes. Para se obter sementes de qualidade, a produção deve ser realizada com controle rigoroso sobre todos os fatores que a possam reduzir. Tal controle estende-se até a comercialização, de forma a garantir a qualidade genética, fisiológica, sanitária e a pureza física do lote produzido (PANOFF, 2013).

2.4.1 Genótipos

A produção de sementes de soja depende da utilização de genótipos adequados, pois além de possuir elevado potencial produtivo, devem produzir semente de alta qualidade, o que garantirá a obtenção de estandes adequados de plantas (FRANÇA NETO et al. 2007). O potencial genético é representado pela pureza varietal, potencial produtivo, resistência a pragas e doenças, precocidade, qualidade da semente, acúmulo de reservas e resistência a condições adversas de solo e clima inerente a cada genótipo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Variações na produtividade de diferentes genótipos de soja são relatadas com frequência e estão associadas principalmente as diferenças no *background* genético, hábito de crescimento, e outros atributos dos genótipos conforme relatado por Soares et al. (2015); Felisberto et al. (2015) e Castro et al. (2017).

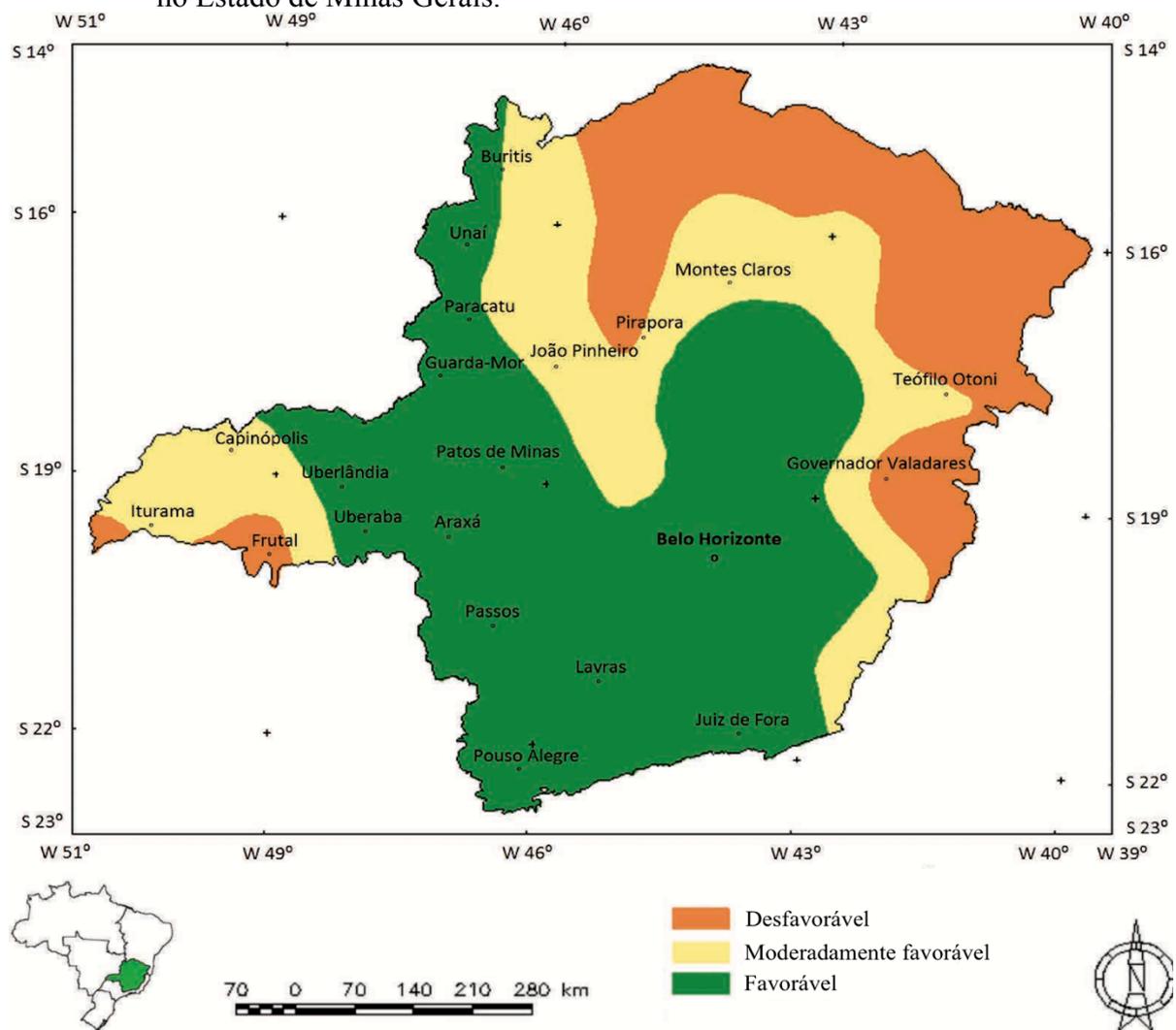
Sabe-se também, que a qualidade de sementes de soja pode variar também em função do genótipo (GRIS et al. 2010; MENEZES et al. 2009), sendo essa característica importante durante o processo de seleção de genótipos de soja. Sementes de soja de variados genótipos podem apresentar variabilidade na composição química, bem como sementes do mesmo cultivar produzidos sob diferentes condições ambientais, com reflexos sob o potencial fisiológico. Neste contexto, a composição química da semente pode influenciar na disponibilidade de compostos, afetando o processo germinativo de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Para Paschal II e Ellis (1978); Krzyzanowski, Gilioli e Miranda (1993) o fator determinante e fundamental na qualidade de sementes de soja é dependente do genótipo. No entanto Prete e Guerra (1999) afirmaram que além do efeito do genótipo, a produção de sementes de qualidade também é dependente das condições ambientais.

2.4.2 Ambientes (Fotoperíodo, Temperatura, Água e Solo)

Os fatores relacionados ao ambiente podem influenciar sobre o desenvolvimento dos estádios vegetativos e reprodutivos da cultura da soja (RODRIGUES et al. 2001) o que resulta em redução na qualidade das sementes produzidas, bem como na produtividade (FLORES, 2016). Segundo Vasconcelos et al. (2009), a avaliação da qualidade de sementes de soja em diferentes ambientes do Estado e Minas Gerais mostrou grande influência do ambiente na qualidade fisiológica das sementes.

Considerando as regiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul de Minas Gerais, que incluem os municípios de Patos de Minas, Lavras e Inconfidentes respectivamente, onde se propôs avaliar a produção de sementes, há relatos disponíveis na literatura que classificam as regiões de estudo em questão como favorável a produção de sementes de soja (Figura 1).

Figura 1 - Zoneamento agroclimáticos para a produção de semente de soja de alta qualidade, no Estado de Minas Gerais.



Fonte: Pádua et al. (2014)

O zoneamento agrícola tem sido utilizado como um instrumento de gestão de riscos na agricultura e passou a contribuir significativamente para o aumento da produção agrícola nacional e a reduzir as perdas de rendimento em decorrência da variabilidade do clima (EVANGELISTA; SILVA; SILVA NETO, 2013). De acordo com Pádua et al., (2014) o zoneamento agroclimático torna-se importante, pois por meio dele, os produtores de sementes podem selecionar com segurança os campos de produção em regiões com condições climáticas propícias para a produção de sementes.

A cultura da soja é sensível ao comprimento do dia, ou melhor, à extensão do período de ausência de luz para a indução floral. Portanto, em decorrência do fotoperíodo na soja, ocorre a redução do período compreendido entre a emergência das plântulas e o início do florescimento, logo, o ciclo da cultura também é alterado (TRZECIAK, 2012). O fotoperíodo crítico é a sensibilidade que cada cultivar apresenta com relação ao comprimento do dia, considerando que a soja é uma planta de dias curtos, e que cada cultivar apresenta seu fotoperíodo crítico, o qual está na média de 13 a 14 horas (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Ou seja, cultivares de soja mais sensíveis ao fotoperíodo florescem de qualquer forma, mas este florescimento dependerá do comprimento do dia, sendo que na presença de dias curtos as plantas responderão mais rapidamente a esta indução (RODRIGUES et al. 2001).

A sensibilidade ao fotoperíodo varia de acordo com a cultivar, com isso a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção norte ou sul, ou seja, quanto mais ao sul, maiores são as latitudes, com isso, os fatores temperatura, fotoperíodo e umidade definem a melhor época de semeadura para soja, já que os fatores nessas condições têm maior variação no tempo (FLORES, 2016). Entretanto, quanto mais próximo do equador há uma redução na variação da temperatura e do fotoperíodo, com isso a época de semeadura da soja passa a ser menos dependente desses dois fatores, passando a depender da distribuição das chuvas (GARCIA et al. 2007).

Com o período juvenil longo da soja, foi possível ampliar a adaptação da cultura, já que cultivares que apresentam esta característica são mais adaptados a faixas mais amplas de latitude (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007; GARCIA et al. 2007). Para Kantolic e Slafer (2005) o desenvolvimento da soja de hábito indeterminado quanto ao fotoperíodo, observaram que aumentando a exposição da cultura ao fotoperíodo obtiveram maior número de sementes. No entanto, os autores concluíram que não está claro se os efeitos

do fotoperíodo na produção de sementes e vagens são semelhantes aos produzidos pela modificação na produção diária de assimilados e sugerem a realização de outros estudos em campo para maiores esclarecimentos.

Em relação a temperatura, os períodos críticos para a soja são compreendidos entre o enchimento da semente e a maturação, já que nessa fase a planta necessita de temperaturas amenas. Assim, é possível prever que o ambiente na qual uma determinada cultivar de soja cresce influencia o seu desenvolvimento, sendo que a ocorrência de estresses climáticos em períodos críticos, pode ocasionar expressivas quedas do rendimento da cultura (RITCHIE et al. 1997).

A produção de sementes de soja de alta qualidade, em regiões tropical e subtropical, é dificultada pela ocorrência de altas temperaturas associada à elevada precipitação pluviométrica no período de maturação da semente. As oscilações do ambiente resultam na redução do potencial fisiológico e favorecem a incidência de fungos (FRANÇA NETO et al. 2007; KHAN et al. 2011). As temperaturas entre 20 a 30 °C são consideradas de melhor adaptação para a cultura, sendo 25 °C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme (MONDINI; VIEIRA; CAMBRAIA, 2001; FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER et al. 2007). Durante a maturidade fisiológica até o momento da colheita, a alta umidade associado a baixas temperaturas acarretam em atraso na colheita e problemas como haste verde e retenção foliar. Da mesma forma altas temperaturas (acima de 30 °C) nesta fase, juntamente com a precipitação, comprometem diretamente a qualidade das sementes (COSTA et al. 1994; FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

O clima é condicionado pela pressão atmosférica e geralmente em altitude elevada o ar é mais rarefeito e o vapor d'água é menos abundante, propiciando a obtenção de sementes de melhor qualidade (TRZECIAK, 2012). Para minimizar os efeitos adversos do ambiente no período de maturação até a colheita da soja, França Neto et al. (2007) relatam que regiões com altitude superior a 700 m seriam indicadas, pois possibilitam condições de clima ameno e seco no período da maturação à colheita, ou mesmo o ajustamento da data de semeadura, para ocorrência da maturação em condições ambientais mais favoráveis. Outras estratégias na produção de sementes de soja, visando qualidade superior são realizadas nos dias atuais pela grande maioria dos produtores de sementes, que realizam a produção em um estado, região ou época diferente do qual é realizada a produção de grãos (TRZECIAK, 2012).

Importante da mesma forma que os fatores citados anteriormente, a água assume papel essencial em todo processo de produção de sementes de soja. A necessidade por água começa deste o início do desenvolvimento de todo esse processo, e durante a germinação, a semente necessita absorver 50% de sua massa em água para germinar. Nas fases de germinação, emergência, florescimento e enchimento de sementes a disponibilidade de água é essencial, e nesta última fase, considera-se o período de maior necessidade (7 a 8 mm dia) diminuindo após esse período. A necessidade total de água na cultura da soja é de 450 a 800 mm por ciclo, ou seja, para seu desenvolvimento por completo (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Dentre os componentes limitantes, o déficit hídrico é aquele que afeta a produção agrícola com maior frequência e intensidade no desenvolvimento das plantas, diminuindo a fotossíntese pela redução da área foliar e afetando vários outros processos que dependem da sua intensidade, duração, época de ocorrência e da interação com outros fatores determinantes da expressão do rendimento final (FONTANA; BERLATO; BERGAMASCHI, 1992). A ocorrência de déficit hídrico nas lavouras é responsável pela redução na germinação e no vigor das sementes e das plântulas recém-emergidas. O estresse causado por deficiência de água determina a ocorrência de plantas de soja pouco desenvolvidas, os tecidos vegetais apresentam aspecto de murcha e os folíolos tendem a se fechar para diminuir a exposição da área foliar e, conseqüentemente, a eficiência do uso da radiação solar, causando prejuízo à fotossíntese (TRZECIAK, 2012). As secas severas na fase vegetativa reduzem o crescimento da planta, diminuindo a área foliar e o rendimento dos grãos, podendo em muitos casos causar a morte da planta (GONÇALVES, 2013). Além disso, problemas com deficiência hídrica na fase final do enchimento da semente podem causar a morte prematura da planta ou maturação forçada, acarretando em perdas de produtividade e aumento na produção de semente esverdeada (DEMIRTAS et al. 2010).

É interessante que a fase de maturidade fisiológica das sementes ocorra em períodos de temperaturas amenas e baixos índices de precipitação, já que as mesmas se encontram armazenadas no campo até o momento da colheita; por isso, a escolha de áreas que proporcionem melhores condições para a produção de sementes de soja de alta qualidade é de suma importância (MARCOS FILHO, 2015). Quando o ambiente de produção não é favorável tem sido verificado aumento no processo de deterioração, em virtude de maior facilidade de penetração de patógenos e maior exposição do tecido embrionário ao ambiente

(ZITO,1994). Esta redução na qualidade fisiológica da semente tem sido verificada em quase todos os cultivares de soja que, apesar de produtivos, apresentam problemas de qualidade, dificultando assim sua recomendação (SILVA, 2002).

A adequação da fertilidade do solo, pela correção da acidez e pelo fornecimento de níveis adequados de potássio, fósforo e alguns micronutrientes também é essencial para a produção de semente de soja de boa qualidade (FRANÇA NETO, 2007). Quando as condições de nutrição para as plantas não forem as mais adequadas, as plantas irão privilegiar somente poucas sementes e direcionar todos os seus fotoassimilados para essas (MARTIN et al. 2007).

Em explorações comerciais que busca maximizar a produção nas plantas, procura-se adaptar as exigências nutricionais e de pH das plantas para que elas produzam em quantidade suficiente para atingir o objetivo esperado. A exemplo, efeitos positivos da adubação sobre a qualidade de sementes de soja foram constatados por Guerra et al. (2006) e Veiga et al. (2012). A importância do conteúdo de matéria orgânica nos solos e sua resposta na qualidade de sementes, com correlação positiva com a germinação das sementes produzidas também foram relatadas por Mondo et al., (2012).

2.4.3 Interação Genótipos x Ambientes

Além das características dos genótipos e interferência do ambiente durante a produção de sementes, outro fator a ser considerado esta relacionado a interação genótipo x ambiente (G x E), pois seu desempenho pode apresentar grande variabilidade de acordo com as condições climáticas da região em que são produzidas (SILVA; LAZARINI; SÁ, 2010). De acordo com Souza (2015), após avaliar em pelo menos dois ambientes com dois genótipos, é possível quantificar a interação genótipos x ambientes (SOUZA, 2015).

A interação genótipos x ambientes pode proporcionar a alteração no desempenho dos genótipos causada pelas diferenças ambientais (BORÉM; MIRANDA, 2013). Os ambientes podem ser entendidos como locais, safras, épocas de semeadura, práticas culturais ou até mesmo todos esses fatores reunidos (SILVA et al. 2011). Tal interação é resultante de variados fatores ambientais relacionados entre si e com a planta, resultando em alterações na produtividade e em outros caracteres agrônômicos (PIRES et al. 2012; MEOTTI et al. 2012), assim como na qualidade das sementes que também esta diretamente relacionada com o desenvolvimento da cultura (SILVA; LAZARINI; SÁ, 2010).

A interação G x E constitui-se em um dos principais desafios na seleção e recomendação de cultivares (MARQUES et al. 2011), uma vez que pode ser dificultada pela presença dessa interação, resultando em respostas variadas dos genótipos em condições de ambientes distintas. Informações a respeito da variação ambiental sobre o desempenho de cada genótipo são obtidas por meio do estudo das estimativas da interação (PEREIRA et al. 2009). No entanto, estudos relacionados à interação G x E não disponibilizam informações sobre a resposta de cada genótipo quando submetidos às variações ambientais (SOUZA, 2015). Para isso, torna-se necessário, avaliar a dimensão e significância, quantificar os efeitos e estratégias e ainda fornecer subsídios que possibilitem adotar algum método para amenizar as influências da interação estudada (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Para explorar os efeitos da interação G x E é necessário utilizar métodos apropriados para captar tais informações (VASCONCELOS et al. 2010).

Uma das alternativas mais utilizadas para amenizar a influência dessa interação é a recomendação de cultivares com estabilidade e ampla adaptabilidade (FOX; CROSSA; ROMAGOSA, 1997; CRUZ; CARNEIRO, 2003). Reduzindo os efeitos da interação G x E, seria possível identificar genótipos específicos para cada ambiente; ou estratificar os ambientes em grupos semelhantes, ou ainda identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica (SOUZA, 2015). No processo de seleção e recomendação de genótipos é indicado avaliar o desempenho dos genótipos em diferentes locais, safras e épocas de semeadura (PIRES et al. 2012).

2.4.4 Armazenamento de sementes

Ao final da colheita as sementes passam por vários processos, e o armazenamento torna-se uma etapa obrigatória na produção de sementes de soja, principalmente no Brasil, onde as condições climáticas tropicais e subtropicais são predominantes (SANCHES, 2015). Há de se considerar que as sementes ficam armazenadas desde a colheita até a época de semeadura na próxima safra, e durante este período deve ser oferecido as melhores condições possíveis, para a conservação das sementes armazenadas, sendo o objetivo do armazenamento a manutenção da qualidade das sementes, reduzindo ao mínimo a deterioração (MENEGHELLO, 2014).

O armazenamento após a colheita deve ser conduzido de maneira a reduzir ao máximo as reações bioquímicas que provocam a perda da qualidade fisiológica, além de proporcionar

condições desfavoráveis ou que não permitam o desenvolvimento de insetos e fungos, os quais contribuem para a redução da qualidade (VILLA et al. 1979). Os fatores que mais influenciam na viabilidade das sementes de soja, durante o armazenamento, são os teores de água, a temperatura e a umidade relativa do ar (MINOR; PASCHAL, 1982). De modo geral, a soja pode perder sua qualidade durante o armazenamento, principalmente quando a qualidade inicial da semente é baixa (BAUDET, 2003).

A manutenção da qualidade, em termos de germinação e vigor, até o momento da semeadura depende das condições encontradas durante o armazenamento (SANCHES, 2015). O local de armazenamento deve ser totalmente protegido das oscilações de umidade, temperatura e luminosidade, para que as sementes mantenham sua qualidade e viabilidade por um longo período de tempo. O processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado se o armazenamento for realizado conforme recomendações em baixas temperaturas e umidade relativa do ar, o que permite reduzir a velocidade dos processos bioquímicos e a proliferação de patógenos que estão associados as sementes (CARDOSO; BINOTTI; CARDOSO, 2012; SMANIOTTO et al. 2014).

A umidade relativa do ar torna-se importante, pois a semente é higroscópica e tende a equilibrar seu teor de água com o ambiente (SANCHES, 2015). Com isso, elevada umidade relativa do ar leva ao aumento do teor de água das sementes e, conseqüentemente, da atividade metabólica e respiratória das mesmas, com retomada da germinação; o oposto ocorre em baixa umidade relativa do ar, no entanto, se esta for excessivamente baixa, pode haver desnaturação de proteínas e perda da integridade das membranas celulares (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A temperatura também possui influência direta, pois é sabido que para aumentar a longevidade das sementes a temperatura do ambiente e das sementes, bem como a umidade das sementes e do ar devem ser reduzidas (MENEGHELLO, 2014). Neste sentido para cada 1% de redução no grau de umidade da semente, o potencial de armazenamento é duplicado no intervalo de 5 a 14%.

As sementes vigorosas mantêm sua qualidade fisiológica durante maior período de armazenamento quando comparado as de menor vigor, sendo este o principal objetivo do armazenamento, preservação das características fisiológica, genética e sanitária das sementes obtidas durante a produção em campo até a semeadura na próxima safra (CARNEIRO, 1985; NODARI et al. 1998). Durante o armazenamento as sementes estão sujeitas à contaminação

por fungos capazes de sobreviver em condições de baixa umidade das sementes. Fungos como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. infectam as sementes e lançam toxinas que degradam membranas e aceleram o processo respiratório das sementes (DHINGRA; SILVA JUNIOR; RODRIGUES, 2013).

2.5 Seleção de genótipos por meio de parâmetros genéticos e fenotípicos

Uma das características de maior foco na seleção de genótipos, esteve relacionado a produtividade nos últimos anos, entretanto apenas esta característica de forma isolada não é mais aceita atendendo a novos padrões, como forma de aumentar o valor agregado aos genótipos. Neste sentido outras características de importância, a exemplo a qualidade de sementes e resistência às principais doenças estão sendo exigidos em complemento a produtividade (CHIORATO et al. 2010).

A seleção em diferentes culturas é essencial para atender à crescente demanda por produções elevadas, possibilitando a seleção dos melhores genótipos capazes de superar os patamares de produtividade (COSTA et al. 2004). As estimativas de determinados parâmetros de diferentes características de plantas são importantes por terem relação com a seleção, em que, quanto maior o valor estimado de determinado parâmetro, maior será a sucesso com a escolha do genótipo (GRAVOIS; BERNHARDT, 2000).

Ganhos na seleção de genótipos para a produtividade, caracteres agrônômicos, resistência a doenças (LEITE et al. 2016), são relatados na literatura. Além disso foram verificados ganhos na seleção de genótipos em outras culturas, a exemplo na cultura do feijão tendo em vista a produtividade, arquitetura de plantas (MATOS; RAMALHO; ABREU, 2007; FARIA et al. 2014) e também para a qualidade das sementes (PERINA et al. 2010; VASCONCELOS et al. 2012). A estimativa de parâmetros fenotípicos, tem sido uma ferramenta importante na seleção de genótipos superiores, no entanto características relacionadas a qualidade de sementes, não são muito exploradas (VASCONCELOS et al. 2012).

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidade, correlações genéticas e fenotípicas e ganhos esperados com seleção, têm importância na tomada de decisões relacionadas com a escolha dos caracteres e genótipos a ser selecionado (ROSSMANN, 2001). Neste sentido a estimação de parâmetros genéticos, como a herdabilidade, variâncias genotípica e fenotípica, estimativa do coeficiente de

determinação genotípico permite obter informações sobre a natureza dos genes envolvidos no controle dos caracteres de interesse, (ROBINSON; COCKERHAM, 1965). A herdabilidade é a fração da variabilidade fenotípica, a qual se espera que seja transmitida para a progênie ou, ainda, a fração do diferencial de seleção a qual se espera que seja ganha, quando a seleção for praticada por uma unidade de referência (JOHNSON; BERNARD, 1963). Segundo Turner e Young (1969), a herdabilidade estima a proporção da variação entre indivíduos para um dado caráter, que surge de alelos com ação aditiva.

Ao utilizar efeito fixo para genótipos é obtido a estimativa do coeficiente de determinação genotípico e não a estimativa da herdabilidade (CRUZ, 2005). A estimativa deste coeficiente representa o quanto da variabilidade fenotípica é relativa às variações genéticas entre os genótipos avaliados, uma vez que não se tem a variância genotípica, mas o componente quadrático genotípico, o qual é relativo aos genótipos avaliados (VASCONCELOS et al. 2012). A razão entre coeficiente de variação genotípico (CV_g) e coeficiente de variação experimental (CV_e), permite concluir que quanto maior for a proximidade desta relação ao valor 1, maior será o sucesso com a seleção (CRUZ; REGAZZI, 1997).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Importância Econômica e Social**. 2015. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=importancia-economicaesocial&area=NC0 yLTI=>>>. Acesso em 14 jun. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE SEMENTES - ABRASEM. Dados de produção. In: **Anuário ABRASEM**. Brasília. 2015.
- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, p.503-508, 1964.
- ANDREOLI, C.; ANDRADE, V. R. Qualidade de semente e densidade de semeadura afetam a emergência e produtividade de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. **Anais...** Recife: UFPe, 1998. p. 54.
- ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo Abrates**, v.20, p.15–29, 2010.
- BARROS, H. B. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Ceres**, v. 57, n. 3, 2015.
- BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D. A.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Ciência e Tecnologia**. ED. UFPEL, Pelotas. 2003. 545 p.
- BITTENCOURT, S. R. M. et al. Comparação de dois tipos de germinadores como câmaras de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 17, p. 160-164, 1995.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Interação genótipo x ambiente. In: (Ed.). **Melhoramento de plantas**. 6.ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. cap. 9, p. 131-144.
- BOTELHO, F. J. E. **Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas submetidas á dessecação**. 2012. 86p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- BOTELHO, F. J. E. et al. Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes períodos do desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 900-907, 2010.
- 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.
- CARNEIRO, J. G. A. **Armazenamento de sementes florestais**. Curitiba: FUPEF, 1985. 35 p. (Série técnica, 14).

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

CASTRO, D. G. et al. Qualidade fisiológica e expressão enzimática de sementes de soja RR. **Revista de Ciências Agrárias**. vol. 40, n. 1, p. 222 – 235, 2017.

CHIORATO, A. F. et al. Genetic gain in the breeding program of common beans at IAC from 1989 to 2007. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 10, n. 4, p. 329-336, 2010.

COSTA, M. M. et al. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, 2004.

COSTA, N. P. et al. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.102-107, 2011.

COSTA, N. P. et al. Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, n.1, p.12-19, 1994.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Editora – UFV. Viçosa - MG, 2005, 394 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, 2012. 400 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora – UFV. Viçosa - MG, 1997. 390p.

DEMIRTAS, C. et al. Quality and yield response of soybean (*Glycine max* L. Merrill) to drought stress in sub-humid environment. **African Journal of Biotechnology**, v.9, n.41, p. 6873-6881, 2010.

DHINGRA, O. D.; SILVA JUNIOR, G. J.; RODRIGUES, F. Á. Patologia de Sementes. In: SEDYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. SEDYAMA, Tuneo, (Ed.). – Londrina: Mecenas, 2013. 352 p.

EVANGELISTA, B. A.; SILVA, F. A. M.; SILVA NETO, S. P. Uso das informações agrometeorológicas no monitoramento das culturas agrícolas, tendo como referência a soja. In: **Anuário ABRASEM**. Pelotas: Editora Becker & Peske, 2013, p.38-42.

FARIA, L. C. et al. Genetic progress during 22 years of black bean improvement. **Euphytica**, Wageningen, v. 199, n. 3, p. 261-272, 2014.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9 p. (**Circular Técnica, 48**).

FELISBERTO, G. et al. Agronomic performance of RR soybean cultivars using to different pre-sowing desiccation periods and distinct post-emergence herbicides. **African Journal Agriculture Research**, vol. 10, n. 34, p. 3445-3452. 2015.

FESSEL, S. A. et al. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

FLORES, M. F. **Qualidade fisiológica e rendimento de sementes de soja em função do hábito de crescimento da planta**. (2016), 59 p. Tese (doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 2, n.5, p. 661-669, 1992.

FOX, P. N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I. Multi-environment testing and genotypes x environment interaction. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed). **Statistical Methods for plant variety evaluation**. New York: Chapman and Hall, 1997. p. 117-138.

FRANÇA-NETO, J. B. Evolução do conceito da qualidade das sementes. **SEED New**, n. 5, 2016.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade - Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (**Circular Técnica, 40**).

FRANÇA-NETO J. B.; KRZYŻANOWSKI F. C.; HENNING A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n.1,2, p.37 - 38, 2010.

GARCIA, A. et al. Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2007. 11p. (**Circular Técnica, 51**).

GESTEIRA, G. S. et al. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a região Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 3, 2015.

GOMES, G. D. R. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33: n. 1, p. 2593-2604, 2012.

GONÇALVES, J. G. R. **Identificação de linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes à seca**. (2013), 82 p. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2013.

GRAVOIS, K. A.; BERNHARDT, J. L. Heritability x environment interactions for discoloured rice kernels. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 314-318, 2000.

GRIS, C. F. et al. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 374-381, 2010.

GUERRA, C. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 91-97, 2006.

HAMPTON, J. G. O que é Qualidade de Sementes? **Seed News**, v. 5, n. 5, 2001.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 3. ed. p. 67, 2011.

HUNGRIA, M. et al. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Dordrecht, **Springer**, p. 25- 42. 2005.

JOHNSON, H. W.; BERNARD, R. L. Soybean genetics and breeding. In: Norman, A. G., **The soybean; genetics, breeding, physiology, nutrition, management**. New York, Academic Press, 1963, 70 p.

KANTOLIC, A. G.; SLAFER, G. A. Reproductive development and yield components in indeterminate soybean as affected by post-flowering photoperiod. **Field Crops Research**, v.93, p.212-222, 2005.

KHAN, A. Z. et al. Seed quality and vigor of soybean cultivar as influenced by canopy temperature. **Pakistan Journal of Botany**, v. 43, p. 643-648, 2011.

KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Tecnologias para Produção de Sementes de Soja**. Embrapa Soja, Londrina, 1. ed., p. 32, 2015.

KRZYZANOWSKI, F. C.; GILIOLI, J. L.; MIRANDA, L. C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTÁFOS, 1993. p. 522.

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

MARCOS FILHO, J. et al. Qualidade fisiológica e comportamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no armazenamento e no campo. **Anais...**, Piracicaba, v. 42, p. 195-249, 1985.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 21-24, 2013.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Dimensão e perspectivas. **Seed News**, Pelotas, v. 15, n. 1, 2011.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MARQUES, M. C.; Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p. 59-69, 2011.

MARTIN, T. N. et al. Questões relevantes na produção de sementes de Milho-primeira parte. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 1, 2007.

MATOS, J. W.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Trinta e dois anos do programa de melhoramento genético do feijoeiro-comum em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1749-1754, 2007.

MATSUO, E. et al. Análise da estabilidade e previsibilidade da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Cristalina, Goiás. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 191-196, 2008.

MENEGHELLO, G. E. Qualidade de Sementes: Umidade e Temperatura. **SEED News**, n. 6, 2014.

MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. A grandeza do negócio de sementes de soja no Brasil. **Seed News**, v. 18, n. 4, 2013.

MENEZES, M. **Aspectos genéticos associados à qualidade fisiológica de sementes de soja**. (2008), 112 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MENEZES, M. et al. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p.1716-1723, 2009.

MEOTTI, G. V. et al. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012.

MINOR, H. C.; PASCHAL, E. H. Variation in storability of soybean under simulated tropical conditions. **Seed Science and Technology**, v.10, n.1, p.131-139, 1982.

MONDINI, M. L.; VIEIRA, C. P.; CAMBRAIA, L. A. Época de semeadura: um importante fator que afeta a produtividade da cultura da soja. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001.16p. (**Documentos, 34**).

MONDO, V. H. V. Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p.193-201, 2012.

NODARI, R. O. et al. Conservação de frutos e sementes de palmitero (*Euterpe edulis* Matius) sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1- 10, 1998.

PÁDUA, Gilda Pizzolante de et al. Agroclimatic zoning of the state of Minas Gerais for the production of high quality soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 4, p. 413-418, 2014.

- PANOFF, B. **Detecção do gene de peroxidase em sementes de soja pela reação da polimerase em cadeia (pcr)**. (2013), 59 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- PASCHAL II, E. H.; ELLIS, M. A. Variation in seed quality characteristics on tropically grown soybeans. **Crop Science**, Madison. v.18, n.3, p.837-40. 1978.
- PEREIRA, H. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009.
- PERETTI, A. **Manual para análisis de semillas**. 1ª ed. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1994, 282 p.
- PERINA, E. F. et al. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 398-406, 2010.
- PIRES, L. P. M. et al. Desempenho de genótipos de soja, cultivados na região Centro-Sul do Estado do Tocantins, safra 2009/10. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.2, p.214-223, 2012.
- PRADO, E. E. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.
- PRETE, C. E. C.; GUERRA, E. P. Qualidade fisiológica das sementes. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. **Melhoramento Genético de Plantas**. 1. ed. Londrina, PR: Editora UEL, 1999. p. 661- 676.
- RANGEL, P. M. **O processo de produção de sementes segundo a atual legislação e os benefícios do sistema nacional de sementes e mudas na produção agrícola brasileira**. (2011), 112 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- RITCHIE, S. W. et al. How a soybean plant develops. **Potafos: Arquivo Agrônomo**, n.53, 1997.
- ROBINSON, H. F.; COCKERHAM, C. C. Estimacion y significado de los parametros geneticos. **Fitotecnia Latinoamericana**, vol. 5, n. 2, p. 23-28, 1965.
- RODRIGUES, J. A. P. O desafio de manter o ambiente de negócios moderno e seguro para novos investimentos. **Anuário ABRASEM**. 2015.
- RODRIGUES, O. et al. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n. 3, p. 431-437, 2001.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos.** (2001), 80 p. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

SANCHES, M. F. G. **Local de produção, armazenamento e qualidade de sementes de soja.** (2015), 45 p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

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, 2009. cap. 1, p. 1-5.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 755-762, 2010.

SILVA, J. F. **Influência do tamanho da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre sua tolerância ao metribuzin e estudos de lixiviação deste por dois tipos de solo.** (2002), 70 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SILVA, R. R. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura, no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.11, p. 1439-1447, 2011.

SMANIOTTO, T. A. S. et al. 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.

SOARES, I. O. et al. Interaction between soybean cultivars and seed density. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, n. 9, p. 1425, 2015.

SOUSA, I. S. **Caracterização agromorfológica, adaptabilidade e estabilidade de populações e divergência genética entre linhagens de soja.** (2015), 178 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2015.

TAVARES, L. C. et al. Estratégias de marketing na área de sementes. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, p. 01-09, 2016.

TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, Madison, v. 31, p. 816-822, 1991.

TRZECIAK, M. B. **Formação de sementes de soja: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos.** (2012), 130 p: Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.

TURNER, H. N.; YOUNG, S. Y. **Quantitative genetics in sheep breeding.** Ithaca, New York, Cornell University Press, 1969, 331p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2017. **Oilseeds: World Markets and Trade.** Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>>. Acesso em: Junho 2017.

VALENTINI, L.; OLIVEIRA, L. A. A.; FERREIRA, J. M. Produção de sementes de milho variedade para uso próprio em propriedades de microbacias hidrográficas. Niterói: Programa Rio Rural. (**Manual Técnico**), n. 15, 15 p. 2008.

VALLE, M. L. D.; SIMONETTI, A. P. M. M. Efeito da interação de genótipos x ambiente no desenvolvimento da cultura da soja no estado do Paraná (*Glycine max L.*). **Cultivando o Saber** v.1, n.1, p.160-170, 2008.

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

VASCONCELOS, E. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares e linhagens de soja no Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 307-312, 2009.

VEIGA, A. D. et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953 - 960, 2010.

VILLA, L. G.; ROA, G. **Secagem e armazenamento da soja industrial e sementes a granel.** Campinas: Fundação Cargill, 1979. 64p.

ZITO, R. K. **Padrões eletroforéticos de proteínas e qualidade fisiológica durante o desenvolvimento da semente de soja.** (1994), 48p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

**CAPÍTULO 2 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA
PRODUZIDAS EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

RESUMO

A utilização de sementes de procedência, com elevada qualidade, está fortemente relacionada ao sucesso na lavoura e conseqüentemente, a sua produtividade. No entanto a qualidade das sementes produzidas pode ser comprometida por fatores bióticos e abióticos durante sua formação. Com a expansão da cultura da soja em diferentes regiões há necessidade de estudos relacionados a produtividade e qualidade de sementes obtidas em ambientes distintos. Foi objetivo na pesquisa avaliar a produtividade de diferentes cultivares de soja, bem como a qualidade de sementes recém colhidas e armazenadas, produzidas em diferentes ambientes de cultivo e safras no estado de Minas Gerais bem como a estabilidade das cultivares de soja. As sementes foram produzidas em três locais no estado de Minas Gerais (Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas) nas safras 2013/14 e 2014/15. Utilizou-se 17 cultivares de soja. Os experimentos em campo foram conduzidos em blocos casualizados, em esquema fatorial 17 x 3 x 2 (cultivares x locais x safras), com três repetições. Após a colheita avaliaram-se a produtividade e a qualidade das sementes logo após a colheita e também após oito meses de armazenamento, quantificando quanto ao teor de água, a germinação em substratos papel e areia, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado, vigor e viabilidade de sementes pelo teste de tetrazólio e a sanidade de sementes, utilizando o delineamento inteiramente casualizado. A precisão experimental foi realizada por meio das estimativas da acurácia seletiva (rgg'). Sementes produzidas em Lavras apresentaram-se como as mais produtivas e com qualidade superior nas duas épocas de avaliação. Maiores produtividades e qualidade superior de sementes são observadas na safra 2013/14. As cultivares TMG 1179 RR, CD 2737 RR e CD 237 RR apresentam-se como as mais estáveis, associando produtividade superior e alta qualidade de sementes recém colhidas e armazenadas, independente das variações ocorridas nos ambientes de produção e ano agrícola.

Palavras-chave: Vigor. Viabilidade. Patologia de sementes. *Glycine Max.* (L) Merrill.

ABSTRACT

Using seed origin with high quality is strongly related to crop success and consequently, its yield. However, seed quality produced may be compromised by biotic and abiotic factors during their formation. With soybean crop expansion in different regions, there is a need for studies related to seed yield and quality in different environments. The goal was to evaluate the yield of different soybean cultivars, as well as the quality of freshly harvested and stored seeds produced in different soybean cultivars and crop environments in Minas Gerais state, as well as the stability of soybean cultivars. Seeds were produced in three locations in Minas Gerais state (Lavras, Inconfidentes and Patos de Minas) in 2013/14 and 2014/15 seasons, evaluating 17 soybean cultivars. In addition, after harvest yield and seeds quality were evaluated in two periods (freshly harvested and eight months after storage), quantifying water content, germination in substrate paper and sand, seedling emergence, speed emergency index, mechanical damage by sodium hypochlorite, electrical conductivity, speed aging, vigor and viability of seeds by tetrazolium test and seeds sanity. Experimental precision was performed by accuracy selective estimates (rgg') and coefficient of variation (CV). Seeds produced in Lavras environment were the most productive and with higher quality in the two evaluation periods. Higher yields and higher quality for seeds were observed in 2013/14 seasons. TMG 1179 RR, CD 2737 RR and CD 237 RR cultivars were more stable associating high yield and quality, independent of production environment variations and season for recently harvested and stored seeds.

Keywords: Vigor. Viability. Seeds pathology. *Glycine Max.* (L) Merrill.

1 INTRODUÇÃO

A indústria sementeira movimentou nos últimos anos em média 10 bilhões de reais/ano, sendo 37% deste valor obtido com a produção de sementes de soja (TREICHEL; CARVALHO; BELING, 2016). O Estado de Minas Gerais ocupa posição de destaque no mercado nacional de sementes de soja, sendo o 5º maior produtor, com aproximadamente 200 mil toneladas de sementes, o que representa 11% da produção brasileira (ABRASEM, 2015). Nos últimos anos tem se observado incremento na área semeada com esta leguminosa, principalmente na região Sul do estado de Minas Gerais que direciona o interesse para a cultura da soja pelos preços atrativos oferecidos aos produtores (GESTEIRA et al. 2015). Para atender a atual demanda de sementes, assegurando o estabelecimento de estande correto e plantas de alto desempenho que contribuam para o aumento da produtividade de grãos, a utilização de sementes de alta qualidade é primordial (KRZYZANOWSKI et al, 2015). De forma geral, há um crescimento da percepção da importância do uso de sementes de qualidade (LUDWIG et al, 2011), a qual representa e determina 80% do sucesso de uma lavoura (MIYAMOTO, 2013).

Os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários são aspectos básicos na composição das sementes, os quais determinam o seu potencial de desempenho e consequentemente o valor para a semeadura que influenciam diretamente sobre a capacidade da semente em originar plantas de alta produtividade (MARCOS FILHO, 2011). Neste sentido vários fatores podem comprometer a qualidade da semente produzida, da semeadura até a distribuição aos produtores rurais, destacando-se a escolha do local, do genótipo, o manejo fitossanitário, as condições climáticas durante o desenvolvimento das sementes, bem como as condições de armazenamento das sementes de soja (KRZYZANOWSKI et al. 2015). A qualidade de sementes provenientes de algumas regiões tem sido severamente comprometida em função da ocorrência de chuvas, oscilações de temperatura e umidade do ar, o que resulta em maior deterioração, que associados a outros danos como lesões por percevejos e danos mecânicos reduzem a qualidade das sementes de soja (MATSUO et al. 2008; VASCONCELOS et al. 2009; GOMES et al. 2012).

Ao analisar um genótipo em diferentes ambientes, o seu valor fenotípico pode, além de sofrer influência do ambiente a que é submetido e de seu efeito genotípico, ser influenciado por um componente adicional denominado interação genótipo x ambiente. A

interação entre genótipos e ambientes constitui-se uma das grandes dificuldades enfrentadas na recomendação de cultivares, visto que é responsável pelo comportamento dos genótipos que não mantêm o mesmo desempenho relativo nos diversos ambientes em que são cultivados (CRUZ et al. 2014; MEOTTI et al. 2012).

Independente do sistema de produção adotado, é preciso conhecer a qualidade das sementes, pois, mesmo sob condições de armazenamento ideais, a qualidade da semente não pode ser melhorada, já que a taxa de alterações degenerativas depende das condições sob as quais a semente é exposta no campo antes e durante a colheita e beneficiamento (ÁVILA; ALBRECHT, 2010). Desse modo com a diversidade climática nas regiões de produção, aliada a cultivares com diferentes graus de sensibilidade aos fatores ambientais, faz-se necessário avaliar a qualidade de sementes de soja utilizada na semeadura, uma vez que essa tem fundamental importância no processo produtivo.

Diante ao exposto, objetivou-se avaliar a produtividade de diferentes cultivares de soja, bem como a qualidade de sementes recém-colhidas e armazenadas, produzidas em diferentes locais de cultivo e safras no Estado de Minas Gerais bem como a estabilidade das cultivares de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em três locais no Estado de Minas Gerais nas safras 2013/2014 e 2014/2015. As áreas experimentais apresentam altitude média de 945, 940 e 955 m e solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho Distroférico Típico respectivamente para os ambientes de produção Patos de Minas, Inconfidentes e Lavras. Os teores de nutrientes, na camada de 0 – 20 cm dos solos, para os três locais de produção, nas diferentes safras, antes da instalação dos experimentos estão apresentadas na tabela 1, assim como dados climatológicos mensais obtidos durante a condução dos experimentos (Figura 1).

Sementes das cultivares de soja BMX Força RR; BMX Potência RR; BRS MG 760 SRR; BRS MG 780 RR; CD 237 RR; CD 250 RR; CD 2737 RR; M 7211 RR; NA 5909 RG; NA 7200 RR; NS 7100 RR; P 98Y11 RR; TMG 1176 RR; TMG 1179 RR; TMG 1181 RR; TMG 123 RR e Vmax RR, foram utilizadas no experimento. As características de origem, grupo de maturidade e hábito de crescimento das cultivares estão apresentados na tabela 1A.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos, em esquema fatorial 17 x 3 x 2 (cultivares x locais x safra), com três repetições. As parcelas experimentais e a área útil foram constituídas de duas linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas a 0,50 m. Os experimentos foram realizados em área com sistema de plantio direto, sobre palhada de milho, com dessecação previa da área utilizando-se 960 g.ha⁻¹ do ingrediente ativo glifosato. A adubação seguiu as recomendações de Souza e Lobato (2004), sendo aplicados 350 kg/ha⁻¹ do formulado N-P₂O₅-K₂O (02-30-20) no sulco de semeadura.

Tabela 1 - Teores de nutrientes na camada de (0-20 cm) dos solos nos municípios de Patos de Minas (PM), Inconfidentes (IC) e Lavras (LA), antes da instalação dos experimentos, nas safras 2013/2014^{1/} e 2014/2015^{2/}.

Local	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	P	K
	H ₂ O	----- cmol _c /dm ⁻³ -----					Mg/dm ⁻³	
PM ¹	5,4	1,3	0,5	0,5	7,9	1,9	16,0	56,0
IC ¹	5,7	6,1	1,4	0,0	4,3	7,7	20,3	70,1
LA ¹	6,4	5,0	1,4	0,0	2,9	6,7	11,4	118,0
PM ²	5,8	2,0	0,9	0,1	4,0	3,0	43,8	36,0
IC ²	6,0	3,0	0,7	0,0	2,9	4,0	41,8	121,6
LA ²	5,7	3,3	0,6	0,2	4,0	4,2	24,6	116,0
	Zn ²⁺	Mn ²⁺	Cu ²⁺	B	Fe ²⁺	S	MO	V
	----- mg/dm ⁻³ -----					dag/kg ⁻¹		%
PM ¹	3,2	4,0	1,1	0,2	33,3	15,0	4,1	19,8
IC ¹	3,2	5,9	0,3	0,0	20,8	-	4,1	64,2
LA ¹	4,9	31,7	1,4	0,2	34,8	4,7	3,4	69,8
PM ²	2,2	3,1	0,8	0,1	35,0	10,1	3,0	42,1
IC ²	5,6	8,4	0,1	0,0	25,6	-	3,4	58,0
LA ²	2,6	20,6	0,1	0,2	54,3	9,0	2,2	83,5

H + Al: acidez potencial; SB: soma de bases; MO: matéria orgânica; V: saturação por bases.

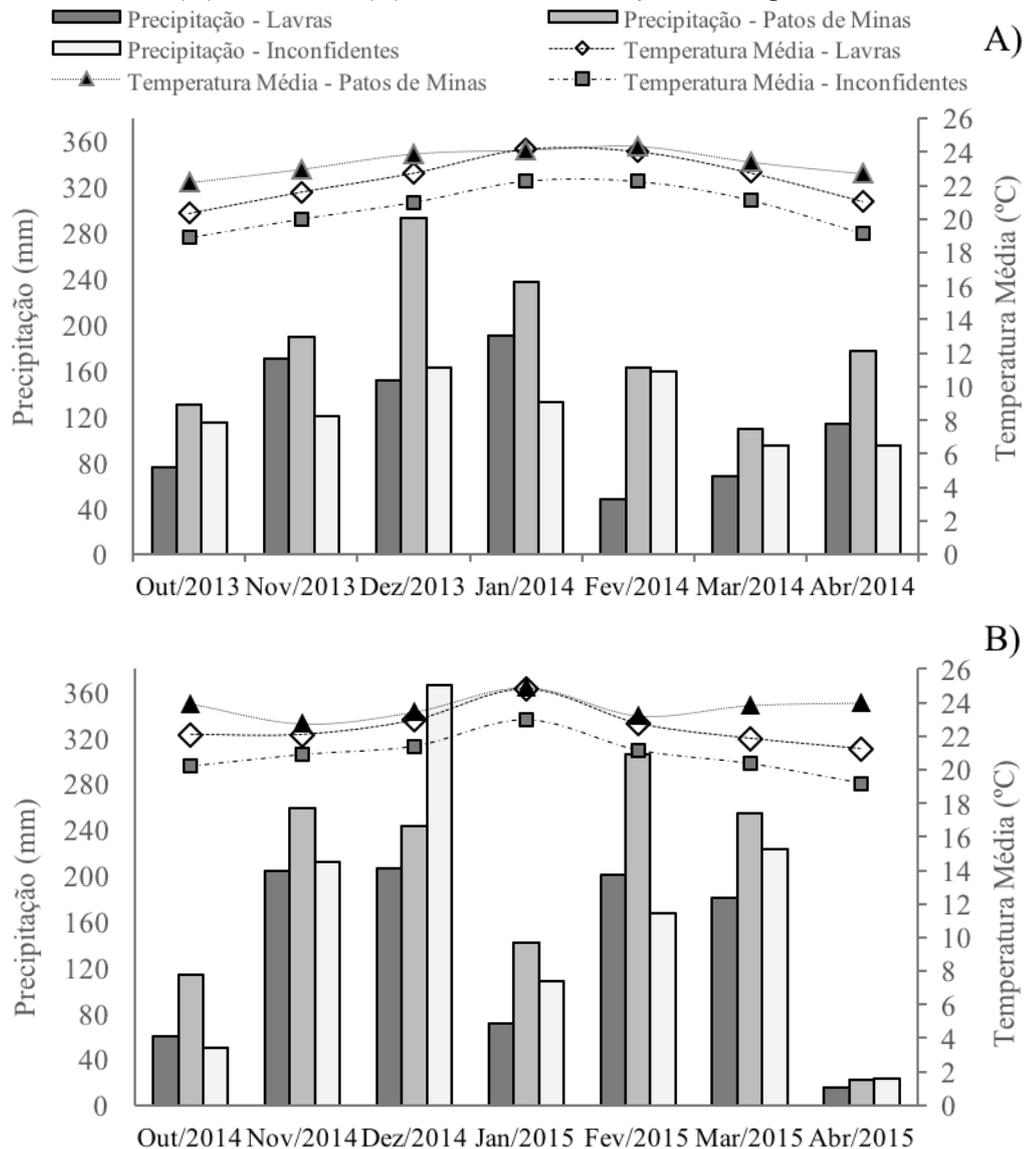
Fonte: Do Autor (2017).

A semeadura foi conduzida manualmente, com densidade de 15 sementes por metro linear. A inoculação foi realizada no sulco após a semeadura, de acordo com a metodologia recomendada pela Embrapa (2013), com bactérias *Bradyrhizobium japonicum* na dose de 18 mL p. c. kg⁻¹ de semente - estirpes SEMIA 5079 e 5080, contendo 10.8 x 10⁶ UFC/sementes do inoculante Nitragin Cell Tech HC[®] (3 x 10⁹ UFC/mL). O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado de acordo com as recomendações técnicas indicadas para a cultura da soja (EMBRAPA, 2013).

A colheita foi realizada manualmente quando as plantas se encontravam no estágio R₈ - maturação plena (FEHR et al. 1971) e a debulha realizada de forma mecânica utilizando

trilhadora de parcelas Vencedora MAQTRON[®] modelo B – 350 STD. Foi estimado a produtividade de sementes em kg ha⁻¹, corrigido para 13% de umidade.

Figura 1 - Médias mensais de precipitação (mm) e temperatura (°C), ocorridas nos municípios de Lavras, Patos de Minas e Inconfidentes no Estado de Minas Gerais, nas safras 2013/14 (A) e 2014/15 (B), durante a realização dos experimentos.



Fonte: Do Autor (2017).

Para as análises e determinações da qualidade das sementes, foram utilizadas sementes retidas nas peneiras de crivo circular 6,5 e 7 mm. As avaliações em laboratório foram realizadas utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com duas repetições de 50 sementes provenientes de cada parcela de campo. Uma porção das sementes foi separada para a análise inicial da qualidade fisiológica e as restantes foram acondicionadas em embalagens

de papel multifoliado, com capacidade de 1 kg, e armazenadas por oito meses, em ambiente com temperatura constante de 25 °C.

Para avaliação da qualidade antes e após o armazenamento, as sementes foram submetidas às avaliações, com 2 repetições de 50 sementes para cada repetição de campo. **Teor de água:** conforme Brasil (2009), utilizando o método padrão da estufa a 105°C, por 24h, sendo os resultados expressos em porcentagem; **Germinação:** realizado conforme Brasil (2009) avaliando em substrato papel e areia; **Emergência de plântulas:** a semeadura foi realizada em substrato solo + areia, na proporção 2:1, umedecido a 60% da capacidade de retenção – as bandejas foram mantidas em câmara à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, com avaliações diárias quanto à emergência de plântulas normais e contagem final aos 14 dias após a semeadura. Considerou-se a porcentagem final de emergência e o índice de velocidade de emergência, IVE (Maguire, 1962). A **Condutividade elétrica:** foi realizada de acordo com Vieira e Krzyzanowski (1999), com auxílio do condutivímetro (MS TECNOPON® – mCA150), e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$. **Envelhecimento acelerado,** com o uso de caixas plásticas tipo gerbox adaptadas com tela de alumínio suspensa – em cada gerbox foram adicionados 40 mL de água e uma camada única de sementes sobre toda a tela, em seguida foram mantidas em câmara tipo BOD a 41 °C por 48 horas (MARCOS FILHO, 1999) – após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação (Brasil, 2009); **Tetrazólio:** as sementes foram colocadas entre papel úmido por 16 h a 25 °C e em seguida imersas em solução de tetrazólio (Cloreto 2, 3, 5 trifenil tetrazólio) a 0,075%, na qual as sementes permaneceram por 3 h a 40 °C, em ausência de luz – o resultado foi expresso pela porcentagem de vigor e viabilidade (verificados nos níveis 1 a 8), conforme França Neto et al., (1998); **Danos mecânicos:** realizado por meio do teste de hipoclorito de sódio conforme critérios descritos por Krzyzanowski et al., (2004), em que misturou-se 25 mL de solução de hipoclorito de sódio (5,25%) em um litro de água potável. As amostras foram imersas na solução por 10 minutos. Em seguida foram dispostas sobre folhas de papel toalha, sendo então analisado o número de sementes que apresentaram tegumento rompido e solto. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes com danos mecânicos; **Sanidade de sementes:** Para a análise de sanidade das sementes, foi utilizado o método “Blotter test”, com cinco repetições de 40 sementes, colocadas em placas de Petri sobre três folhas de papel, de acordo com (LIMONARD, 1966) umedecido com a água + 2,4D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) a 0,02%, mantidas em câmara de incubação

na temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias. As avaliações foram realizadas em sementes individualmente, com auxílio de estereoscópio e microscópio óptico, detectando-se quanto à presença de patógenos associados às sementes.

As análises de variância individual e conjunta foram realizadas para sementes recém colhidas e armazenadas de forma isolada para cada avaliação, adotando modelo estatístico e procedimento de análise semelhante ao apresentado por Ramalho, Ferreira e Oliveira (2012). Quando significativas, as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. A precisão experimental foi realizada por meio das estimativas da acurácia seletiva (rgg') e coeficiente de variação (CV). Os resultados da sanidade de sementes foram analisados por meio do intervalo de confiança para proporções (P) conforme realizado por Zambiazzi *et al.* (2017), pela aproximação de Poisson, ao nível de 5% de significância, com o auxílio do pacote estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2011). As estimativas de estabilidade foram obtidas por meio do teste de Annichiarico (1992) com auxílio do software Genes (CRUZ, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, diferenças ($p < 0,01$) no potencial fisiológico das sementes foram verificadas entre os locais de produção, safras e cultivares nas sementes de soja avaliadas logo após a colheita e armazenadas (TABELAS 2A e 3A). Este fato indica que as cultivares apresentaram desempenho diferenciado frente às variações ambientais, seja ela ocasionada pelo local ou safra de produção das sementes. Interações deste tipo, são frequentemente relatadas na avaliação da qualidade de sementes de soja, Gomes *et al.*, (2012); Zambiazzi *et al.*, (2014); Monteiro *et al.*, (2016) e Castro *et al.*, (2017).

Sementes produzidas na safra 2013/14 apresentaram maior produtividade além de qualidade superior as sementes produzidas na safra 2014/15, por apresentarem maior germinação, vigor e viabilidade, por meio dos diferentes testes realizados para sementes recém colhidas (Tabela 2). Quanto ao local de produção destaca-se de forma negativa o ambiente de Patos de Minas por apresentar menor produtividade associado à menor qualidade de sementes recém colhidas. A produção neste ambiente foi 32% inferior a observada no ambiente de Lavras. Menores níveis de vigor também foram observados para sementes provenientes do ambiente de Patos de Minas. Este fato pode estar relacionado a maior presença de danos mecânicos observados nas sementes provenientes deste local, que superam

em 50% os danos observados nas sementes produzidas nos demais locais, bem como pelas condições edafoclimáticas (Figura 1) e fertilidade do solo (Tabela 1).

A faixa de necessidade hídrica para que a cultura da soja complete seu ciclo fisiológico varia de 450 a 800 mm (EMBRAPA, 2013). Houve excesso de precipitação principalmente no ambiente de Patos de Minas, que acumulou 489 e 541 mm, respectivamente para as safras 2013/14 e 2014/15, acima do máximo exigido pela cultura, aumentando a ocorrência e disseminação de patógenos com destaque para a mancha parda, cercosporiose, mancha púrpura e antracnose, influenciando diretamente o desempenho agrônômico médio das cultivares, bem como na qualidade das sementes produzidas neste ambiente (Tabela 2).

Em relação a avaliação da qualidade das sementes armazenadas foi verificado resultados semelhantes as sementes recém colhidas (Tabela 2). Sementes colhidas na safra 2013/14 apresentaram maior qualidade, mesmo após o armazenamento, assim como sementes produzidas em Patos de Minas apresentaram resultados inferiores aos demais ambientes de produção. Em geral, a redução na qualidade ocorreu em função do decréscimo na porcentagem de germinação e redução no vigor das plântulas que passaram pelo período de armazenamento ou também pela baixa qualidade inicial denotada pelo lote. A redução no vigor das plântulas após o armazenamento também foi observada por Toledo et al., (2009).

O conhecimento prévio do teor de água inicial das sementes é importante na execução dos testes de qualidade, uma vez que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 2015). Os resultados obtidos foram semelhantes para as sementes avaliadas logo após a colheita e sementes armazenadas, apresentando variação de 1,3 a 1,8%, entre as safras. Menor variação foi observada entre as sementes produzidas nos diferentes ambientes (0,5 e 0,6%), respectivamente para sementes recém colhidas e armazenadas (Tabela 2). Fato semelhante foi observado entre as cultivares avaliadas logo após a colheita (Tabela 3) e sementes armazenadas (Tabela 4).

Quanto ao desempenho médio das cultivares foi observado melhor produtividade para as cultivares TMG 1179 RR, NA 7200 RR, CD 2737 e CD 237 RR (Tabela 3). As demais cultivares apresentaram desempenho inferior, as obtidas a nível nacional 3033 Kg.ha⁻¹, e estadual 3000 Kg.ha⁻¹ de acordo com resultados apresentados pela Conab (2015).

Tabela 2 - Valores médios de produtividade (P), teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) em sementes de soja recém colhidas e armazenadas, para as safras 2013/14 (S1) e 2014/15 (S2) nos municípios de Patos de Minas (PM), Inconfidentes (IC) e Lavras (LA) em Minas Gerais, Brasil.

	P	TA	G	GA	EP	IVE	CE	EA	VIG _{TZ}	VIA _{TZ}	DM
Sementes Recém Colhidas											
S1	3123,7 a	10,7 b	77,0 a	82,0 a	89,0 a	61,2 a	53,8 a	59,0 a	77,0 a	87,0 a	8,0 a
S2	2538,5 b	12,0 a	74,0 b	81,0 a	89,0 a	51,4 b	54,5 a	48,0 b	74,0 b	85,0 b	9,0 a
IC	2828,7 b	11,0 b	75,0 b	82,0 a	89,0 a	53,1 c	52,4 b	56,0 a	77,0 a	88,0 a	8,0 b
LA	3373,2 a	11,4 a	77,0 a	83,0 a	90,0 a	59,4 a	53,2 b	53,0 b	74,0 b	85,0 b	6,0 a
PM	2291,4 c	11,6 a	75,0 b	80,0 b	88,0 b	56,4 b	56,8 a	52,0 c	74,0 b	85,0 b	12,0 c
rgg ¹ (%)	92,9	82,3	98,1	97,9	96,8	96,6	95,0	98,0	95,6	91,9	97,0
CV ² (%)	21,5	3,9	6,7	5,7	4,5	7,51	11,0	13,6	5,8	4,3	29,5
Média	2831,1	11,3	76,0	82,0	89,0	56,3	54,1	53,0	75,0	86,0	9,0
Sementes Armazenadas											
S1	-	9,4 b	69,0 a	74,0 a	82,0 a	54,0 a	58,4 a	43,0 a	63,0 a	79,0 a	11,0 b
S2	-	10,2 a	66,0 b	74,0 a	81,0 a	50,6 b	51,5 b	38,1 b	64,0 a	76,0 b	10,0 a
IC	-	9,6 b	67,0 b	73,0 b	80,0 b	52,1 b	56,7 a	44,0 a	66,0 a	80,0 a	9,0 b
LA	-	9,7 b	69,0 a	76,0 a	83,0 a	53,6 a	51,7 b	39,0 b	62,0 b	77,0 b	8,0 a
PM	-	10,1 a	66,0 b	72,0 b	80,0 b	51,2 b	56,5 a	39,0 b	63,0 b	76,0 b	14,0 c
rgg ¹ (%)	-	71,60	98,2	97,4	99,9	96,1	96,3	98,7	94,6	95,0	95,4
CV ² (%)	-	5,97	7,5	7,9	6,7	9,1	9,8	13,6	8,7	5,6	30,8
Média	-	9,81	68,0	74,0	81,0	52,2	54,9	41,0	63,0	78,0	10,0

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. ¹Acurácia Seletiva. ²Coefficiente de Variação.

Fonte: Do Autor (2017).

Além de obter elevadas produtividades a indústria sementeira exige um amplo e rigoroso sistema de controle interno de qualidade com padrões mínimos para a comercialização de sementes, conservando a pureza genética e as características de qualidade física, fisiológica e sanitária, mantendo elevada a germinação e o vigor das sementes que são de interesse do agricultor (FRANÇA NETO, 2016). Neste sentido é possível inferir que para sementes recém colhidas as cultivares BMX Potência RR, CD 237 RR, CD 2737 RR, P 98Y11 RR, TMG 1179 RR e TMG 1181 RR, apresentaram desempenho superior em relação as demais cultivares, associando melhor potencial fisiológico a menores índices de danos mecânicos (Tabela 3).

Para sementes armazenadas, resultados semelhantes foram obtidos, e as cultivares com melhor desempenho, logo após a colheita, foram as que obtiveram melhor desempenho após o armazenamento para a maioria dos testes realizados (Tabela 3). Para Villela e Menezes (2009) o potencial de armazenamento de sementes é influenciado por inúmeros fatores, destacando-se a qualidade inicial, como fator primordial na longevidade e manutenção da qualidade no armazenamento de sementes. A porcentagem de germinação exigida para a comercialização de sementes de soja no Brasil é de 80% de acordo com a Instrução Normativa n. 45 (Brasil, 2013). Com isso quando as sementes foram armazenadas apenas as cultivares TMG 1179 RR e TMG 1181 RR obtiveram a porcentagem mínima, embora as cultivares BMX Potência, CD 237 RR, CD 2737 RR, P 98Y11 RR não tenham diferido estatisticamente quando avaliadas pelo teste de germinação em areia. Elevadas taxas de germinação fornecem a população de plantas requeridas, o qual é um aspecto fundamental que contribui para que sejam alcançados níveis elevados de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004). Em contrapartida, sementes com germinação abaixo da mínima exigida para comercialização resultam em plântulas sem possibilidade de se estabelecerem competitivamente no campo (FRANÇA NETO et al. 2010).

Além de elevada germinação, utilizar sementes com alto vigor é essencial na cadeia produtiva da soja, pois sementes com maior vigor tendem a apresentar melhor desempenho e, conseqüentemente maior velocidade de emergência durante o cultivo, resistindo melhor a estresses durante a emergência (DAN et al. 2010). Salienta-se também que sementes com maior vigor originam plantas que rapidamente cobrem o solo das entre linhas, o que controla a maior parte das ervas daninhas (FRANÇA NETO et al. 2010). Neste sentido, as maiores estimativas de vigor por meio das diferentes avaliações realizadas, também foram obtidas para as cultivares BMX Potência RR, CD 237 RR, CD 2737 RR, P 98Y11 RR, TMG 1179 RR e TMG 1181 RR, que obtiveram os maiores índices de germinação para sementes recém colhidas e armazenadas.

Tabela 3 - Valores médios de produtividade (P), teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade e (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) em sementes de soja recém colhidas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.

Cultivares	P	TA	G	GA	EP	IVE	CE	EA	VIG _{TZ}	VIA _{TZ}	DM
BMX Força RR	2903,3 b	11,5 a	77,0 b	83,0 b	89,0 b	57,4 b	53,7 b	51,0 d	74,0 c	86,0 a	9,0 b
BMX Potência RR	2937,1 b	11,4 a	80,0 b	84,0 b	93,0 a	59,3 b	48,1 c	54,0 c	78,0 a	89,0 a	8,0 b
BRS MG 760 SRR	3006,1 b	11,0 b	74,0 c	81,0 b	89,0 b	54,6 c	50,0 c	54,0 c	74,0 c	85,0 a	9,0 b
BRS MG 780 RR	2735,1 b	11,5 a	73,0 c	81,0 b	90,0 b	55,2 c	54,8 b	50,0 d	73,0 c	87,0 a	9,0 b
CD 237 RR	3128,8 a	11,2 b	82,0 a	87,0 a	93,0 a	60,2 a	51,5 c	62,0 b	79,0 a	87,0 a	5,0 a
CD 250 RR	2264,0 c	11,3 b	65,0 d	69,0 e	81,0 d	50,0 d	60,2 a	37,0 f	70,0 d	82,0 b	15,0 d
CD 2737 RR	3162,8 a	11,2 b	83,0 a	88,0 a	94,0 a	61,5 a	48,9 c	59,0 c	79,0 a	88,0 a	7,0 b
M 7211 RR	2889,4 b	11,2 b	79,0 b	83,0 b	90,0 b	57,4 b	53,9 b	57,0 c	77,0 b	88,0 a	8,0 b
NA 5909 RG	2669,0 b	11,0 b	75,0 c	81,0 b	87,0 c	55,1 c	54,6 b	53,0 c	76,0 b	86,0 a	9,0 b
NA 7200 RR	3343,3 a	11,3 b	68,0 d	75,0 d	83,0 d	52,0 d	59,2 a	46,0 e	68,0 d	82,0 b	11,0 c
NS 7100 RR	1998,3 c	11,3 b	72,0 c	79,0 c	89,0 b	55,9 c	55,5 b	45,0 e	75,0 b	87,0 a	12,0 c
P 98Y11 RR	3056,0 b	11,3 b	80,0 b	85,0 a	91,0 b	58,2 b	49,6 c	63,0 b	76,0 b	87,0 a	8,0 b
TMG 1176 RR	2855,9 b	11,7 a	71,0 c	79,0 c	87,0 c	52,3 d	60,3 a	56,0 c	74,0 c	86,0 a	8,0 b
TMG 1179 RR	3498,4 a	11,6 a	83,0 a	88,0 a	93,0 a	61,0 a	49,7 c	68,0 a	80,0 a	89,0 a	6,0 a
TMG 1181 RR	2571,6 c	11,5 a	86,0 a	89,0 a	93,0 a	62,8 a	50,6 c	65,0 b	79,0 a	88,0 a	5,0 a
TMG 123 RR	2289,0 c	11,4 a	72,0 c	81,0 b	87,0 c	54,5 c	62,3 a	49,0 d	75,0 b	86,0 a	11,0 c
Vmax RR	2820,7 b	11,3 b	67,0 d	74,0 d	84,0 d	50,3 d	58,3 a	39,0 f	69,0 d	82,0 b	12,0 c

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

Fonte: Do Autor (2017).

Tabela 4 - Valores médios para o teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) em sementes de soja armazenadas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.

Cultivares	TA	G	GA	EP	IVE	CE	EA	VIG _{TZ}	VIA _{TZ}	DM
BMX Força RR	9,9 a	70,0 b	76,0 b	83,0 b	55,0 a	53,0 c	39,0 e	63,0 b	76,0 c	11,0 c
BMX Potência RR	9,9 a	73,0 a	77,0 a	86,0 a	55,8 a	51,1 d	40,0 e	69,0 a	80,0 b	10,0 b
BRS MG 760 SRR	9,6 a	68,0 b	75,0 b	85,0 a	54,3 a	50,8 d	43,0 d	65,0 b	79,0 b	10,0 b
BRS MG 780 RR	9,9 a	66,0 b	73,0 b	81,0 b	52,0 b	56,9 b	39,0 e	63,0 b	79,0 b	12,0 c
CD 237 RR	9,7 a	73,0 a	79,0 a	83,0 a	55,4 a	52,5 c	46,0 c	66,0 a	80,0 b	6,0 a
CD 250 RR	9,8 a	57,0 e	62,0 d	73,0 c	45,9 d	61,9 a	24,0 h	56,0 d	73,0 c	14,0 d
CD 2737 RR	9,7 a	74,0 a	79,0 a	85,0 a	56,0 a	47,7 d	48,0 c	68,0 a	79,0 b	8,0 b
M 7211 RR	9,9 a	69,0 b	76,0 b	80,0 b	52,2 b	56,8 b	42,0 e	62,0 b	76,0 c	11,0 c
NA 5909 RG	9,7 a	69,0 b	74,0 b	84,0 a	54,8 a	53,8 c	41,0 e	65,0 a	80,0 b	9,0 b
NA 7200 RR	9,8 a	59,0 d	66,0 c	74,0 c	46,8 d	56,6 b	29,0 g	61,0 c	76,0 c	13,0 c
NS 7100 RR	9,9 a	67,0 b	72,0 b	81,0 b	51,0 b	58,4 b	34,0 f	63,0 b	77,0 c	12,0 c
P 98Y11 RR	9,9 a	72,0 a	79,0 a	86,0 a	55,5 a	49,7 d	47,0 c	66,0 a	78,0 b	8,0 b
TMG 1176 RR	9,9 a	64,0 c	71,0 b	79,0 b	49,6 c	55,2 c	45,0 d	62,0 b	75,0 c	10,0 b
TMG 1179 RR	9,8 a	76,0 a	83,0 a	86,0 a	55,6 a	51,6 d	56,0 a	69,0 a	83,0 a	6,0 a
TMG 1181 RR	9,9 a	76,0 a	80,0 a	87,0 a	57,9 a	51,6 d	52,0 b	66,0 a	82,0 a	8,0 b
TMG 123 RR	9,7 a	62,0 c	71,0 b	75,0 c	46,6 d	63,8 a	40,0 e	58,0 c	75,0 c	13,0 c
Vmax RR	9,8 a	53,0 f	60,0 d	71,0 c	44,8 d	63,0 a	27,0 g	55,0 d	70,0 d	14,0 d

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

Fonte: Do Autor (2017).

Uma alternativa para verificar as melhores cultivares para o desempenho produtivo e para a qualidade de sementes faz-se pela análise de estabilidade, que estima o risco da adoção de uma cultivar em relação a qualquer uma das demais em avaliação (RAMALHO et al. 2012). O método de Annicchiarico (1992) é baseado na estimação de um índice de confiança ou índice de recomendação. Este índice é obtido pela superioridade de determinado genótipo em relação à média de cada ambiente, ou seja, quanto maior for o índice, maior é a previsibilidade da cultivar. De acordo com as estimativas observadas pelo método de Annicchiarico as cultivares TMG 1179 RR e CD 2737 RR e CD 237 RR apresentam-se como as mais estáveis, associando boa produtividade e alta qualidade, independente das variações ocorridas nos ambientes de produção e ano agrícola, para sementes avaliadas logo após a colheita (Tabela 5) e armazenadas (Tabela 6).

Por outro lado, as cultivares CD 250 RR, NA 7200 RR, TMG 1176 RR, TMG 123 RR e Vmax RR apresentaram-se como as cultivares com qualidade inferior como pode ser confirmado pelas estimativas obtidas para o teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes recém colhidas, assim como para sementes armazenadas. A análise de estabilidade já foi realizada em outros trabalhos visando a seleção de cultivares por meio das características de qualidade de sementes, como por exemplo o realizado por Matsuo et al, (2008). Esta ferramenta possibilitou identificar entre os genótipos avaliados, os de maior estabilidade, sendo, portanto, útil em estudos com esta finalidade.

A condição sanitária das sementes é de extrema importância, pois muitos patógenos, que em sua maioria são fungos, podem estar associados às sementes de soja (SANTOS et al. 2016), o que pode provocar a redução na germinação e vigor, originando focos primários de doenças (DANIELLI et al. 2011). Na avaliação sanitária das sementes foram identificados os patógenos *Colletotrichum sp.*, *Phomopsis sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.* e *Cercospora kikuchii* em sementes recém colhidas (Figura 2A), assim como em sementes armazenadas (Figura 2B). Os patógenos encontrados nas sementes de soja são os de maior ocorrência no Brasil e também de maior importância, que causam perdas significativas na produção e redução na qualidade de sementes (DANIELLI et al. 2011).

Considerando a média dos locais de produção, de acordo com a análise de intervalo de confiança para proporções, destaca-se maior presença dos patógenos *Cercospora kikuchii* (20,2%), *Fusarium* (18,2%) e *Alternaria* (16,7%) em sementes recém colhidas (Figura 2A), bem como *Penicillium* (29,5%) e *Aspergillus sp.* (25,0%) em sementes armazenadas (Figura 2B).

Tabela 5 - Análise de estabilidade de acordo com o modelo Annicchiarico (Ii) para as variáveis produtividade (P), germinação (G), germinação em areia (GA), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), vigor (VIG_{TZ}) e viabilidade (VIA_{TZ}) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM) em sementes de soja recém colhidas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.

Cultivares	P	G	GA	EP	IVE	CE	EA	Vig _{TZ}	Via _{TZ}	DM
BMX Força RR	97,6	91,2	95,2	95,5	96,1	91,9	82,2	92,1	96,7	80,5
BMX Potência RR	95,6	99,1	97,5	100,4	100,0	81,0	83,1	98,5	100,7	76,6
BRS MG 760 SRR	97,6	87,7	91,2	94,7	89,2	77,5	89,3	93,7	92,8	80,4
BRS MG 780 RR	87,8	87,0	90,4	97,2	92,1	90,6	88,2	91,9	98,6	69,6
CD 237 RR	96,1	105,4	103,1	102,0	103,0	87,9	109,7	102,8	98,0	35,2
CD 250 RR	68,2	75,2	73,3	83,7	80,0	101,8	49,0	86,3	89,3	115,6
CD 2737 RR	104,2	102,1	101,8	104,0	102,4	82,1	98,9	102,2	99,6	57,2
M 7211 RR	93,4	98,5	95,9	99,6	95,8	93,0	92,1	99,4	100,2	55,7
NA 5909 RG	85,7	86,7	88,5	91,9	90,8	86,8	82,6	92,8	93,1	55,6
NA 7200 RR	110,8	80,1	83,4	84,2	82,1	97,8	68,3	85,1	91,2	84,2
NS 7100 RR	61,8	90,0	89,0	94,5	92,4	92,1	67,6	95,8	98,4	99,9
P 98Y11 RR	93,3	90,5	92,9	93,8	96,2	77,4	102,2	96,2	98,0	49,4
TMG 1176 RR	86,0	81,5	85,7	91,1	83,3	101,1	92,3	88,1	94,5	44,3
TMG 1179 RR	108,1	102,5	104,4	101,6	102,4	85,3	112,8	104,3	101,3	42,0
TMG 1181 RR	74,1	103,7	101,6	100,6	102,8	85,5	103,8	101,3	99,5	33,4
TMG 123 RR	75,9	90,7	92,3	93,9	90,6	100,7	73,9	96,4	97,8	108,2
Vmax RR	83,4	81,8	84,4	92,0	85,6	101,8	58,1	87,7	90,5	112,3

Fonte: Do Autor (2017).

Tabela 6 - Análise de estabilidade de acordo com o modelo Annicchiarico (Ii) para as variáveis germinação (G), germinação em areia (GA), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), envelhecimento acelerado (EA), vigor (VIG_{TZ}) e viabilidade (VIA_{TZ}) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM) em sementes de soja armazenadas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.

Cultivares	G	GA	EP	IVE	CE	EA	VIG_{TZ}	VIA_{TZ}	DM
BMX Força RR	95,7	98,0	97,8	100,4	87,9	75,4	92,0	92,1	78,3
BMX Potência RR	101,3	97,4	101,1	100,6	82,0	79,7	100,4	99,3	70,3
BRS MG 760 SRR	88,3	93,3	99,4	93,5	79,1	83,0	94,5	95,5	73,1
BRS MG 780 RR	86,3	91,7	95,2	95,9	94,9	87,0	90,8	96,1	84,0
CD 237 RR	101,3	103,3	97,5	97,4	87,8	103,0	101,0	98,1	44,2
CD 250 RR	74,4	73,0	82,0	81,0	102,8	35,9	82,1	88,5	106,1
CD 2737 RR	99,4	101,6	101,7	101,2	78,8	104,3	99,9	95,5	61,7
M 7211 RR	94,5	98,7	94,6	94,3	98,1	83,2	90,0	94,9	75,5
NA 5909 RG	87,1	91,7	99,9	95,8	81,5	82,8	93,7	96,6	53,6
NA 7200 RR	74,8	78,7	83,4	81,0	90,9	47,8	86,0	91,8	95,1
NS 7100 RR	93,2	90,8	97,1	93,1	98,0	67,4	94,4	96,2	93,0
P 98Y11 RR	92,9	94,8	96,1	97,2	77,9	92,2	96,1	94,5	61,3
TMG 1176 RR	80,9	86,1	89,7	83,2	89,4	90,1	86,7	91,1	60,3
TMG 1179 RR	102,5	104,4	99,8	99,7	86,9	115,8	101,1	102,8	42,1
TMG 1181 RR	100,0	99,2	102,0	102,0	77,2	105,0	95,2	101,0	53,2
TMG 123 RR	83,5	88,9	85,3	80,4	107,4	77,2	84,2	89,1	105,0
Vmax RR	69,6	73,0	78,9	77,8	107,6	52,2	78,9	85,3	108,5

Fonte: Do Autor (2017).

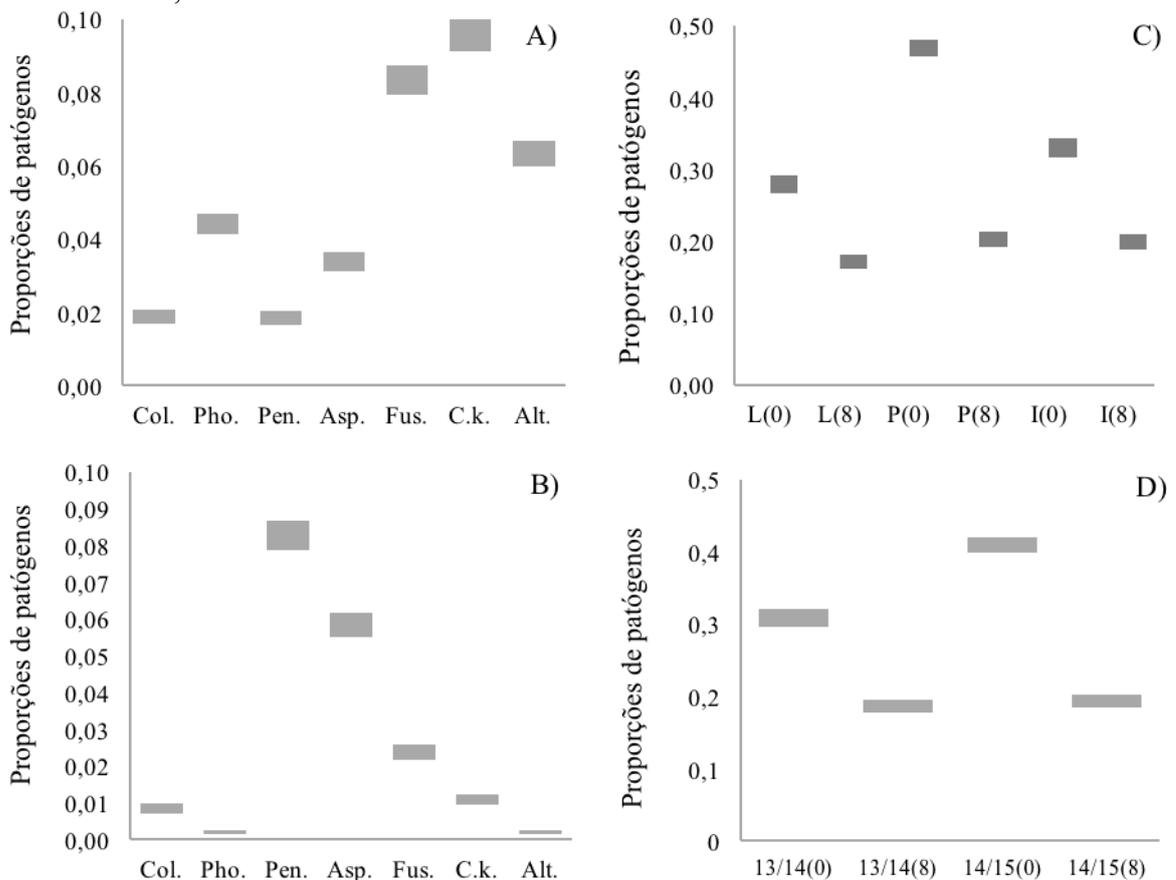
Destaca-se ainda predominância da incidência de patógenos de campo em sementes recém colhidas e nas sementes armazenadas maior incidência de patógenos que se desenvolvem melhor em condições de armazenamento, como é o caso de *Aspergillus sp.* e *Penicilium sp.* Os patógenos de campo usualmente tendem a reduzir durante o armazenamento das semente, no entanto, os fungos de armazenamento são capazes de crescer sob condições relativamente secas, onde os fungos de campo não conseguem se desenvolver (GALLI et al. 2007).

Do ponto de vista sanitário, a semente ideal estaria isenta de qualquer micro-organismo indesejável. Porém, isso nem sempre é possível, uma vez que a qualidade das sementes é altamente influenciada pelas condições climáticas sob as quais são produzidas, realização do controle químico, resistência varietal do genótipo cultivado e condições de armazenamento (ÁVILA et al. 2003; LACERDA et al. 2003). Além disso, essas condições variam de ano para ano e de região para região (GOULART, 2005).

Em geral foi observado maior incidência de patógenos nas sementes produzidas em Patos de Minas (Figura 2C) para sementes recém colhidas (43,0%) assim como para sementes

armazenadas (35,2%), quando comparado aos demais ambientes de produção. Em relação à safra de cultivo (Figura 2D), foi observado maior incidência de patógenos nas sementes produzidas na safra 2014/15 quando avaliadas as sementes logo após a colheita. Este fato pode ser atribuído às condições climáticas, como temperatura e precipitação, que foram superiores em Patos de Minas, e na safra 2014/15, ocasionando ambiente favorável à ocorrência e propagação das doenças. Considerando a qualidade sanitária de sementes de soja em relação ao local de produção, Costa et al., (2003) também verificaram diferenças de 13,2 a 17,6% na incidência de patógenos em sementes de soja produzidas em três diferentes regiões do Paraná.

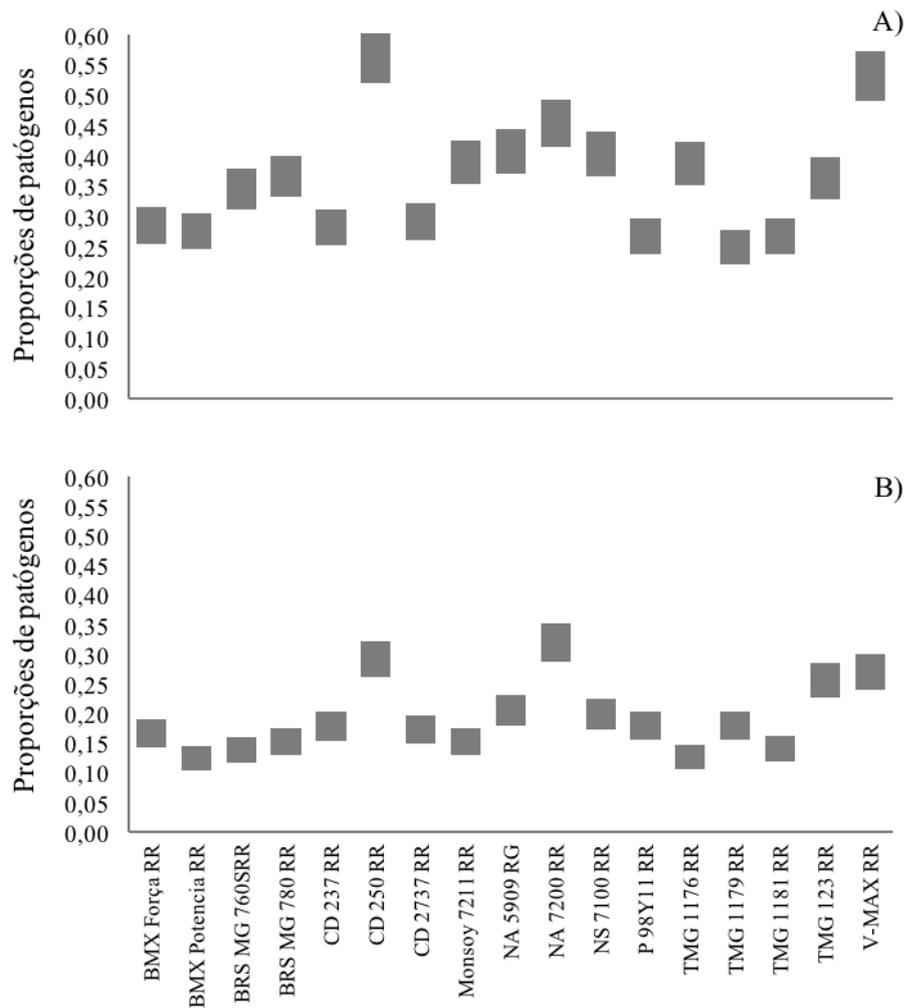
Figura 2 - Proporções de patógenos (*Colletotrichum* – Col., *Phomopsis* – Pho., *Penicilium* – Pen., *Aspergillus* – Asp., *Fusarium* – Fus., *Cercospora kikuchii* – C.k., e *Alternaria* – Alt.), em sementes recém colhidas (A), e sementes armazenadas (B), nos diferentes locais (C), e safras de produção para sementes recém colhidas (0), e sementes armazenadas (8) (D), considerando a média das safras e épocas de avaliações nos municípios de Lavras (L), Patos de Minas (P) e Inconfidentes (I), MG, Brasil.



Fonte: Do autor (2017).

Para as cultivares, verificou-se maior incidência de patógenos nas cultivares CD 250 RR, NA 7200 RR e Vmax RR para sementes recém colhidas (Figura 3A). Estes resultados corroboram com os obtidos para a germinação, em que as cultivares que apresentaram menor germinação, apresentaram maior incidência de patógenos.

Figura 3 - Proporções de patógenos para as diferentes cultivares de soja em sementes recém colhidas (A), e sementes armazenadas (B), considerando a média das safras e épocas de avaliações nos municípios de Lavras (L), Patos de Minas (P) e Inconfidentes (I), MG, Brasil.



Fonte: Do Autor (2017).

Resultados semelhantes foram observados por Minuzzi et al., (2010) avaliando a qualidade de sementes de soja proveniente de dois locais no estado do Mato Grosso do Sul, em que ocorreu relação inversa entre presença de patógenos e porcentagem de germinação, apresentando alta porcentagem de infecção por patógenos e menor porcentual de germinação. As cultivares CD 250 RR, NA 7200 RR e Vmax RR também se apresentaram com maior

incidência de patógenos para as sementes armazenadas (Figura 3B), no entanto houve um decréscimo na incidência de patógenos em relação a avaliação realizada logo após a colheita. Este fato pode ser explicado, pois patógenos que se apresentam em maiores proporções no campo, quando estão em condições relativamente secas, não conseguem se desenvolver (GALLI et al. 2007).

4 CONCLUSÕES

Lavras apresenta-se como o melhor ambiente de produção nas duas épocas de avaliação. Maior produtividade e qualidade superior de sementes foram observadas na safra 2013/14.

As cultivares TMG 1179 RR, NA 7200 RR, CD 2737 RR e CD 237 RR obtiveram maiores produtividades. Para sementes recém colhidas e armazenadas as cultivares BMX Potência, CD 237 RR, CD 2737 RR, P 98Y11 RR, TMG 1179 RR e TMG 1181 RR, apresentaram desempenho superior em relação as demais cultivares, associando melhor potencial fisiológico a menores índices de danos mecânicos, mas com decréscimo na qualidade de sementes após o período de armazenamento.

As cultivares CD 250 RR, NA 7200 RR e Vmax RR com maior incidência de patógenos associados as sementes resultaram em menores porcentagens de germinação.

As cultivares TMG 1179 RR, CD 2737 RR e CD 237 RR apresentam-se como as mais estáveis, associando produtividade superior e alta qualidade de sementes recém colhidas e armazenadas, independente das variações ocorridas nos ambientes de produção e ano agrícola.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS - ABRASEM. **Estatística da produção e comercialização de sementes no Brasil**. Anuário 2015.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetics and Breeding**, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Informativo Abrates**, v. 20, p.15–29, 2010.

ÁVILA, M. R. et al. Sowing seasons and quality of soybean seeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, p. 245-252, 2003.

BRASIL – Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa n. 45**, de 17 de setembro de 2013. Padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. p. 395.

CASTRO, D. G. et al. Qualidade fisiológica e expressão enzimática de sementes de soja RR. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 40, n. 1, p. 222 – 235

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15**, n. 4, Brasília, p. 1-90, jan. 2015.

COSTA, N.P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 25, n. 1, p. 128-132, 2003.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

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

DAN, L. G. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, n. 2, p. 131-139. 2010

DANELLI, A. L. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. **Revista Ciência y Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 29-37, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja, Região Central do Brasil 2014. Embrapa Soja, Londrina. **Sistemas de Produção, n.16**, 1. ed., 265 p. 2013.

FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merril. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

FRANÇA-NETO J. B.; KRZYZANOWSKI F. C.; HENNING A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n.1,2, p.37-38, 2010.

FRANÇA-NETO, J. B. Evolução do conceito da qualidade das sementes. **Seed News**, n. 5, 2016.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina, (EMBRAPA Documentos, 116). 1998. p.72.

- GALLI, J. A.; PANIZI, R. D. C.; VIEIRA, R. D. Sobrevivência de patógenos associados a sementes de soja armazenadas durante seis meses. *Revista Brasileira de Sementes*, p. 205-213, 2007.
- GESTEIRA, G. S. et al. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a região Sul de Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, v. 7, n. 3, 2015.
- GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. 1. ed. 2005. 72 p.
- GOMES, G. D. R. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo. *Semina: Ciências Agrárias*. v. 33, n. 1, 2593-2604, 2012.
- KRZYZANOWSKI, F.C. Desafios tecnológicos para a produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: WORLD RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings**. Foz do Iguaçu: EMBRAPA-CNPSo, 2004. p. 1324-1335.
- KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; COSTA, N. P. Teste do Hipoclorito de Sódio para Semente de Soja. Londrina, PR. 2004. (**Circular técnica 37**).
- KRZYZANOWSKI, F. C. et al. **Tecnologias para Produção de Sementes de Soja**. Embrapa Soja, Londrina, 1. ed., p. 32, 2015.
- LACERDA, A. L. S. et al. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. *Revista Brasileira de Sementes*, v.25, n.2, 2003.
- LIMONARD, T.A modified blotter test for seed health. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, v. 72, p. 319-321, 1966.
- LUDWIG, M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.
- MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Dimensão e perspectivas. *Seed News*, Pelotas, v. 15, n. 1, 2011.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MATSUO, E. et al. Análise da estabilidade e previsibilidade da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Cristalina, Goiás. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 191-196, 2008.

MEOTTI, G. V. et al. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. 47:14-21, 2012.

MINUZZI, A. Rendimento, teores de óleo e proteínas de quatro cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 33, n. 4, p. 1047-1054, 2009.

MIYAMOTO, Y. Semente, a mãe da agricultura. **Anuário ABRASEM 2013**, 120 p., 2013.

MOTEIRO, F. J. F. et al. Correlação entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de soja quanto a produtividade de óleo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 114, n. 2, p. 143-147, 2016.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Editora: UFLA, 3 ed. 2012.

SANTOS, J. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja produzidas no município de Frederico Westphalen/RS. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 1, 2016.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, p.507-512, 1974.

SOUZA, D. M. G. DE; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 416, 2004.

TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 124-133, 2009.

TREICHEL, M.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de sementes 2016**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta, Santa Cruz, 2016. 72 p.

VASCONCELOS, E. S. et al. Qualidade fisiológica de sementes de cultivares e linhagens de soja no Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 307-312, 2009.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**, 1999. p.1-26.

VILLELA, F. A.; MENEZES, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. **Seed News**, Ano, XIII N.4, 2009.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Potassium fertilization and physiological soybean seed quality. **Agricultural Sciences**, v. 5, n. 11, p. 984, 2014.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Desempenho agronômico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 40, n. 3, p. 543 – 553, 2017.

**CAPÍTULO 3 ESTIMATES OF GENETICS AND PHENOTYPICS PARAMETERS
FOR THE YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN SEEDS**

RESUMO

Objetivou-se no trabalho estimar os parâmetros relacionados à produtividade e qualidade de sementes em genótipos de soja cultivados em diferentes ambientes no estado de Minas Gerais, bem como avaliar o efeito da interação de genótipos por ambientes (GxA) para a produtividade e qualidade de sementes. As sementes foram produzidas em três locais no estado de Minas Gerais (Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas) nas safras 2013/14 e 2014/15. Os experimentos em campo foram conduzidos em blocos casualizados, em esquema fatorial 17 x 6 (genótipos x ambientes), com três repetições. Avaliaram-se a produtividade e a qualidade das sementes, pela germinação em substratos papel e areia, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio, teste de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e teste de tetrazólio (vigor e viabilidade), utilizando em laboratório o delineamento inteiramente casualizado. Foram estimados o componente quadrático genotípico, componente de variância GxA, coeficiente de determinação genotípica, coeficiente de variação genético e coeficiente de variação ambiental com auxílio do software Genes. A análise da porcentagem de contribuição dos genótipos, ambientes e interação genótipos x ambientes foram realizadas pela combinação de locais dois a dois e para combinação de três locais, com auxílio do software R. Considerando a seleção de genótipos de adaptação ampla, os genótipos TMG 1179 RR, CD 2737 RR e CD 237 RR associaram melhor performance produtiva a alto potencial físico e fisiológico de sementes. O efeito do ambiente foi mais expressivo para a maioria dos caracteres relacionados a qualidade de sementes de soja. O efeito da interação genótipos x ambientes foi expressiva, sugerindo que os genótipos não apresentam comportamento coincidente nos diferentes ambientes. A presença de interação GxA sugere que a seleção de genótipos de soja para a produtividade e qualidade de sementes seja realizada em diferentes locais e anos agrícolas, visando assim atenuar este efeito na expressão dos caracteres, uma vez que a expressão desses caracteres, em sua maior parte são devidos aos efeitos ambientais.

Palavras-chave: *Glycine Max.* (L) Merrill, produção de sementes, GxA, seleção de genótipos.

ABSTRACT

Estimating genotype x environment parameters for quality and yield in soybean seed grown in different environments in Minas Gerais state was the goal of this study, as well as to evaluate interaction effects of genotypes x environments (GxE) for soybean seeds yield and quality. Seeds were produced in three locations in Minas Gerais state (Lavras, Inconfidentes and Patos de Minas) in 2013/14 and 2014/15 seasons. Field experiments were conducted in randomized blocks in a factorial scheme 17 x 6 (genotype x environments), and three replications. Seed yield and quality were evaluated for germination in substrates paper and sand, seedling emergence, speed emergency index, mechanical damage by sodium hypochlorite, electrical conductivity, speed aging, vigor and viability of seeds by tetrazolium test in laboratory using completely randomized design. Quadratic component genotypic, GXE variance component, genotype determination coefficient, genetic variation coefficient and environmental variation coefficient were estimated using Genes software. Percentage analysis of genotypes contribution, environments and genotype x environment interaction were conducted by sites combination two by two and three sites combination, using software R. Considering genotypes selection of broad adaptation, TMG 1179 RR, CD 2737 RR and CD 237 RR associated better yield performance at high physical and physiological potential of seed. Environmental effect was more expressive for most of the characters related to soybean seed quality. Genotype x environment interaction effects were expressive though genotypes did not present coincidental behavior in different environments. Soybean genotype selection for yield and seed quality was conducted in different locations and season suggested by GxE interaction presence aiming to mitigate characters effect expression though, these characters expression for the most part was due to environmental effects.

Keywords: *Glycine Max.* (L) Merrill, seed production, GxE, genotype selection.

1 INTRODUCTION

Soybean genotypes selection main characteristics focus has been related to grain yield in recent years. However, this character alone is not sufficient to increase value added for genotypes. In this sense other characteristics of importance such as seed quality and resistance to major diseases are being required in addition to the productivity (CHIORATO et al. 2010).

Different cultures selection is essential to meet growing demand for high yields, allowing the best genotypes selection of being capable to overcome productivity levels (COSTA et al. 2004). Therefore, parameters estimation of different plants characteristics are important for having a selection relationship, in which, the greater the estimated value of a given parameter, the greater is the genotype choice success (GRAVOIS; BERNHARDT, 2000).

Genotypes selection yield gain for productivity, agronomic traits, disease resistance (LEITE et al. 2016) and soybean seeds quality (VASCONCELOS et al. 2012), are reported in several literature studies literature available. In addition, gain reports have been made in genotype selection in other crops, like common bean, hence, plant architecture productivity (MATOS; RAMALHO; ABREU, 2007; FARIA et al. 2014) and also for seeds quality (PERINA et al. 2010). Phenotypic parameter estimation has been an important tool in genotypes superior selection, however, characteristics related to seed quality have not been very explored (VASCONCELOS et al. 2012).

Seed production depends on genotypic potential essence and also environment conditions in which it will develop (VALLE; SIMONETTI, 2008). As seed production occurs in different environments, with edaphoclimatic variation conditions, which results in genotype and environment interaction (BARROS et al. 2010). This genotype-environment (GxE) interaction can be defined as differential genotype response when submitted to different environments (ALLARD; BRADSHAW, 1964), and fundamental role is assumed in components demonstration and, therefore, must be estimated and considered in cultivars indication. (PRADO et al. 2001).

Considering soybean crop importance and demand for varieties with superior seeds quality and also more productive, knowledge techniques assist in genotypes selection with favorable characteristics, as well as studying production environment contribution for seed quality. Parameters estimation were the object of this study related to soybean genotype seeds

yield and quality grown in different environments in Minas Gerais state, as well as studying the effect of genotype x environment interaction (GxE) for soybeans seeds yield and quality.

2 MATERIAL AND METHODS

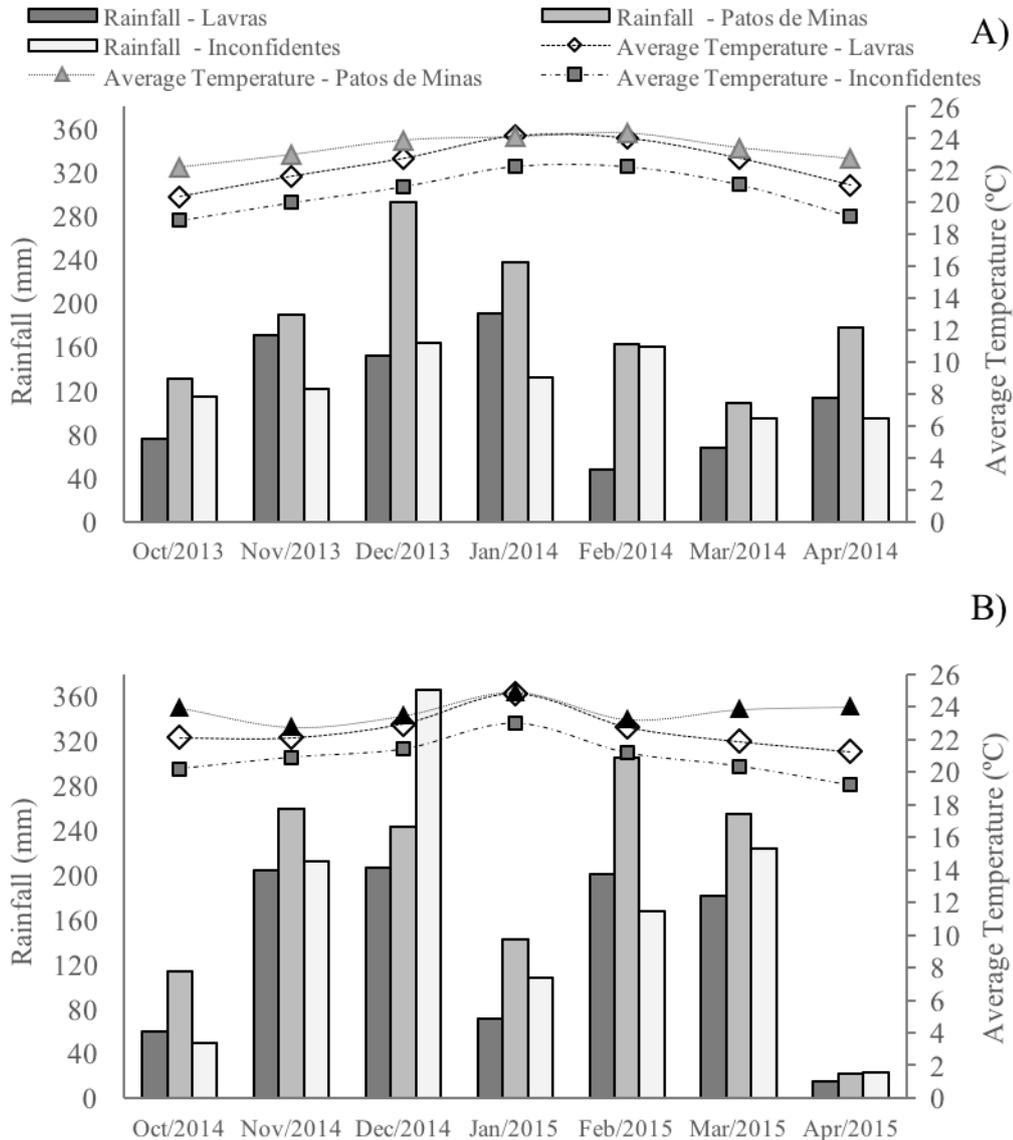
Field experiments were conducted in three different locations in Minas Gerais state 2013/2014 and 2014/2015 seasons. Experimental areas have an average altitude of 945, 940 and 955 m and soil classified as dystroferric red latosol, dystrophic red-yellow Latosol and typical dystroferric red Latosol respectively for Patos de Minas, Inconfidentes and Lavras. The monthly climatological data was obtained during experiments conduction and are presented in Figure 1. Soybean cultivars seeds BMX Força RR; BMX Potência RR; BRS MG 760 SRR; BRS MG 780 RR; CD 237 RR; CD 250 RR; CD 2737 RR; M 7211 RR; NA 5909 RG; NA 7200 RR; NS 7100 RR; P 98Y11 RR; TMG 1176 RR; TMG 1179 RR; TMG 1181 RR; TMG 123 RR and Vmax RR, were used in the experiment (Table 1A).

Experimental design was completed randomized block design in a factorial 17 x 6 (genotypes x environments), and three replications. The experimental plots and useful area consisted of two lines of 5.0 m in length, spaced at 0.50 m. Experiments were conducted in a no-tillage area system over maize stubble, under previous area burndown by 960 g.ha⁻¹ glyphosate active ingredient. Recommendations of Souza e Lobato (2004) were followed for fertilization, being applied 350 kg/ha⁻¹ of formulated N-P2O5-K2O (02-30-20) in-furrow.

Manual seeding was conducted with 15 seeds density per linear meter. Inoculation was carried out after seeding in-furrow, accordingly to Embrapa (2013) recommendations and *Bradyrhizobium japonicum* bacteria in 18 mL p. c. kg⁻¹ seed dosage – SEMIA strains 5079 and 5080, containing 10.8 x 10⁶ UFC / Nitragin Cell Tech inoculant seeds HC[®] (3 x 10⁹ UFC/mL). Weeds control, pests and diseases were carried out according to technical recommendations suitable for soybean cultivation (EMBRAPA, 2013).

Harvesting was performed manually when plants reached R8 stage - full maturation (FEHR et al. 1971), and threshing was performed mechanically by MAQTRON[®] Vencedora modelo B – 350 STD plot thresher. From the plots areas were estimated seed yield in kg ha⁻¹, corrected to 13% moisture. For analyzes and determinations were used seeds retained in sieves of circular rim 6.5 and 7 mm. Laboratory evaluations were conducted by a completely randomized design and two replications of 50 seeds from each field plot.

Figure 1 - Monthly average rainfall (mm) and average temperature (°C), has occurred in Lavras, Patos de Minas and Inconfidentes in Minas Gerais state, in 2013/14 (A) and 2014/15 (B) seasons, during the experiments.



Source: From Author (2017).

For quality seeds evaluations were submitted: **Germination**: performed accordingly to Brazil (2009) substrate paper and sand evaluation; **Seedling emergence**: seeding was performed in plastic trays containing as substrate soil + sand, ratio 2:1, moistened at 60% of hold capacity - trays were kept in a chamber at 25 °C temperature and 12 hours photoperiod, with daily evaluations regarding normal seedlings emergence and final count at 14 days after seeding. Final percentage of emergence and emergence speed rate were considered, IVE (MAGUIRE, 1962); **Electrical conductivity**: According to Vieira and Krzyzanowski (1999),

and support of conductivity meter was performed (MS TECNOPON® - mCA150), and expressed results in $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$; **Aging speed**, having plastic boxes gerbox type adapted with screen suspended aluminum - in each gerbox were added 40 mL water and one seed single layer over the entire screen, then they were kept in BOD chamber at 41 °C for 48 hours (MARCOS FILHO, 1999) – Seeds were submitted to the germination test after this period (BRAZIL, 2009); **Tetrazolium test**: seeds were placed between moist paper for 16 h at 25°C and then immersed in tetrazolium chloride solution (2, 3, 5 triphenyl tetrazolium chloride) to 0.075%, in which seeds remained for 3 h at 40°C, in light absence - result was expressed by vigor percentage and viability (verified in levels 1 to 8), as França Neto, Krzyzanowski and Costa (1998); **Mechanical damage**: by sodium hypochlorite test accordingly to criteria described by Krzyzanowski, França Neto and Costa (2004). Samples were placed in a container and immersed in sodium hypochlorite solution for 10 minutes. Then seeds were placed on tower paper sheets, and then seed numbers were analyzed by broken coat and loose ones. Results were expressed as seeds percentage with mechanical damage.

Analysis of joint and individual variance was performed by statistical model and review procedure similar to that presented by Ramalho, Ferreira and Oliveira (2012), and when averages were significant they were grouped by Scott-Knott (1974) test at 5% probability. Experimental precision was performed by accuracy selective estimates (rgg'). Quadratic component genotypic, genotypic variance component GxE, coefficient of determination, genotypic coefficient of genetic variation and the coefficient of environment variation were estimated. Genetic and phenotypic parameters estimates were obtained with Genes software (CRUZ, 2013). Percentage analysis of genotypes contribution, environments and genotype x environment interaction were conducted by sites combination two by two and three sites combination, with software support R (R CORE TEAM, 2015).

3 RESULTS AND DISCUSSION

According to variance analysis (Table 1), significant differences ($p \leq 0.05$) physiological potential of soybean seeds were found between genotypes and environments production. Differentiated performance against environmental variations was indicated by cultivars presented though caused by location or crop seed production. Genotype x environment interaction (G x E) was significant for all traits evaluated (Table 1), showing different genotypes behavior in environments evaluated.

Table 1 - Summary of joint variance analysis of yield data (Y), germination (G), sand germination (SG), seedling emergency (SE), emergence speed index (ESI), electrical conductivity (EC), aging speed (AS), vigor (VIG) and viability (VIA) of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite test (MD - %) in soybean genotype seeds evaluated in different environments in Minas Gerais state, Brazil.

SV	DF	<i>prob > Fc</i>				
		Y	G	SG	SE	ESI
Genotypes (G)	16	**	*	*	*	**
Environment (E)	5	**	**	**	**	**
G x E	80	**	**	**	**	**
Residual	202 ¹ /204 ²	-	-	-	-	-
General Average		2831,10	75,60	81,50	88,90	56,30
Accuracy (%)		86,11	72,83	67,12	68,00	76,03

SV	DF	<i>prob > Fc</i>				
		EC	AS	VIG	VIA	MD
Genotypes (G)	16	NS	**	*	NS	**
Environment (E)	5	**	**	**	**	**
G x E	80	**	**	**	**	**
Residual	202 ¹ /204 ²	-	-	-	-	-
General Average		54,10	53,40	75,00	86,10	8,80
Accuracy (%)		64,16	84,79	69,22	40,82	75,30

** Significant at 1%, * Significant at 5%, and (NS) Not significant according to F test. ^{1/} Freedom degree associated to error of analysis performed in DBC; ^{2/} Freedom degree associated to error of analysis performed in DIC. SV - Source of Variation; DF - Freedom degree.

Source: "from Author" (2017).

Interactions G x E are often reported in soybean seeds quality evaluation (PÁDUA et al., 2010; GOMES et al., 2012; ZAMBIAZZI et al., 2014; MONTEIRO et al., 2016; CASTRO et al., 2017). It was observed a better productive performance for TMG 1179 RR, in 7200 RR, CD 2737 and CD 237 RR genotypes respectively by considering a broad adaptability (Table 2). In addition seed industry requires a broad and severe internal system quality control to obtaining high yields and minimum standards for seed marketing, preserving genetic purity and physical quality characteristics, physiological and sanitary, keeping high germination and seeds vigor interesting to the farmer (FRANÇA NETO, 2016).

Table 2 - Mean values of yield (Y – kg.ha⁻¹), germination (G - %), sand germination (SG - %), seedling emergence (SE - %), emergence speed index – (ESI), electrical conductivity (EC - μS.cm⁻¹.g⁻¹), aging speed (AS - %), vigor (VIG - %) and viability (VIA - %) of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite test (MD - %) in soybean genotype seeds evaluated in different environments in Minas Gerais state, Brazil.

Genotypes	Y	G	SG	SE	ESI	EC	AS	VIG	VIA	MD
BMX Força RR	2903.3 b	77.0 b	83.0 b	89.0 b	57.4 b	53.7 b	51.0 d	74.0 c	86.0 a	9.0 b
BMX Potência RR	2937.1 b	80.0 b	84.0 b	93.0 a	59.3 b	48.1 c	54.0 c	78.0 a	89.0 a	8.0 b
BRS MG 760 SRR	3006.1 b	74.0 c	81.0 b	89.0 b	54.6 c	50.0 c	54.0 c	74.0 c	85.0 a	9.0 b
BRS MG 780 RR	2735.1 b	73.0 c	81.0 b	90.0 b	55.2 c	54.8 b	50.0 d	73.0 c	87.0 a	9.0 b
CD 237 RR	3128.8 a	82.0 a	87.0 a	93.0 a	60.2 a	51.5 c	62.0 b	79.0 a	87.0 a	5.0 a
CD 250 RR	2264.0 c	65.0 d	69.0 e	81.0 d	50.0 d	60.2 a	37.0 f	70.0 d	82.0 b	15.0 d
CD 2737 RR	3162.8 a	83.0 a	88.0 a	94.0 a	61.5 a	48.9 c	59.0 c	79.0 a	88.0 a	7.0 b
M 7211 RR	2889.4 b	79.0 b	83.0 b	90.0 b	57.4 b	53.9 b	57.0 c	77.0 b	88.0 a	8.0 b
NA 5909 RG	2669.0 b	75.0 c	81.0 b	87.0 c	55.1 c	54.6 b	53.0 c	76.0 b	86.0 a	9.0 b
NA 7200 RR	3343.3 a	68.0 d	75.0 d	83.0 d	52.0 d	59.2 a	46.0 e	68.0 d	82.0 b	11.0 c
NS 7100 RR	1998.3 c	72.0 c	79.0 c	89.0 b	55.9 c	55.5 b	45.0 e	75.0 b	87.0 a	12.0 c
P 98Y11 RR	3056.0 b	80.0 b	85.0 a	91.0 b	58.2 b	49.6 c	63.0 b	76.0 b	87.0 a	8.0 b
TMG 1176 RR	2855.9 b	71.0 c	79.0 c	87.0 c	52.3 d	60.3 a	56.0 c	74.0 c	86.0 a	8.0 b
TMG 1179 RR	3498.4 a	83.0 a	88.0 a	93.0 a	61.0 a	49.7 c	68.0 a	80.0 a	89.0 a	6.0 a
TMG 1181 RR	2571.6 c	86.0 a	89.0 a	93.0 a	62.8 a	50.6 c	65.0 b	79.0 a	88.0 a	5.0 a
TMG 123 RR	2289.0 c	72.0 c	81.0 b	87.0 c	54.5 c	62.3 a	49.0 d	75.0 b	86.0 a	11.0 c
Vmax RR	2820.7 b	67.0 d	74.0 d	84.0 d	50.3 d	58.3 a	39.0 f	69.0 d	82.0 b	12.0 c

Averages followed by same letter do not differ between each other, at 5% probability by Scott Knott test.

Source: From Author (2017)

Accordingly to normative instruction no. 45 (BRASIL, 2013) percentage germination required for seed marketing in Brazil is 80%. High germination rates provide a required plant population, which is a key aspect to achieving high levels of productivity (KRZYZANOWSKI, 2004). In contrast, seed germination percentage below minimum required for marketing, results in seedlings without possibility of establishing competitively in the field (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

It was inferred that genotype seeds BMX Potência RR, CD 237 RR, CD 2737 RR, P 98Y11 RR, TMG 1179 RR e TMG 1181 RR, presented superior potential in relation to other cultivars, associating better quality by vigor evaluations and seeds viability, and also lower mechanical damage rates. The genotype TMG 1181 RR although presented high seed quality, did not present good yield. In this way, it was possible to associate, in some cases, the relation of genotypes with high yields and high physiological potential. This is an important factor that contributes to and may favor this event, is related to the use of appropriate genotypes, which adapt to the region of production to obtain high yields (FRANÇA NETO et al. 2013).

In relation to genetic and phenotypic parameters estimated, quadratic component expresses existing genotypic variability when working with fixed effect (CRUZ, 2005). Considering joint environmental analysis, it was observed quadratic component genotypic estimates were lower than the variance component GxE and environmental variance for all traits evaluated (Table 3). Variation observed indicated for these parameters, for most part has been due to environmental effects.

Table 3 - Estimated parameters from environment joint analysis, from variables yield (Y – kg.ha⁻¹), germination (G - %), sand germination (SG - %), seedling emergence (SE - %), emergence speed index – (ESI), electrical conductivity (EC - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), aging speed (AS - %), vigor (VIG - %) and viability (VIA - %) of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite test (MD - %) in soybean genotype seeds evaluated in different environments in Minas Gerais state, Brazil.

Estimated	Y	G	SG	SE	ESI	EC	AS	VIG	VIA	MD
QC _G	112235.8	20.4	13.2	6.8	8.7	8.5	54.8	6.0	0.8	3.8
VC _{G x E}	84935.3	93.3	83.4	39.0	30.0	57.0	104.0	30.4	19.2	14.1
Residual Variance	431456.2	25.8	21.8	16.4	17.9	35.9	52.7	19.2	14.0	6.9
DC _G (%)	74.2	53.2	45.3	46.3	57.9	41.2	72.0	48.0	16.9	56.8
GCv (%)	11.8	6.0	4.5	2.9	5.2	5.4	13.9	3.3	1.1	21.9
CEv (%)	23.2	6.7	5.7	4.5	7.5	11.0	13.5	5.8	4.4	29.5
Ratio DC _G /CEv	0.5	0.9	0.8	0.6	0.7	0.5	1.0	0.6	0.2	0.7

QC_G – Quadratic component genotypic; VC_{G x E} – Component of variance GxE; DC_G – genotypic determination coefficient; GCv –Genetic coefficient of variation; CEv – Coefficient of environmental variation.

Genotype coefficient determination is a parameter related to heritability and its greater importance is connected to a predictive function expressing confidence of phenotypic value as genetic guide or degree correspondence between phenotypic and genetic values (RAMALHO et al. 2012). Estimates of genotypic determination coefficient corroborate with estimates observed for components genotypic quadratic, since estimates obtained were of low to medium magnitude, ranging from 16.9 to 74.2% (Table 3). Consistent values were only observed for productivity (74.2 %) and for vigor test carried out by aging speeding test (72.0 %). All variation observed in these characteristics approximately half of them are from genetic origin and the other part possibly related to environment effects or experimental deviations. Genotype determination coefficient effects allow us to infer that characteristics related to seed quality are largely influenced by environmental factors.

Ratio between (GCv/GEv), were lower than 1.0 for most traits evaluated, except for aging speed test (Table 3). Accordingly to Leite et al., (2016) to obtain results close to 1.0 for ratio between (GCv/GEv), indicate larger selection perspective. When estimated quotient is greater than or equal to 1 genetic variation available is the largest contributor to variation of experimental data (MISTRO et al. 2007). The (GCv/GEv) ratio can be used as an indicative index of ease degree of genotype selection for each character (LEITE et al. 2016).

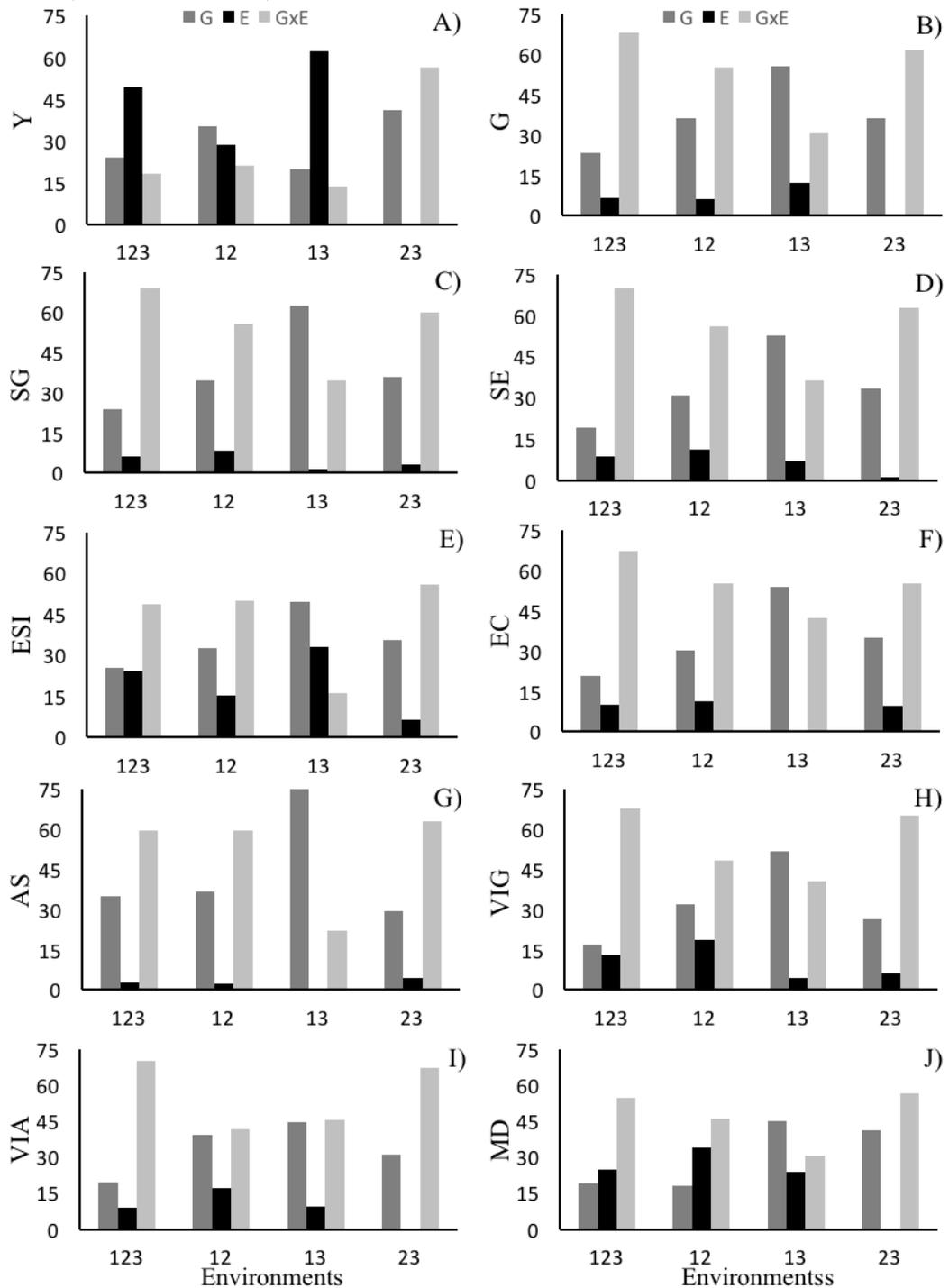
Genetic variation coefficient (GCv) is an important parameter that allows inferring about magnitude present for a particular character (FERRÃO et al. 2008). These values ranged from 1.1 to 21.9% for all characters are presented in this study, which demonstrates existence of variability for evaluated traits (Table 3). Average values to higher for genotypic coefficient of determination and genetic variation are associated to a greater genetic variability, higher selective accuracy and possibility of successfully selecting genotypes characteristics (STORCK; RIBEIRO, 2011).

Genotypes soybean selections were obtained through a broad adaptation as proposed by Fox, Crossa and Romagosa (1997), however estimated parameters analysis reveal environment influence and also interaction GxE. Thus, genotypes contribution analysis percentage was performed, for all traits were evaluated genotype and environments x environment interaction were verified and interaction implications in yield parameter and in soybean seed quality. According to Vasconcelos et al., (2012) selection gains can be maximized when performed in a given environment, because genotype interaction x environment is used in process selection.

Contribution percentage of phenotypic variation effect, that is, genotypes, environments and genotype x environments was held for traits evaluation in different combinations of sites for 2013/2014 and 2014/2015 seasons. A greater effect of the environment in 2013/14 season were visualized in this analysis (Figure 2), as well as a greater the environment effect on yield, vigor and viability of seeds by tetrazolium test and mechanical damage by sodium hypochlorite in two seasons cultivation (Figures 2 and 3). According to Allard and Bradshaw (1964) environmental variations can be classified as predictable and unpredictable. Predictable variations include permanent effects such as soil type, photoperiod and those direct man action, such as seeding time, location, type of fertilization and harvesting methods. On the other hand, unpredictable changes those which fluctuate inconsistently for example, years, which may vary as rainfall, temperature and relative humidity and pests and diseases incidence (BORÉM; MIRANDA, 2009). When genotypes are evaluated in greater site numbers, genotype x environment effect interaction is estimated with greater precision and, consequently, contribution is lower of genotypes effect for phenotypic variation (Figures 2 and 3). When genotypes are evaluated in smaller environment numbers, genotypes effect is inflated by genotypes x environment effects.

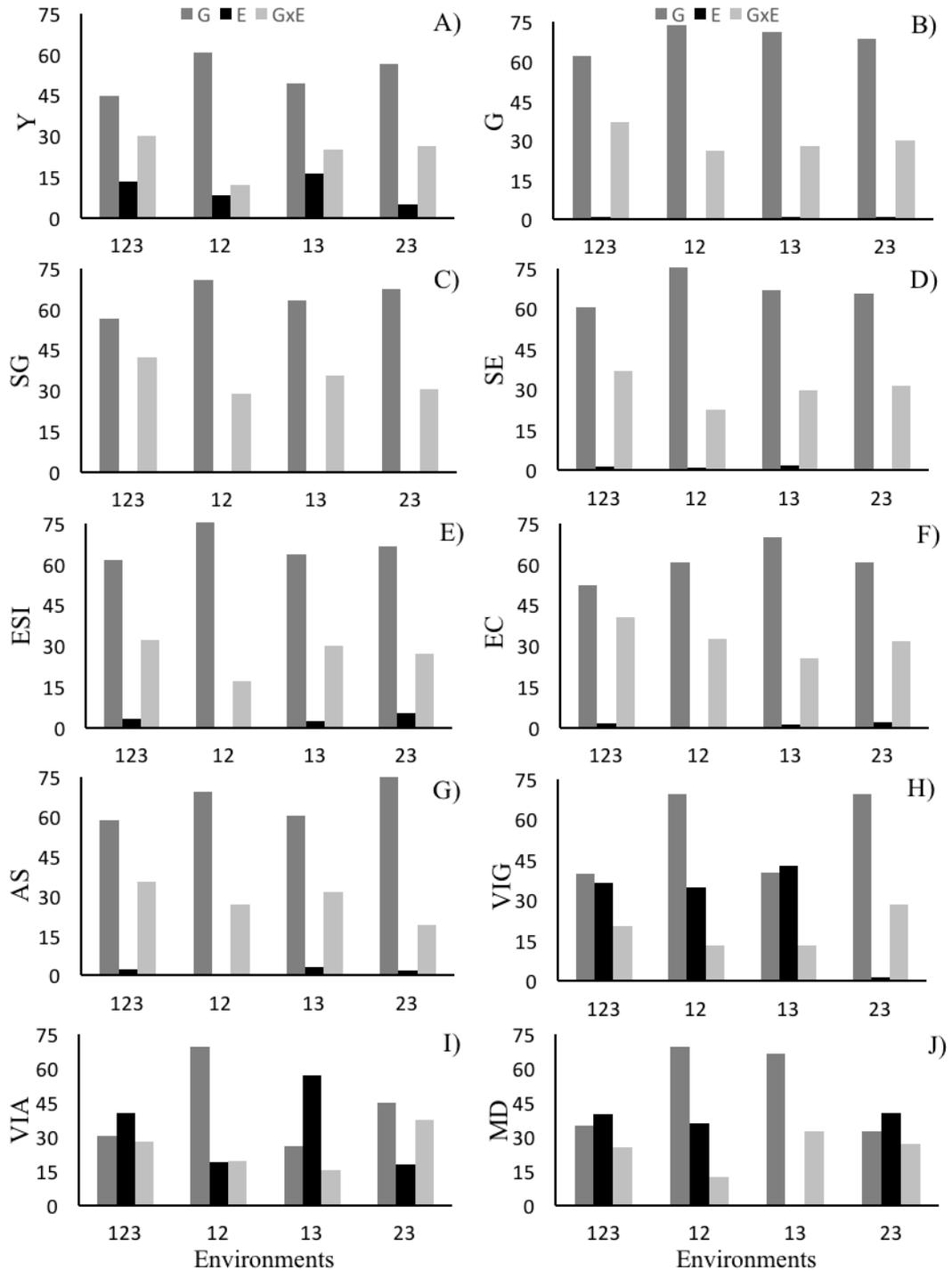
For production environments in 2014/2015 season it appears that most characters existence variation was due to genotypes effect. This fact can be explained considering the climatic conditions encountered by genotypes were ideal for development of culture and expression of genotypes were intensified by lack of environment influence. Greater environmental effect was probably resulted by daily oscillation between environment production in relation to precipitation and temperature in season 2013/14. Thus, Farias, Nepomuceno and Neumaier (2007) the climate seems to be one of the most difficult to control and of greater impact on yield and quality of soybean seeds from agricultural production factors, because climate inconsistency is a main risk factor and failure in agriculture exploitation. In literature genotype interaction environment of implication are frequently reported such as the work done by Barros et al., (2010), where complex-type was observed, that is, there was inconsistency in genotype superiority with environmental variation, which makes genotypes indication harder and there is a considerable loss in parameters studied. Thus, mainly in order to know GxE interaction influence in its expression deepens evaluations and studies should be directed for quality and seed characteristics.

Figure 2 - Genotype (G) contribution (%), environments (E) and interaction (G x E) in phenotypic variation of yield characters - Y (A), germination - G (B), sand germination - SG (C), seedlings emergence - SE (D), emergence speed index - ESI (E), electrical conductivity - EC (F), aging speed - AS (G), vigor - VIG (H) and viability - VIA (I) of seed and mechanical damage - MD (J) in soybean seeds produced in Lavras (1), Patos de Minas (2) and Inconfidentes (3) in Minas Gerais state, 2013/14 season, Brazil.



Source: From Author (2017).

Figure 3 - Genotype (G) contribution (%), environments (E) and interaction (G x E) in phenotypic variation of yield characters - Y (A), germination - G (B), sand germination - SG (C), seedlings emergence - SE (D), emergence speed index - ESI (E), electrical conductivity - EC (F), aging speed - AS (G), vigor - VIG (H) and viability - VIA (I) of seed and mechanical damage - MD (J) in soybean seeds produced in Lavras (1), Patos de Minas (2) and Inconfidentes (3) in Minas Gerais state, 2014/15 season, Brazil.



Source: From Author (2017).

Genotype x environment interaction effects was expressive though genotypes did not present coincidental behavior in different environments. Soybean genotype selection for yield and seed quality was conducted in different locations and season suggested by GxE interaction presence aiming to mitigate characters effect expression though, these characters expression for the most part was due to environmental effects.

4 CONCLUSION

Considering genotypes selection of broad adaptation, TMG 1179 RR, CD 2737 RR and CD 237 RR associated better yield performance at high physical and physiological potential of seed.

Environmental effect was more expressive for most of the characters related to soybean seed quality.

Genotype x environment interaction effects was expressive though genotypes did not present coincidental behavior in different environments.

REFERENCES

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, p.503-508, 1964.
- BARROS, H. B. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Ceres**, v. 57, n. 3, 2015.
- BORÉM, A. MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**. 5. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 529p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO – MAPA. **Padrões de identidade e qualidade para produção e comercialização de sementes**. Instrução Normativa n. 45, de 17 de setembro de 2013. 2013.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 2009. 395 p.
- CASTRO, D. G. et al. Qualidade fisiológica e expressão enzimática de sementes de soja RR. **Revista de Ciências Agrárias**, vol. 40, n. 1, p. 222 – 235, 2017.
- CHIORATO, A. F. et al. Genetic gain in the breeding program of common beans at IAC from 1989 to 2007. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 10, n. 4, p. 329-336, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.2 - Safra 2014/15**, Brasília, n.4, p. 1 - 90, 2015.

COSTA, M. M. et al. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, 2004.

CRUZ, C. D. **Princípios de Genética Quantitativa**. Viçosa, UFV, 1ª Ed. 2005. 394 p.

CRUZ, C. D. (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Sci. Agron.** 35: 271-276.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2013). Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil 2014. Embrapa Soja, Londrina. 265 p. (**Sistemas de Produção N.16**).

FARIA, L. C. et al. Genetic progress during 22 years of black bean improvement. **Euphytica**, Wageningen, v. 199, n. 3, p. 261-272, 2014.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Embrapa Soja. **Circular técnica**, n. 48, 2007.

FEHR, W. R. et al. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43: 61- 69. 2008.

FOX, P. N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I. Multi-environment testing and genotypes x environment interaction. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed). **Statistical Methods for plant variety evaluation**. New York: Chapman and Hall, 1997. p. 117-138.

FRANÇA-NETO J. B.; KRZYZANOWSKI F. C.; HENNING A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n.1,2, p.37 - 38, 2010.

FRANÇA-NETO, J. B. **Evolução do conceito da qualidade das sementes**. Seed News, n. 5, 2016.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina, (Documentos, 116). 1998. p.72.

FRANÇA-NETO, J.B. et al. Isoflavone contents in soybean seed subjected to harvest delay. In: **Ista Seed Symposium**, 30, 2013, Antalya. Bassersdorf: International Seed Testing Association, 2013. p. 119-120.

GOMES, G. D. R. et al. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 33: p. 2593-2604, 2012.

GRAVOIS, K. A.; BERNHARDT, J. L. Heritability x environment interactions for discoloured rice kernels. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 2, p. 314-318, 2000.

KRZYZANOWSKI, F. C. Desafios tecnológicos para a produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: 3 CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings**. Foz do Iguaçu: 2004. p. 1324-1335.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Teste do Hipoclorito de Sódio para Semente de Soja. Londrina, PR. 2004. (**Circular técnica 37**).

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

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MATOS, J. W.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Trinta e dois anos do programa de melhoramento genético do feijoeiro-comum em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1749-1754, 2007.

MISTRO, J. C. et al. Estimates of genetic parameters and expected genetic gains with selection in robust coffee. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, p. 86-91, 2004.

MOTEIRO, F. J. F. et al. Correlação entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de soja quanto a produtividade de óleo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, 114(2), p 143-147, 2016.

PÁDUA, G. P. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 32, n. 3, p. 09-16, 2010.

PERINA, E. F. et al. Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 398-406, 2010.

PRADO, E. E. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2015). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

RAMALHO, M. A. P. et al. **Aplicações da Genética Quantitativa no Melhoramento de Plantas Autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522p.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. de. (2012) **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Editora: UFLA, 3 ed.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, p.507-512, 1974.

SOUZA, D. M. G. DE; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 416, 2004.

STORCK, L., RIBEIRO, N. D. Valores genéticos de linhas puras de soja preditos com o uso do método de Papadakis. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 753-758, 2011.

VALLE, M. L. D.; SIMONETTI, A. P. M. M. Efeito da interação de genótipos x ambiente no desenvolvimento da cultura da soja no estado do Paraná (*Glycine max L.*). **Cultivando o Saber** v.1, n.1, p.160-170, 2008.

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

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-26.

ZAMBIAZZI, E. V. et al. Potassium fertilization and physiological soybean seed quality. **Agricultural Sciences**, v. 5, n. 11, p. 984, 2014.

APÊNDICE

Tabela 1A. Características específicas das cultivares de soja utilizadas quanto a origem, grupo de maturidade (G.M.) e hábito de crescimento (H.C.)

Cultivar	Origem	G.M.	H.C.
BMX Força RR	Brasmax	6.2	Indeterminado
BMX Potência RR	Brasmax	7.0	Indeterminado
BRS MG 760 SRR	Embrapa	7.6	Indeterminado
BRS MG 780 RR	Embrapa	7.8	Determinado
CD 237 RR	Coodetec	8.1	Determinado
CD 250 RR	Coodetec	5.5	Indeterminado
CD 2737 RR	Coodetec	7.3	Indeterminado
M7211 RR	Monsoy	7.2	Indeterminado
NA 5909 RG	Nidera	6.1	Indeterminado
NA 7200 RR	Nidera	7.2	Indeterminado
NS 7100 RR	Nidera	7.2	Indeterminado
P 98Y11 RR	Du Pont Pioneer	8.1	Determinado
TMG 1176 RR	TMG	7.6	Determinado
TMG 1179 RR	TMG	7.9	Determinado
TMG 1181 RR	TMG	8.1	Determinado
TMG 123 RR	TMG	7.4	Determinado
Vmax RR	Syngenta	6.2	Indeterminado

Tabela 2A. Resumo da análise de variância conjunta ($prob > Fc$), para produtividade (P), e parâmetros de avaliação da qualidade de sementes (teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %) para sementes de soja recém colhidas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.

FV	GL	P	TA	G	GA	EP	IVE	CE	EA	VIG	VIA	DM
Cultivares (C)	16	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Local (L)	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Safra (S)	1	**	**	**	NS	NS	**	NS	**	**	**	NS
C x L	32	**	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C x S	16	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
L x S	2	**	NS	**	**	**	**	**	*	**	**	**
C x L x S	32	NS	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Erro	192 ^{1/} //204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acurácia		92,93	82,39	98,11	97,90	96,82	96,63	95,02	98,05	95,60	91,95	97,08
CV - %		21,51	3,98	6,71	5,73	4,55	7,51	11,06	13,60	5,84	4,34	29,55
Média Geral		2831,10	11,39	76,00	82,00	89,00	56,33	54,17	53,00	75,00	86,00	9,00

^{1/} Grau de liberdade associado ao erro da análise para a produtividade. ** Significativo a 1%, * Significativo a 5%, e (NS). Não significativo de acordo com o teste de F. FV – fontes de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; Fc – F calculado.

Tabela 3A. Resumo da análise de variância conjunta ($prob > Fc$), para produtividade (P), e parâmetros de avaliação da qualidade de sementes (teor de água (TA - %), germinação (G - %), germinação em areia (GA - %), emergência de plântulas (EP - %), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE - $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), envelhecimento acelerado (EA - %), vigor (VIG - %) e viabilidade (VIA - %) de sementes pelo teste de tetrazólio e danos mecânicos pelo teste do hipoclorito de sódio (DM - %)) para sementes de soja armazenadas, produzidas nos municípios de Lavras, Inconfidentes e Patos de Minas/MG, nas safras 2013/2014 e 2014/2015.

FV	GL	TA	G	GA	EP	IVE	CE	EA	VIG	VIA	DM
Cultivares (C)	16	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Local (L)	2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Safra (S)	1	**	**	NS	NS	**	**	**	NS	**	**
C x L	32	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C x S	16	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**
L x S	2	**	**	**	**	**	**	**	**	NS	**
C x L x S	32	NS	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Erro	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acurácia		59,60	98,28	97,49	99,99	96,19	96,32	98,79	94,69	95,06	95,45
CV - %		5,97	7,54	7,95	6,71	9,17	9,80	13,67	8,73	5,68	30,83
Média Geral		9,81	68,00	74,00	81,00	52,29	54,97	41,00	63,00	78,00	10,00

** Significativo a 1%, * Significativo a 5%, e (NS). Não significativo de acordo com o teste de F. FV – fontes de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; Fc – F calculado.