

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES**



Dissertação

**MÉTODOS DE SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA TOLERÂNCIA A
CHUVA NA PRÉ-COLHEITA**

NIZIO FERNANDO GIASSON

Pelotas, 2015

NIZIO FERNANDO GIASSON

**MÉTODOS DE SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA TOLERÂNCIA A CHUVA NA
PRÉ-COLHEITA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Sementes.

Orientador: Paulo Dejalma Zimmer
Coorientadora: Andreia da Silva Almeida

Pelotas, 2015

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

G435m

Giasson, Nizio Fernando

Métodos de seleção de genótipos de soja para tolerância à chuva na pós-colheita / Nizio Fernando Giasson. – 63f. : il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2016. – Orientador Paulo Dejalma Zimmer ; coorientadora Andréia da Silva Almeida..

1.Sementes. 2.Soja. 3.*Glycine max*. 4.Chuva simulada. 5.Genótipos. 6.Qualidade fisiológica. 7.Grãos avariados. I.Zimmer, Paulo Dejalma. II.Almeida, Andréia da Silva. III.Título.

CDD: 633.3

NIZIO FERNANDO GIASSON

**MÉTODOS DE SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA TOLERÂNCIA A
CHUVA NA PRÉ-COLHEITA**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 04/12/2015

BANCA EXAMINADORA:

.....
Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer

.....
Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

.....
Prof. Dr. Geri Eduardo Meneghello

.....
Prof. Dra. Andréia da Silva Almeida

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela constante presença guiando meus passos, iluminando meus caminhos e direcionando todas as decisões para minha vida.

Aos meus pais, pelo amor, dedicação, paciência, educação e constantes esforços em proporcionar as melhores condições para meu crescimento e aprendizado.

À minha esposa, pelo companheirismo, dedicação, compreensão e amor dispensados a mim e a nossos filhos, permitindo minha dedicação total aos estudos e aperfeiçoamento constante.

A meus filhos, pela paciência, compreensão e amabilidade nos momentos que precisei estar ausente e por serem o sentido de minha vida.

A GDM Genética do Brasil, em especial a Marcos Norio Matsumoto, pela compreensão em permitir me ausentar do trabalho.

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela oportunidade de novos conhecimentos, bem como pela concretização deste trabalho.

Aos professores, Dr. Paulo Dejalma Zimmer e Dr^a Andreia da Silva Almeida, pela confiança, paciência, incentivo e acompanhamento no desenvolvimento desta dissertação e pela amizade e companheirismo neste período de orientação.

A equipe de Testing e Sanidade da GDM Genética do Brasil, em especial a Neucimara Ribeiro e Joel Brollo, pelo auxílio e dedicação nas atividades relacionadas a este estudo.

Aos meus colegas de Mestrados, pela troca de experiência, conhecimento, amizade, companheirismo e pelos momentos de descontração, que fizeram este período de estudo muito mais produtivo e divertido.

RESUMO

GIASSON, Nizio Fernando. **Métodos de seleção de genótipos de soja para tolerância a chuva na pré-colheita.** 2015. 60f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Recentemente a cultura da soja vem enfrentando problemas na produção de semente de alta qualidade fisiológica e também na produção de grãos com qualidade. Os principais causadores deste problema são alta temperatura e chuva no período de pré-colheita. Os objetivos deste estudo foram desenvolver uma metodologia que permitisse selecionar genótipos com tolerância ao excesso hídrico de forma simples. O estudo foi dividido em quatro fases. A Fase I teve como objetivo a produção das plantas e uniformização da maturação, onde vinte e cinco genótipos foram semeados em Passo Fundo-RS na safra agrícola 2013-14. Foram colhidas 500 plantas de cada genótipo em estágio entre R7-R8. A Fase II foi composta pelos ensaios de simulação de chuva e temperatura. As plantas dos vinte e cinco genótipos foram avaliadas sob delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados com três repetições, sendo subdivididos em quatro tratamentos com diferentes combinações de chuva simulada e temperatura por um período de três dias. Os tratamentos foram realizados em casa de vegetação em Cambé-PR. A Fase III foi a determinação de qualidade fisiológica das sementes. As amostras foram avaliadas sob os testes de peso de 1000 sementes, germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, massa e comprimento de parte aérea e raiz. A Fase IV foi a avaliação de características de vagem e qualidade de grão. Foram coletadas vagens das plantas dos vinte e cinco genótipos e medidas relações entre vagem e grãos, bem como conduzido um teste de germinação de vagens em rolo de papel, onde foram avaliados grãos avariados. Os resultados apresentaram maior influência em pré colheitada umidade do que as temperaturas testada. Todos os genótipos e tratamentos apresentaram alto vigor de sementes. Através do teste de germinação foi possível identificar alguns genótipos mais sensíveis ao excesso de umidade em pré-colheita. Os genótipos mais sensíveis foram DMARIO59i, A4725RG, NS4823 e FPS URANO RR. Não foi observada correlação entre a relação vagem/grão, grãos avariados e os testes de vigor realizados. A metodologia de simulação de chuva demonstrou resultados promissores, podendo identificar as cultivares com menor e maior tolerância ao excesso hídrico.

Palavras Chave: soja, chuva simulada, genótipos, qualidade fisiológica, grãos avariados.

ABSTRACT

GIASSON, Nizio Fernando. **Selection methods to soybean genotypes for tolerance rain in the pre-harvest.** 2015. 60f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

The soybean has been beard problems in seed production of high physiological quality and grain production in many regions of Brazil. These problems are attributed to high temperature and excessive rain in the pre-harvest period. This study aimed to develop a methodology that would allow select genotypes with tolerance to rain excess. The study was divided into four stages. The first phase aimed to the production of plants and uniformity of maturation. Twenty-five genotypes were cropped in Passo Fundo-RS in 2013-14 soybean crop. Five hundred plants were taken from each genotype between R7-R8 stages. The second phase consisted in the rain and temperature simulation tests. The plants of the twenty-five genotypes were evaluated under experimental completely randomized design with three replications, divided in four treatments with different combinations of simulated rain and temperature for a period of three days. The third phase was the determination of seed quality. The samples were evaluated under the weight 1000 seeds, germination test, first germination count, accelerated aging, electrical conductivity, dry mass and length of plant and root. The last phase was to evaluate pod characteristics and grain quality. The pods were collected from plants of the twenty-five genotypes and measures relations between pod and beans. Pods were conducting a germination test on roll paper that evaluated damaged grains. All genotypes and treatments showed high vigor seeds. The results showed higher influence of water damaged than the temperatures tested. The germination test was able to identify several genotypes tolerant to excess rain before the harvest. The most sensitive genotypes were DMARIO59i, A4725RG, NS4823 and FPS URANO RR. The rain simulation approach has shown promising results and may identify cultivars with lower and higher tolerance to water excess. There was no correlation between pod/grain relationship, damaged grains and vigor tests.

Keys Words: soybean, simulated rain, genotypes, physiological quality, damaged grains.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Campo Experimental da GDM Genética Ltda onde foi instalado o ensaio para produção das sementes para o ensaio	12
Figura 2 Estágio de colheita das plantas (entre R7 e R8) dos genótipos BMX Energia RR (colheita 23/03) e BMX Potência RR (colheita 07/04).....	16
Figura 3 Temperatura mínima, temperatura máxima e precipitação registradas na Estação Meteorológica de Passo Fundo de 15/03/14 a 15/04/14. Fonte: Adaptado INMET, 2014.....	17
Figura 4 Média de três dias da temperatura mínima e temperatura máxima (°C) verificada a cada 2 h para cada ensaio do estudo.....	19
Figura 5 Montagem dos ensaios nos tubetes com areia e ensaio com chuva artificial (Ensaio 2) na casa de vegetação em Cambé-PR.....	19
Figura 6 Montagem do ensaio de vagens.....	23

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Aplicações de produtos fitossanitários, dosagens e dias após semeadura do ensaio para produção das sementes.....	13
Tabela 2 Genótipos de soja, número de proteção no SNPC, data de proteção no SNPC, número de registro no RNC, data de registro no RNC e obtentor.....	14
Tabela 3 Genótipos de soja, evento biotecnológico presente, tecnologia presente, grupo de maturidade (GM), tipo de crescimento (HC), cor da pubescência (PUB), cor da vagem (POD), cor do hilo (HILO), reação a peroxidase (PER) e cor do tegumento (TEG).....	15
Tabela 4 Genótipos de soja, grupo de maturidade (GM) e data da colheita das plantas.....	17
Tabela 5 Teste de primeira contagem aos 5 dias (%) dos 25 genótipos a serem utilizados para os ensaios.....	24
Tabela 6 Massa de 1000 Sementes – PMS (gramas) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	27
Tabela 7 Germinação aos 8 dias - G8 (%) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	28
Tabela 8 Primeira Contagem – G5 (%) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	29
Tabela 9 Envelhecimento Acelerado (%) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	31
Tabela 10 Condutividade Elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	33
Tabela 11 Comprimento de parte aérea (cm) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	34
Tabela 12 Massa seca de parte aérea (mg) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	35
Tabela 13 Comprimento de raiz (cm) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	36
Tabela 14 Massa seca de raiz (mg) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.....	37

Tabela 15	Relação massa seca de vagem por massa seca de grão –PV/PG (%), massa seca de vagem por número de grão – PV/NG (mg/grão), vagens abertas e germinadas – VA (%) e grãos avariados – GAV (%) dos genótipos de soja.....	40
Tabela 16	Correlação entre relação de massa seca de vagem por massa seca de grão – PV/PG, massa seca de vagem por número de grão – PV/NG, vagens abertas e germinadas – VA, grãos avariados - GA, Primeira Contagem – G5D, Germinação – G8D, Envelhecimento Acelerado – EA, Condutividade Elétrica – CE e Massa de 1000 sementes – PMS dos genótipos de soja testados.....	41

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. Características que conferem tolerância ao excesso de chuva.....	04
2.2. Metodologia para avaliação de tolerância ao excesso de chuva	07
2.3. Ferramentas para auxílio de seleção	10
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. FASE I: Produção das Plantas e uniformização da Maturação.....	12
3.2. FASE II: Ensaios de simulação de chuva e temperatura	18
3.3. FASE III: Avaliações de qualidade fisiológica de semente	20
3.3.1. Massa de 1000 Sementes	20
3.3.2. Primeira contagem e germinação	20
3.3.3. Envelhecimento Acelerado	20
3.3.4. Condutividade Elétrica	21
3.3.5. Massa Seca e comprimento de parte aérea e sistema radicular de plântula	21
3.3.6. Análise Estatística	21
3.4. FASE IV: Avaliação de características de vagens e qualidade de grão	22
3.4.1. Avaliação de características de vagens	22
3.4.2. Avaliação vagens germinadas e qualidade de grão	22
3.4.3. Análise Estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. 1. Resultados de qualidade fisiológica de semente – FASE III	24
4. 2. Resultados de qualidade grão e correlação – FASE IV	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

O grande desafio da humanidade está em produzir alimento em quantidade e qualidade suficiente para alimentar a população em franca expansão. A maioria das áreas do mundo disponíveis para agricultura encontram-se em utilização, fazendo-se necessária a adoção de tecnologias que permitam aumentar a produtividade por área, sem perder qualidade do produto final.

A soja (*Glycinemax* (L.) Merrill) é uma cultura com grande expressão no mercado de *commodities*, devido ao seu grande valor socioeconômico, determinado pelas inúmeras aplicações de seus produtos e subprodutos na alimentação humana e animal. A soja é uma cultura típica do continente asiático, porém com inserção mundial na economia de muitos países. Dentre os principais produtores de soja destacam-se os Estados Unidos, o Brasil, a Argentina, a China, a Índia e o Paraguai.

A produção mundial, na safra 2014/2015, foi de 315,1 milhões de toneladas, ocupando 118,1 milhões de hectares (USDA, 2015). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com produção de 94,8 milhões de toneladas e área cultivada de 31,4 milhões de hectares (IBGE, 2015).

Em função da sua grande importância no agronegócio mundial, a cultura da soja tem sido alvo de inúmeras pesquisas no campo agrônomo. É a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas e corresponde a cerca de 50% da área plantada em grãos do país (IBGE, 2015). Esta expansão só foi possível devido ao investimento de inúmeras empresas de melhoramento genético, que pesquisaram e desenvolveram cultivares adaptadas as mais diversas situações e regiões do Brasil. Hoje a soja é plantada do Rio Grande do Sul a Roraima.

Em sua jornada rumo à expansão, a cultura da soja enfrentou diversos problemas como aparecimento de inúmeras doenças que causaram grandes perdas de rendimento. Em 1980 o cancro da haste dizimou lavouras inteiras. Mais recentemente, a partir do ano 2000, a ferrugem asiática vem causando sérios prejuízos (SILVA et al., 2015).

Um problema que vem sendo enfrentado nos últimos anos é a dificuldade para produção de sementes de alta qualidade fisiológica para atender o mercado de sementes. Neste sentido, um dos maiores problemas é chuva na colheita aliado a altas temperaturas. O avanço da cultura da soja a regiões próximas a latitude de 0° e sob clima tropical, tem intensificado a ocorrência deste problema causando enormes perdas para os produtores de semente com a perda de lotes de semente e também aos produtores rurais com menor rendimento e qualidade de grão.

O objetivo deste estudo foi estudar uma metodologia de seleção e avaliar diferentes genótipos de soja frente ao excesso de chuva na colheita, visando auxiliar os programas de melhoramento genético a selecionar e analisar melhor seu germoplasma frente a esta problemática.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande expressão no mercado de commodities, devido ao seu grande valor socioeconômico, com inúmeras aplicações de seus produtos e subprodutos na alimentação humana e animal. Dentre os principais produtores de soja destacam-se os Estados Unidos, o Brasil, a Argentina, a China, a Índia e o Paraguai.

A produção mundial, na safra 2014/2015, foi de 315,1 milhões de toneladas, ocupando 118,1 milhões de hectares em todo mundo (USDA, 2015). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com produção de 94,8 milhões de toneladas e área cultivada de 31,4 milhões de hectares (IBGE, 2015), ficando atrás somente dos Estados Unidos.

Em função da sua grande importância no agronegócio mundial, a cultura da soja tem sido alvo de inúmeras pesquisas no campo agrônomo. É a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas e corresponde a cerca de 50% da área plantada em grãos do país (IBGE, 2015). Esta expansão só foi possível devido ao investimento de inúmeras empresas de melhoramento genético, que pesquisaram e desenvolveram cultivares adaptadas a mais diversas situações e regiões do Brasil. Hoje a soja é plantada do Rio Grande do Sul a Roraima.

Com o aumento de cultivares precoces em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, com a colheita coincidindo com períodos chuvosos e com alta temperatura, torna-se necessário desenvolvimento de metodologias que permitam selecionar e caracterizar melhor as linhagens promissoras antes do lançamento como cultivares, permitindo assim posicionar e adequar melhor manejo da cultivar para cada região recomendada.

Um problema que vem sendo enfrentado nos últimos anos é a dificuldade para produção de sementes de alta qualidade fisiológica para atender o mercado de sementes. Neste sentido, um dos maiores problemas é chuva na colheita aliado a altas temperaturas. O avanço da cultura da soja a regiões próximas a latitude de 0° e sob clima tropical, tem intensificado a ocorrência deste problema causando enormes perdas para os produtores de semente com a perda de lotes de semente e também aos produtores rurais com perda em rendimento e qualidade de grãos.

Em levantamento realizado no estado do Mato Grosso, nas safras de 2008 a 2013, FELETTI et al. (2015) relataram aumento da porcentagem de grão avariados principalmente nas safras de 2008 a 2011, fato este ocasionado por períodos de veranico no período de enchimento de grão ou excesso de precipitação no período da colheita. Nas safras de 2009 a 2011, todas as regiões do estado apresentaram padrão de qualidade inferior ao padrão 1 (4% de grãos avariados). Em 2010 a região oeste chegou a apresentar valores para grãos avariados próximo a

12%. Segundo BRASIL (2007) o limite máximo de grãos avariados para comercialização é de 8%.

A qualidade de grãos é um parâmetro bastante importante para comercialização e processamento de soja, podendo afetar o valor do produto, ou até mesmo impedir sua comercialização. Fatores como temperatura, teor de água e porcentagem de grãos quebrados podem acelerar a deterioração do produto. A combinação de temperaturas e teores de água mais elevados intensificam o processo de deterioração de grãos (ALENCAR et al., 2009). No Brasil, país com altos índices pluviométricos e altas temperaturas, é permitido comercializar grãos de soja com teor de água de até 14% b.u. e porcentagem de grãos avariados de até 8% (Brasil, 1983).

De acordo com Brasil (1983) a fração de grãos avariados é composta por grãos ardidos, grãos brotados, grãos imaturos, grãos chochos, grãos mofados e grãos danificados. As únicas frações de alteração de grãos que não são considerados avariados são os grãos quebrados e grãos esverdeados.

2.1. Características que conferem tolerância ao excesso de chuva

Vários estudos foram desenvolvidos aos longos dos anos em diferentes culturas tentando identificar características anatômicas, fisiológicas e genéticas que permitem maior tolerância ao excesso hídrico no período da colheita. As consequências mais drásticas das condições climáticas adversas na colheita são a aceleração do processo de deterioração e a perda de viabilidade das sementes (PADUA et al., 2015).

Para feijão a influência do balanço de água entre a vagem e o embrião, bem como a ação do etileno controlam a germinação na vagem e consequentemente permitem maior tolerância a chuva em pré-colheita (FOUNTAIN et al., 2000; FONTAIN et al., 1998). Em *Vignaradiata*, as características morfológicas das vagens, como presença de cera na superfície da vagem e baixa absorção de água, controlam a germinação na vagem (NAIDU et al., 1996). A cultura do trigo também apresenta sérios problemas com germinação na pré-colheita ocasionados por excesso de chuva. SKERRITT e HEYWOOD (2000) relatam que a ativação da alfa-amilase é responsável pela germinação da espiga em trigo.

Na cultura da soja, cultivares de pubescência marrom e sementes de tegumento mais espesso, sem fissuras e brilhantes, de tonalidades mais escuras e que apresentam menor absorção de umidade são as que apresentam melhor qualidade fisiológica de semente (SEDYAMA et al.,

2015). Sabe-se que a velocidade de hidratação da semente pode ser afetada pela permeabilidade do tegumento, devido a variações de espessura ou composição.

A maturidade fisiológica da soja é atingida em R7, conforme descrito por FEHR et al. (1971), onde as sementes atingem a máxima qualidade, com maior poder germinativo, vigor e massa de matéria seca. A umidade do grão nesta fase está acima de 40% (CAMARA, 2015), aproximando-se mais de 50% (PESKE, BARROS e SCHUCH, 2012). No entanto, a colheita só é possível quando as plantas atingem o estágio R8 com umidade entre 13 e 18%. Durante o período entre R7 e R8, a semente fica armazenada a campo dentro da vagem, exposta a condições adversas a qualidade, como variações climáticas, ataque de insetos e agentes patogênicos (CAMARA, 2015).

O tegumento tem grande importância na redução da deterioração da semente a campo, menor dano mecânico na colheita e maior tempo de armazenamento. A principal característica que confere esta tolerância seria o teor de lignina no tegumento, que reduz a permeabilidade do tegumento e o dano mecânico na colheita. Outros fatores importantes são a quantidade, forma e tamanho dos poros presentes no tegumento. Estes poros são a porta de entrada de gases e água para o interior da semente, e variam em função do genótipo (SOUZA e MARCO-FILHO, 2001). Os teores de lignina acima de 5,5%, em tegumento de semente de soja está relacionado com maior resistência a danos mecânicos, apresentando boa qualidade física e fisiológica (ALVAREZ et al., 1997).

Alguns estudos relatam as correlações de diferentes características do tegumento com qualidade de semente. GRIS et al. (2010) não encontraram correlação entre teor de lignina e qualidade fisiológica de semente em estudo realizado sob metodologia de retardamento de colheita. No entanto, encontraram diferenças de comportamento entre as cultivares testadas. MENEZES et al. (2009) avaliando híbridos de soja com características contrastantes de tegumento também não observaram correlação direta com teor de lignina e qualidade fisiológica. No entanto, encontraram correlação negativa de teor de lignina e velocidade de germinação. Avaliando a velocidade de hidratação em diferentes cultivares de soja CAVARIANI et al. (2009) não observaram correlação entre o teor de lignina e qualidade fisiológica da soja. Neste mesmo trabalho identificaram correlação da espessura do parênquima lacunoso com velocidade de hidratação.

Altos teores de lignina com menor dano mecânico na colheita, menor infecção de fungos de armazenamento e maior tempo de armazenamento sem perder a qualidade fisiológica (KRZYZANOWSKI et al, 2008, FRANÇA NETO et al., 1999). Já DANTAS et al. (2012) encontraram resultados contrários, verificando melhor germinação em cultivares com menor teor

de lignina mesmo após 180 dias de armazenamento em condições controladas de ambiente. Também observaram que alto teor de lignina no tegumento não confere maior resistência ao fungo de armazenamento *Aspergillus flavus*.

A cor do tegumento também foi uma característica estudada buscando correlação com qualidade fisiológica de semente. SANTOS et al. (2007) e GIURIZATTO et al. (2003) relataram em seus trabalhos que cultivares com tegumento amarelo podem apresentar melhor qualidade fisiológica que tegumentos escuros (marrom ou preto). Estes trabalhos sugerem que características como qualidade fisiológica não podem ser determinadas somente pela alteração da cor de tegumento ou pela quantidade de lignina no tegumento. Os dois grupos de autores observaram diferentes comportamentos entre distintos genótipos, comprovando variabilidade genética para qualidade fisiológica de semente, quando exposto ao excesso de chuva na pré-colheita. O mesmo foi observado por MATHIAS et al. (2015), a correlação entre teor lignina e qualidade fisiológica foi muito dependente da cultivar analisada.

As estruturas e espessura do tegumento também foram estudadas. MERTZ et al. (2009) sugerem correlação positiva para qualidade fisiológica e diferentes estruturas do tegumento, comparando tegumento preto com amarelos em soja. O tegumento preto apresentou espessura de tegumento maior e melhor qualidade fisiológica da semente. GIURIZATTO et al. (2003) relatam que a espessura do tegumento *per si* não assegura uma melhor qualidade de semente, independente da época de colheita.

A deterioração por umidade pode resultar em um maior índice de danos mecânicos na colheita, devido a sementes deterioradas serem mais vulneráveis aos impactos mecânicos. A deterioração por umidade também intensifica o aparecimento de fungos como *Phomopsis spp.* e *Colletotrichum truncatum*, que ao infectar as sementes, podem resultar em menor vigor e germinação (COSTA et al, 2005)

A estrutura das paredes de vagem são um excelente protetor contra a deterioração das sementes por umidade. Há relatos de um inibidor de germinação de sementes presente na estrutura de vagens senescentes, além de características que facilitam a penetração de água pela vagem e pela absorção de água pelo tegumento (CHAPMAN, 1984). OLIVEIRA et al. (2014) citam vários trabalhos realizados que identificaram variabilidade genética para permeabilidade das paredes das vagens em soja. Estes autores também relataram relação entre a baixa permeabilidade das paredes das vagens e alta qualidade fisiológica de sementes de soja. Verificaram também variabilidade genética entre os genótipos para permeabilidade da parede da vagem, apresentando uma correlação negativa com vigor de sementes e relataram que o conteúdo de lignina na parede da vagem não tem efeito na permeabilidade da parede da vagem.

O conhecimento da parede de vagem em soja é tão importante quanto a do tegumento. É de suma importância conhecer a associação das características físicas, químicas, morfológica e anatômicas do tegumento, bem como conhecer a variabilidade primária entre diferentes genótipos. Estes fatores são essenciais para o desenvolvimento de cultivares e metodologias para uma eficiente produção de sementes. (SOUZA e MARCO-FILHO, 2001).

Em resumo a seleção de materiais com características de melhor de qualidade da semente em programas de melhoramento genético é de extrema importância nos dias atuais. Características do tegumento, como impermeabilidade a água, presença de epiderme serosa, características dos poros, a semi permeabilidade das paredes das vagens e o tamanho de sementes devem ser considerados para seleção de genótipos que permitam a produção de melhor qualidade fisiológica de semente e melhor qualidade de grãos (SOARES et al., 2015).

2.2. Metodologia para avaliação de tolerância ao excesso de chuva

Alguns estudos buscaram recriar a problemática de chuva em pré-colheita, visando avaliar quais mecanismos conferem tolerância ao excesso de chuva, protocolos de avaliação de germoplasma melhor adaptado para utilização em programas de melhoramento genético.

Outras culturas enfrentam problemas semelhantes em relação ao excesso de precipitação após a maturação. Segundo ROSSETTO et al. (2011), na cultura do feijoeiro perda por excesso de chuva na colheita é um risco frequente para os agricultores. A principal consequência é a germinação das sementes de feijão ainda no interior na vagem, acarretando perdas significativas de rendimento, qualidade de semente e qualidade de grão. O mesmo autor propôs uma metodologia para caracterizar e selecionar genótipos com melhor tolerância a germinação na vagem. O teste proposto visava a coleta de vagens e avaliação em teste semelhante ao proposto para germinação (rolo de papel). A leitura foi feita avaliando o número de vagens germinadas após 3 e 4 dias. A metodologia permitiu separar os genótipos com melhor tolerância a germinação na vagem.

A cultura do trigo também apresenta sérios problemas com germinação na pré-colheita ocasionadas por excesso de chuva. SKERRITT e HEYWOOD (2000) propuseram a metodologia que detecta a ativação da alfa-amilase, presentes na semente, para caracterizar genótipos. Vários estudos citados por FRANCO et al. (2009) sugerem a utilização de câmaras de simulação de chuva para posterior avaliação dos genótipos de trigo. FRANCO et al. (2009) testaram uma metodologia de avaliação em câmara de simulação de chuva e concluíram que a metodologia permitia avaliar e selecionar genótipos de trigo com tolerância a germinação na espiga.

Metodologias como o retardamento de colheita e a determinação do conteúdo de lignina no tegumento de sementes, podem ser utilizadas com sucesso em programas de melhoramento genético de soja, visando obtenção de cultivares com sementes de melhor qualidade, maior tolerância à deterioração a campo e melhor armazenamento (FRANÇA NETO e KRZYZANOWSKI, 2003; SEDIYAMA et al., 2015).

Vários autores buscaram desenvolver metodologia para avaliar diferentes genótipos de soja frente a tolerância a chuva, seja através do retardamento da colheita (BRACCINI, 1993; GIURIZATTO et al., 2003; LIMA et al., 2007; GRIS et al., 2010; DINIZ et al., 2013; MATHIAS et al., 2015; ZUFFO et al., 2015; PÁDUA et al., 2015), simulação de chuva artificial (HUTH et al., 2013) ou avaliação em laboratório (LIMA et al., 2015).

O teste de retardamento de colheita é um teste muito utilizado para seleção de genótipos de soja. Em trabalho realizado na década de 70, Queiroz et al. (1978), os autores já relatavam redução de emergência de 74% a 12%, dependendo da cultivar analisada. O ensaio consistia em retardamento da colheita em até 40 dias. BRACCINI (1993) identificou diferentes graus de impermeabilidade de tegumento dentre cultivares de soja, altamente promissoras para manter a qualidade de sementes com retardamento de colheita, testando aos 15, 30 e 45 dias após estádio R8. O mesmo autor não encontrou nenhuma característica da semente ou tegumento que conferisse restrição à absorção de água de pelo tegumento ou legume. GIURIZATTO et al. (2003) identificaram diferença na qualidade fisiológica de nove genótipos de soja, colhido em R8 e 14 dias após este estádio. Verificaram também que o retardamento da colheita reduziu a germinação e vigor das sementes e aumentou a velocidade de embebição de água pelas sementes. LIMA et al. (2007) avaliaram quatro genótipos de soja em condição de retardamento de colheita e verificaram que o retardamento reduz a germinação e vigor das sementes. Constataram também que a deterioração da semente é mais influenciada pelo teor de lipoxigenase do que o teor de ácido linoleico. Em trabalho realizado em 2007/08, GRIS et al. (2010) não encontraram correlação entre teor de lignina e qualidade fisiológica de semente em trabalho realizado sob metodologia de retardamento de colheita. Apesar de terem encontrado diferenças de comportamento entre as cultivares testadas. Em estudo semelhante DINIZ et al. (2013) estudaram o retardamento de colheita avaliando oito genótipos de soja e verificaram redução de viabilidade e vigor no estádio R8+30 dias. Verificaram também diferenças entre os cultivares testados.

Em 2015 três trabalhos foram publicados no Congresso Brasileiro de Soja utilizando metodologia de retardamento da colheita em regiões edafoclimáticas. MATHIAS et al. (2015) estudaram retardamento de colheita na soja no município de Campos Novos-SC. A região é

muito propicia para produção de sementes, e os autores verificaram tratamentos com 100% de vigor, com colheita em R8 após dessecação. Contudo, com o retardamento da colheita em 10 dias, verificaram a perda de vigor de 24%. O rendimento de grãos não foi afetado. Os autores concluíram que o dano por “umidade” é um dos fatores que mais afetam o desempenho da qualidade de semente em soja. ZUFFO et al. (2015) conduziram trabalho em Lavras-MG visando avaliar o retardamento de colheita de soja. Verificaram maior taxa de germinação e maior vigor em R8 e decréscimo de mais de 20% em vigor e germinação, após 20 dias de retardamento da colheita. Não encontram diferença em rendimento de grãos e peso de mil sementes. Em avaliação em Uberaba-MG na safra 11/12, PADUA et al. (2015), estudaram o comportamento de quatro genótipos de soja sob o retardamento de colheita. Os resultados demonstraram perda de viabilidade, vigor e rendimento à medida que se retardava a colheita. Os autores observaram decréscimo de até 50% de vigor e 32% de perda de rendimento. Também evidenciaram diferenças de vigor e rendimento entre os genótipos testados, comprovando que existe variabilidade genética na cultura da soja para este caractere.

A metodologia de retardamento colheita pode ser considerada satisfatória para avaliar o efeito de condições adversas na qualidade de semente, qualidade de grãos e perda de rendimento. No entanto a técnica apresenta algumas deficiências. A técnica é muito dependente do ano climático, principalmente relacionada com precipitação e temperatura. Outro fator limitante é permitir avaliar estas características somente para um mesmo genótipo e não entre genótipos. Para poder comparar genótipos sobre esta metodologia as cultivares deveriam atingir o estágio R7 no mesmo período, assim estariam expostos ao mesmo período de tempo e mesmas condições climáticas.

Alguns testes de metodologia em casa de vegetação (chuva artificial) ou laboratório foram relatados. Para trigo estas metodologias são mais comuns e já se iniciaram alguns trabalhos com feijão. Para soja, HUTH et al. (2013) avaliaram o desempenho de duas cultivares sob condições de chuva artificial. As plantas foram colhidas no momento da maturação e após secas, foram armazenadas em condições controladas. Esta metodologia permitiu uniformizar a qualidade inicial dos genótipos independente do seu ciclo ou época de colheita. Os autores avaliaram velocidade de embebição como metodologia para diferenciar os genótipos. Não foram encontradas diferenças significativas entre os genótipos após 24 h de molhamento.

Outra metodologia testada visou avaliar o número de vagens germinadas após um teste de germinação em vagem em rolo de papel umedecido por 4, 8, 12 e 16 dias. LIMA et al. (2015) avaliaram 25 genótipos de soja colhidas na maturação fisiológica (R7) e armazenadas em ambiente controlado. Os autores encontraram variabilidade entre os genótipos avaliados, no

entanto os resultados não correlacionam com o que ocorre a campo e os autores sugeriram novos estudos com metodologias mais específicas.

2.3. Ferramentas para auxílio de seleção

Outras ferramentas vêm sendo estudadas para auxiliar na seleção de genótipos que apresentem características que permitam qualidade fisiológica de semente superior e melhor qualidade de grão. São as ferramentas em bioinformática e em fenômica.

Inúmeros estudos já foram realizados tentando identificar e mapear genes ou regiões genômicas envolvidas no controle de caracteres com resposta para melhor qualidade fisiológica de semente. DELLAGOSTIN et al (2011) realizaram trabalho visando analisar a dissimilaridade genética para caracteres morfológicos de sementes de soja e estimar a correlação com diferentes plataformas de marcadores moleculares (AFLP, SSR e RAPD). Concluíram que os marcadores AFLP são os mais eficientes para as características de semente. MERTZ, HENNING e ZIMMER (2009) utilizaram a técnica de cDNA-AFLP e identificaram 47 diferentes fragmentos de cDNA entre tegumentos de soja com diferentes estruturas de tegumento e teores de lignina. Os autores sugerem a utilizam destes fragmentos para construção de marcadores moleculares para seleção assistidas em programas de melhoramento genético, visando auxiliar na seleção de genótipos com maior qualidade fisiológica de sementes. HENNING et al. (2009) indicaram como promissores o uso dos marcadores moleculares *Satt094*, *Satt277*, *Satt324*, *Satt420* e *Satt424* para estudos relacionados ao tegumento e qualidade fisiológica de sementes de soja.

Os autores BAHRY e ZIMMER (2014) utilizaram a técnica de qPCR para analisar a expressão do gene *SGlu2* em tegumento de 4 cultivares de soja. O gene *SGlu2* codifica glucanases em tegumento de soja, proteínas estas envolvidas na defesa contra fatores bióticos. Os resultados demonstraram maior expressão do gene em cultivares de tegumento amarelo, quando comparadas com tegumento preto. ROSA et al. (2013) realizaram trabalho visando quantificar a expressão do gene *HPS* (Proteína Hidrofóbica da Soja) em sementes de soja com tegumento contrastante. Este gene está relacionado com a hidrofobicidade e pode ser considerado um fator que pode influenciar a impermeabilidade das sementes. Os resultados demonstraram maior expressão nas cultivares de tegumento preto quando comparadas com tegumento amarelo. BORGES et al. (2013) desenvolveram trabalho semelhante, desta vez visando identificar a expressão do gene *VLXC*, que codifica a enzima lipoxigenase vegetativa C, que está envolvidas na defesa de ataques de patógenos e condições de estresse abiótico. Os

resultados demonstraram maior expressão nas cultivares de tegumento preto quando comparadas com tegumento amarelo.

Em estudo realizado por MERTZ et al. (2013), os autores identificaram mutações na sequência da enzima lipoxigenase em genótipos de soja com tegumento preto. A identificação destas mutações abriram possibilidades para futuros trabalhos que associassem estas mutações com características de interesse em fisiologia de sementes.

Recentemente vem aumentando muito a utilização de tecnologias que envolvem robótica e automação para fenotipagem de sementes e grãos. Esta nova metodologia vem sendo denominada Fenômica. Dentre estas ferramentas, a análise de imagens é uma das opções já utilizada para avaliação de danos mecânicos em soja, permitindo avaliar com precisão danos mecânicos internos e externos, danos de umidade e ataque de insetos (FLOR et al., 2004). Os novos trabalhos em Fenômica oferecem a oportunidade de se avaliar o efeito de variantes alélicas mutantes e de ocorrência natural em todas as características fenotípicas de sementes e grãos. As principais linhas de trabalho estão baseadas em imagens, espectroscopia, transcritômica, proteoma, ionoma e metaboloma (GUSTIN e SETTLES, 2015).

No entanto, todas estas ferramentas de bioinformática e automação são úteis quando seus resultados se correlacionam com o que de fato acontece no campo. Outro fator que pode atrapalhar a utilização destas ferramentas é custo inicial de instalação de um laboratório com os equipamentos necessários para estas análises, o que inviabiliza sua utilização para obtentores de médio e pequeno porte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo consistiu na avaliação de 25 diferentes cultivares de soja frente ao excesso de umidade (chuva) e exposição a diferentes temperaturas no momento da colheita. A metodologia utilizada será descrita considerando quatro fases para auxiliar o entendimento.

3.1. FASE I: Produção das Plantas e uniformização da Maturação

O ensaio foi instalado no campo experimental da GDM Genética Ltda. no município de Passo Fundo, RS, coordenadas 28°19'03"S, 52°19'39"W (Figura 1).



Figura 1: Campo Experimental da GDM Genética Ltda onde foi instalado o ensaio para produção das sementes para o ensaio.

Cada genótipo foi semeado em parcelas de 4 linhas de 10 metros de comprimento, espaçadas a 0,5 metro entre si. A semeadura foi realizada no dia 04/12/2013 com adubação de 300 kg.ha⁻¹ de formulação NPK 4-30-30. Para semeadura foram utilizados trator John Deer e semeadora experimental Semeato SHP249. O manejo fitossanitário foi realizado com auxílio de trator John Deer e pulverizador Columbia. Os produtos utilizados estão descrito na Tabela 1. Para controle de plantas daninhas foi utilizado capina manual.

Tabela1: Aplicações de produtos fitossanitários, dosagens e dias após semeadura no ensaio para produção das sementes.

Aplicação	Produtos Comerciais / Dose	Dias Após Semeadura
1	Fox (0,35 l.ha ⁻¹) + Prêmio (0,1 l.ha ⁻¹) + Calciboro (1,5 l.ha ⁻¹) + Aller (1,0 l.ha ⁻¹)	34
2	Priori Xtra (0,35 l.ha ⁻¹) + Engeo Pleno (0,25 l.ha ⁻¹) + K-Bomber (1,0 kg.ha ⁻¹) + Aller (0,25 l.ha ⁻¹)	53
3	Priori Xtra (0,35 l.ha ⁻¹) + Orthene (1,0 kg.ha ⁻¹) + Nimbus (0,75 l.ha ⁻¹)	69
4	Priori Xtra (0,35 l.ha ⁻¹) + Portero (0,5 l.ha ⁻¹) + Engeo Pleno (0,25 l.ha ⁻¹) + Nimbus (0,75 l.ha ⁻¹)	78
5	Orkestra (0,4 l.ha ⁻¹) + Orthene (1,5 kg.ha ⁻¹) + Assist (0,5% v.v.)	94
6	Orkestra (0,4 l.ha ⁻¹) + Orthene (1,5 kg.ha ⁻¹) + Assist (0,5% v.v.)	108

Os genótipos utilizados para este trabalho foram escolhidos levando em consideração vários critérios, buscando diferentes grupos de maturidade (GM 47 a 75), obtentores mais representativos comercialmente, diferentes anos de lançamento dos cultivares (1998 a 2014), eventos biotecnológicos (convencional, RR1 e Intacta) e diferentes descritores fenológicos (cor de pubescência, cor de vagem, tipo de crescimento, cor do tegumento, etc). Alguns genótipos, como BMX Turbo RR, BMX Potência RR, CD202 e TP, foram escolhidos por estarem em estudos anteriores (HENNING, et al, 2009; MERTZ, HENNING & ZIMMER, 2009; MERTZ, et al, 2009; MERTZ, et al, 2013, HUTH, et al, 2013; BAHRY & ZIMMER, 2014).

Na Tabela 2 estão relacionados os 25 genótipos utilizados no trabalho bem como seus principais descritores fenológicos e na Tabela 3 os dados de registro e proteção no Ministério da Agricultura e Pecuária (RNC, 2015; SNPC, 2015).

Tabela 2: Genótipos de soja, número de proteção no SNPC, data de proteção no SNPC, número de registro no RNC, data de registro no RNC e obtentor .

Nº	Cultivar	Nº Proteção	Data Proteção	Nº Registro	Data Registro	Obtentor/Detentor
1	A 4725RG	987	29/12/2006	23347	16/06/2008	NIDERA SEMENTES LTDA
2	NS 4823	20120045	30/08/2011	24591	8/9/2008	NIDERA SEMENTES LTDA
3	5953RSF	20130211	13/03/2013	28782	8/12/2011	GDM GENÉTICA DO BRASIL
4	BMX ENERGIA RR	20090112	30/12/2008	24272	8/9/2008	GDM GENÉTICA DO BRASIL
5	DMARIO 58i	1024	7/5/2007	28599	15/03/2007	GDM GENÉTICA DO BRASIL
6	BMX ATIVA RR	20090111	30/12/2008	24274	8/9/2008	GDM GENÉTICA DO BRASIL
7	DMARIO 59i	em análise		28750	6/12/2011	GDM GENÉTICA DO BRASIL
8	BMX TURBO RR	20110092	30/12/2010	26252	31/12/2009	GDM GENÉTICA DO BRASIL
9	5958RSF IPRO	em análise		29553	20/06/2012	GDM GENÉTICA DO BRASIL
10	NK 412113	462	30/05/2003	12826	3/11/2002	SYNGENTA SEEDS LTDA
11	SYN1059 RR	20130216	13/03/2013	27252	24/09/2010	SYNGENTA SEEDS LTDA
12	NS 5959 IPRO	20130236	23/04/2013	29472	25/05/2012	NIDERA SEMENTES LTDA
13	6160RSF IPRO	em análise		30247	10/12/2012	GDM GENÉTICA DO BRASIL
14	NA 5909 RG	não protegida		24590	8/9/2008	NIDERA SEMENTES LTDA
15	6458RSF IPRO	20140114	16/01/2014	29558	6/6/2012	GDM GENÉTICA DO BRASIL
16	FPS URANO RR	1192	12/6/2008	22467	4/1/2008	GDM GENÉTICA DO BRASIL
17	6563RSF IPRO	20140119	15/07/2014	29560	6/6/2012	GDM GENÉTICA DO BRASIL
18	CD 202	não protegida		183	30/09/1998	COODETEC
19	NK 7059 RR	1123	10/12/2007	21783	22/05/2007	SYNGENTA SEEDS LTDA
20	M6410 IPRO	20130193	1/3/2013	29143	12/5/2011	MONSOY LTDA
21	6968RSF	em análise		30409	20/03/2013	GDM GENÉTICA DO BRASIL
22	BMX POTÊNCIA RR	1145	16/01/2008	22323	19/10/2007	GDM GENÉTICA DO BRASIL
23	7166RSF IPRO	em análise		30857	27/05/2013	GDM GENÉTICA DO BRASIL
24	8576RSF	20140117	16/01/2014	28780	8/12/2011	GDM GENÉTICA DO BRASIL
25	TP	não protegida	----	não registrada	-----	-----

Fonte: RNC (2015), SNPC (2015).

Tabela 3: Genótipos de soja, evento biotecnológico presente, tecnologia presente, grupo de maturidade (GM), tipo de crescimento (HC), cor da pubescência (PUB), cor da vagem (POD), cor do hilo (HILO), reação a peroxidase (PER) e cor do tegumento (TEG).

Nº	Genótipo	Evento Biotecnológico	Tecnologia	GM	HC ¹	PUB ²	POD ³	HILO ⁴	PER ⁵	TEG ⁶
1	A 4725RG	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	47	I	M	MM	PR	POS	AMA
2	NS 4823	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	49	I	M	MM	PR	POS	AMA
3	5953RSF	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	52	I	MC	MC	PR	NEG	AMA
4	BMX ENERGIA RR	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	53	I	C	CE	CIN	POS	AMA
5	DMARIO 58i	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	55	I	C	CE	AMA	POS	AMA
6	BMX ATIVA RR	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	56	D	C	CC	PI	NEG	AMA
7	DMARIO 59i	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	58	I	C	CC	MC	NEG	AMA
8	BMX TURBO RR	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	58	I	C	CE	MCI	POS/NEG	AMA
9	5958RSF IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	58	I	C	CC	MC	NEG	AMA
10	NK 412113	---	Soja Convencional	58	I	C	CC	MC	POS	AMA
11	SYN1059 RR	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	59	I	C	CC	MC	POS	AMA
12	NS 5959 IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	59	I	C	CC	PI	POS	AMA
13	6160RSF IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	60	I	C	CE	MC	NEG	AMA
14	NA 5909 RG	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	61	I	C	CC	PI	POS	AMA
15	6458RSF IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	61	I	C	CC	MC	NEG	AMA
16	FPS URANO RR	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	63	I	C	CC	MC	POS	AMA
17	6563RSF IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	63	I	C	CC	MC	POS	AMA
18	CD 202	---	Soja Convencional	63	I	C	CC	MC	----	AMA
19	NK 7059 RR	GTS-40-3-2	Soja RoundupReady	64	I	C	CC	MC	POS	AMA
20	M6410 IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	64	I	C	CC	PI	NEG	AMA
21	6968RSF	GTS-40-3-4	Soja RoundupReady	66	I	C	CC	PI	POS	AMA
22	BMX POTÊNCIA RR	GTS-40-3-5	Soja RoundupReady	67	I	C	CC	MC	POS	AMA
23	7166RSF IPRO	MON87701 x MON89788	Soja Intacta RR2PRO	67	I	C	CC	MC	NEG	AMA
24	8576RSF	GTS-40-3-7	Soja RoundupReady	76	I	C	CE	PI	POS	AMA
25	TP	---	Soja Convencional	75	I	M	MC	PR	----	PR

Fonte: RNC (2015), SNPC (2015).

¹ HC: I (Indeterminado), D (Determinado); ²PUB: C (Cinza), MC (Marrom Clara), M (Marrom); ³POD: CC (Cinza Clara), CE (Cinza Escura), MC (Marrom Clara), MM (Marrom Média),

⁴HILO: AMA (Amarelo), CIN (Cinza), MC (Marrom Claro), PI (Preto Imperfeito) PR (Preto); ⁵PER: POS (Positiva), NEG (Negativa), POS/NEG (Positiva e Negativa); ⁶TEG: AMA (Amarelo), PR (Preto).

O desenvolvimento da cultura ocorreu sem períodos de estiagem prolongada ou altas temperaturas, principalmente na fase de enchimento de grão (R6 a R7). A colheita foi realizada quando as plantas estavam entre os estádios R7 e R8 (Figura 2), visando a homogeneização da qualidade de sementes dos genótipos com diferentes grupos de maturidade. No período da colheita as temperaturas não ultrapassaram os 32°C e as chuvas que ocorreram atingiram os genótipos somente antes de R7 (Figura 3).

Foram coletas 500 plantas de cada genótipo, amaradas em feixes e levadas a secador para finalizar a secagem das plantas. Foi utilizado secador Maquinarium e as plantas foram secas até as sementes atingirem entre 12 e 13% de umidade. Após secas as plantas foram armazenadas em câmara fria a 18°C de temperatura e 30% de umidade. A colheita das plantas foi realizada entre os dias 25/03/2014 e 07/04/2014, segundo o grupo de maturidade de cada genótipo (Tabela 4).



Figura 2: Estágio de colheita das plantas (entre R7 e R8) dos genótipos BMX Energia RR (colheita 23/03) e BMX Potência RR (colheita 07/04).

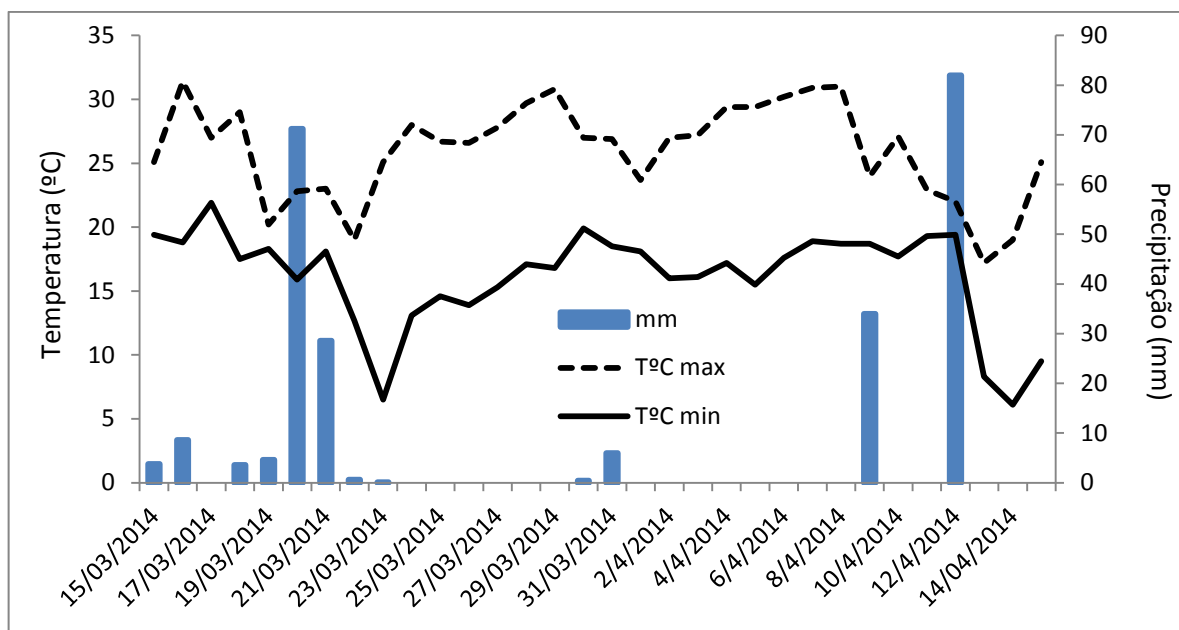


Figura 3: Temperatura mínima, temperatura máxima e precipitação registradas na Estação Meteorológica de Passo Fundo de 15/03/14 a 15/04/14. Fonte: Adaptado INMET, 2014.

Tabela 4: Genótipos de soja, grupo de maturidade (GM) e data da colheita das plantas.

Nº	Genótipo	GM	Data da Colheita
1	A 4725RG	47	25/03/2014
2	NS 4823	49	25/03/2014
3	5953RSF	52	26/03/2014
4	BMX ENERGIA RR	53	26/03/2014
5	DMARIO 58i	55	26/03/2014
6	BMX ATIVA RR	56	27/03/2014
7	DMARIO 59i	58	29/03/2014
8	BMX TURBO RR	58	29/03/2014
9	5958RSF IPRO	58	29/03/2014
10	NK 412113	58	31/03/2014
11	SYN1059 RR	59	31/03/2014
12	NS 5959 IPRO	59	29/03/2014
13	6160RSF IPRO	60	02/04/2014
14	NA 5909 RG	61	02/04/2014
15	6458RSF IPRO	61	02/04/2014
16	FPS URANO RR	63	04/04/2014
17	6563RSF IPRO	63	04/04/2014
18	CD 202	63	07/04/2014
19	NK 7059 RR	64	07/04/2014
20	M6410 IPRO	64	07/04/2014
21	6968RSF	66	07/04/2014
22	BMX POTÊNCIA RR	67	07/04/2014
23	7166RSF IPRO	67	07/04/2014
24	8576RSF	76	07/04/2014
25	TP	75	07/04/2014

3.2. FASE II: Ensaios de simulação de chuva e temperatura

Uma amostra de cada um dos 25 genótipos foi retirada e trilhada gerando uma volume de sementes para avaliar a qualidade fisiológica inicial. Foi realizado o teste de primeira contagem em rolo de papel com leitura em 5 dias. Para cada amostra foram montados quatro rolos com 50 sementes cada para cada repetição. As sementes foram colocadas nos rolos através de um tabuleiro contador de sementes. Com as sementes já colocadas, os rolos eram montados e unidos por elástico, posteriormente levados para o germinador, regulado a uma temperatura de 25°C. Ao quinto dia foi realizada a avaliação, em que se avaliava a quantidade de plântulas normais, anormais e mortas. Este teste seguiu as Regras de Análises de Sementes (RAS), descrita em BRASIL (2009). Comprovado a alto vigor dos lotes, prosseguiu-se o estudo.

O delineamento experimental escolhido para o trabalho foi fatorial 4 x 25 com 3 repetições. Foram 25 genótipos de soja avaliados sob a condição de quatro tratamentos envolvendo chuva artificial e diferentes gradientes de temperatura diurnos. Os tratamentos foram compostos pelas seguintes composições durante 3 dias consecutivos:

Ensaio 1 – Sem chuva, temperatura diurna entre 25 e 30°C (testemunha).

Ensaio 2 – Chuva artificial contínua (20 mm.dia⁻¹), temperatura diurna entre 25 e 30°C.

Ensaio 3 – Sem chuva, temperatura diurna entre 32 e 35°C.

Ensaio 4 – Chuva Artificial intercalada 2 em 2 horas (15 mm.dia⁻¹), temperatura diurna entre 32 e 35°C.

Estes ensaios foram implementados nas casas de vegetação da GDM Genética do Brasil em Cambé-PR. A chuva artificial foi criada a partir de nebulizadores e a temperatura controlada através do painel de controle das casas. Para cada ensaio foi coletado a informação da temperatura máxima e mínima a cada duas horas. As medições foram realizadas das 8 horas até as 18 horas. Os resultados das médias das temperaturas podem ser observados na Figura 4. A temperatura noturna foi mantida entre 15 e 20°C para todos os ensaios. Os ensaios foram realizados entre os dias 23 e 28/06/2014.

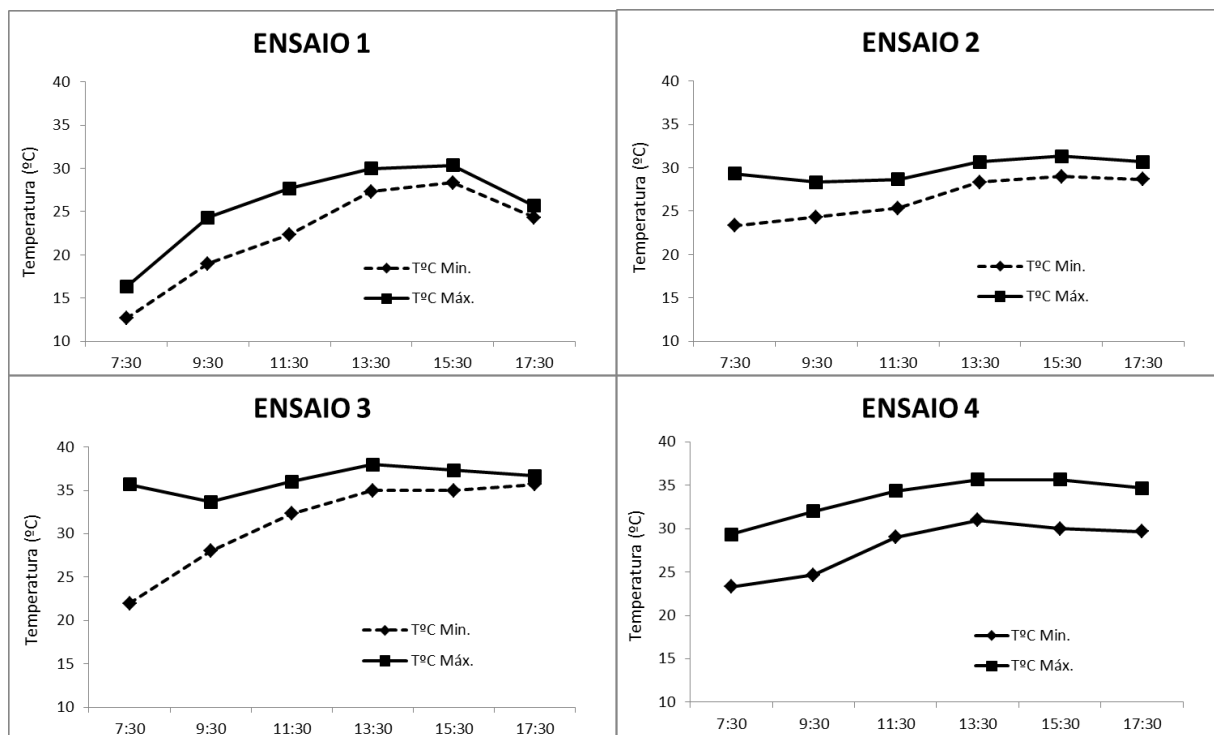


Figura 4: Média de três dias da temperatura mínima e temperatura máxima (°C) verificada a cada 2 h para cada ensaio do estudo.

Cada repetição foi composta por 20 plantas de soja, fixadas em tubetes com areia. As plantas foram distribuídas em duas fileiras de 10 plantas (Figura 5).



Figura 5: Montagem dos ensaios nos tubetes com areia e ensaio com chuva artificial (Ensaio 2) na casa de vegetação em Cambé-PR.

Finalizado os ensaios as plantas foram retiradas dos tubetes e secadas em secador Maquinarium até atingirem 12 a 13°C de umidade. Os valores de umidade da semente foram verificados através de um determinador de umidade da marca Celmi. Após secas as plantas

foram trilhadas em trilhadora de plantas individuais, marca Maquinarium, com esteiras de borracha para evitar danos mecânicos. As sementes foram armazenadas em câmara fria a 18°C de temperatura e 30% de umidade até a execução dos testes de germinação e vigor.

3.3. FASE III: Avaliações de qualidade fisiológica de semente

As avaliações de qualidade fisiológica de semente foram realizadas no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual de Londrina – UEL, entre os dias 15/07/2014 e 30/09/2014.

As avaliações realizadas foram: Massa de 1000 Sementes, Primeira Contagem, Germinação, Envelhecimento Acelerado, Condutividade Elétrica, Peso e Comprimento da parte aérea da plântula e Peso e Comprimento do sistema radicular. As instruções para a maioria dos teste estão descritas na Regra de Análise de Sementes, BRASIL (2009).

3.3.1. Massa de 1000 Sementes

Para determinar o massa de mil sementes foram contadas 8 repetições de 100 sementes por amostra (ensaio/genótipo/repetição) e tiveram sua massa determinada com auxílio de balança de precisão. As médias finais foram expressas em gramas.

3.3.2. Primeira Contagem e Germinação

Para cada amostra foram montados quatro rolos com 50 sementes cada. As sementes foram colocadas sobre o papel através de um tabuleiro contador de sementes. O papel era umedecido com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel. Com as sementes já colocadas, os rolos eram montados e unidos por elástico, posteriormente indo para o germinador (Modelo: Germinador De Leo), com temperatura de 25°C. Ao quinto dia era feita a primeira contagem, em que se avaliava a quantidade de plântulas normais, anormais e mortas. Terminada avaliação os rolos eram novamente montados e levados ao germinador. Ao oitavo dia se fez uma nova leitura utilizando os mesmos critérios. Os valores da leitura são expressos em porcentagem. Terminada a avaliação, separavam-se 10 plântulas normais de cada rolo (totalizando 40 plântulas por amostra) para a determinação da matéria seca e comprimento de plântula.

3.3.3. Envelhecimento Acelerado

Como teste de vigor foi escolhido o teste de envelhecimento acelerado (BRASIL, 2009). Para a montagem desse experimento foram utilizadas caixas tipo Gerbox e suporte de tela de

2mm, sobre a qual as sementes eram distribuídas 200 sementes de cada amostra de modo a evitar sobreposição. No fundo do Gerbox foi colocado aproximadamente 40 mL de água. Os Gerbox montados foram submetidos a uma temperatura de 41°C em B.O.D. (Modelo: IncubatorGerminator LS – LogenScientific), por 48 horas, tomando o cuidado de colocar e tirar todas as amostras ao mesmo tempo da B.O.D. A seguir, procedeu-se o teste de germinação das sementes com leitura aos 8 dias.

3.3.4. Condutividade Elétrica

Para a montagem desse experimento foram utilizados copos de plástico, condutivímetro, água destilada e B.O.D. No copo plástico foram colocadas 50 sementes, e após medida a massa, eram adicionadas 75 mL de água destilada. As amostras ficavam na B.O.D. por 24 horas, a uma temperatura de 25°C. Após este período, todas as amostras eram retiradas de uma só vez da B.O.D. e medida sua condutividade com o auxílio de um condutivímetro (Modelo: WaterproofTester HI98311). A cada leitura de uma amostra, o eletrodo do aparelho era lavado com água destilada para não interferir no resultado das amostras seguintes. A leitura verificada foi dividida pela massa de cada amostra, obtendo-se o resultado final em Microsiemens por centímetro por grama - $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (VIERA & KRZYZANOWSKI, 1999).

3.3.5. Massa Seca e comprimento de parte aérea e sistema radicular de plântula

Separadas as dez plântulas de cada rolo da amostra, as mesmas eram cortadas (separando assim a parte aérea das raízes e descartando os cotilédones), medidas, identificadas e colocadas em saquinhos de papel e levadas a estufa de ventilação forçada por 48 horas a 60°C (Modelo: Estufa Biopar S150SA). Passado esse período, as amostras eram levadas até a Sala de Balanças do Laboratório de Fitotecnia, onde se encontrava a balança de precisão (Modelo: Shimadzu AY220) para a pesagem. De início a balança era tarada com um saquinho e então as medidas eram feitas.

3.3.6. Análise Estatística

Para todos os testes foi utilizado delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados. Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade de erro. Para os procedimentos analíticos empregou-se o pacote computacional Assistat versão 7.7 beta 2015 (ASSISTAT, 2015).

3.4. FASE IV: Avaliação de características de vagens e qualidade de grão

Foram separadas duas amostras de cada genótipo obtido na Fase I deste estudo. A primeira amostra consistiu em 300 vagens coletadas aleatoriamente das plantas armazenadas e a segunda amostra consistiu em 6 plantas de cada genótipo. Estas amostras foram direcionadas a dois estudos: o primeiro para avaliar a relação da massa de vagem por grão e massa de vagem por massa de grãos e o segundo para avaliar germinação na vagem e grãos avariados.

3.4.1. Avaliação de características de vagens

A amostra de 6 plantas foram divididas em 3 repetições com 2 plantas cada. As vagens foram retiradas manualmente da planta, contadas e trilhadas manualmente. Após a trilha as sementes também foram contadas. As vagens e as sementes foram colocadas separadamente em pacotes de papel pardo, identificadas e levadas a estufa de ventilação forçada por 24 horas a 60°C (Modelo: Estufa Biopar S150SA). Passado esse período, as amostras eram levadas até a Sala de Balanças do Laboratório de Fitotecnia, onde se encontrava a balança de precisão (Modelo: Shimadzu AY220) para a pesagem. De início a balança era tarada com um saquinho e então as medidas eram feitas. Com estes valores calculou-se a relação de massa seca de vagem por massa seca de grãos e massa seca de vagem por número de grãos.

3.4.2. Avaliação vagens germinadas e qualidade de grão

As amostras de vagens de cada genótipo foram divididas em 3 ensaios com períodos diferentes de exposição a umidade. Cada ensaio foi composto por 4 repetições com 20 vagens em cada repetição. As vagens foram colocadas sobre papel umedecido com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel. Com as vagens já colocadas, os rolos eram montados e unidos por elástico, posteriormente acondicionadas em germinador (Modelo: Germinador De Leo), com temperatura de 25°C (Figura 6). O primeiro ensaio foi retirado no primeiro dia após acondicionamento em germinador, o segundo ensaio ao terceiro dia e o terceiro ensaio ao quinto dia. Os rolos foram abertos e se avaliou o número de vagens abertas e o número de vagens germinadas. Terminadas estas avaliações, as vagens foram colocadas em pacotes de papel pardo, identificadas e levadas à estufa de ventilação forçada por 24 horas a 60°C (Modelo: Estufa Biopar S150SA). Em seguida as vagens foram trilhadas, limpas e procedeu-se a avaliação de grãos avariados em cada amostra, segundo classificação em BRASIL (1983). Os dados estão expressos em porcentagem.



Figura 6: Montagem do ensaio de vagens.

3.4.3. Análise Estatística

Para todos os testes foi utilizado delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados. Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade de erro. Para correlação utilizou-se o teste de valor de correlação de Pearson. Para os procedimentos analíticos empregou-se o pacote computacional Assistat versão 7.7 beta 2015 (ASSISTAT, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4. 1. Resultados de qualidade fisiológica de semente – FASE III

Para avaliar a qualidade fisiológica inicial e garantir que todos os lotes de semente utilizados apresentavam alto vigor, foi realizado o teste de primeira contagem. Os resultados do teste podem ser verificados na Tabela 5 e comprovam que todos os lotes de semente eram de alto vigor, apresentando vigor entre 94 e 100%

Tabela 5: Teste de primeira contagem aos 5 dias (%) dos 25 genótipos a serem utilizados para os ensaios.

Nº	Genótipo	GM	Germinação (%)
1	A 4725RG	47	95
2	NS 4823	49	94
3	5953RSF	52	95
4	BMX ENERGIA RR	53	99
5	DMARIO 58i	55	99
6	BMX ATIVA RR	56	95
7	DMARIO 59i	58	94
8	BMX TURBO RR	58	96
9	5958RSF IPRO	58	97
10	NK 412113	58	94
11	SYN1059 RR	59	97
12	NS 5959 IPRO	59	98
13	6160RSF IPRO	60	96
14	NA 5909 RG	61	100
15	6458RSF IPRO	61	99
16	FPS URANO RR	63	100
17	6563RSF IPRO	63	99
18	CD 202	63	97
19	NK 7059 RR	64	99
20	M6410 IPRO	64	99
21	6968RSF	66	99
22	BMX POTÊNCIA RR	67	98
23	7166RSF IPRO	67	95
24	8576RSF	76	99
25	TP	75	98

De forma geral o Ensaio3 (sem chuva e temperatura entre 32 e 35°C) e o Ensaio 4 (chuva artificial intercalada e temperatura entre 32 e 35°C), apresentaram poucas variáveis com diferenças significativas, quando comparada ao Ensaio 1 (sem chuva e temperatura entre 25 e 30°C). Pode-se deduzir que para este estudo as temperaturas mais altas utilizadas não apresentaram o efeito esperado pela hipótese inicial. O Ensaio 2 (chuva artificial continua e

temperatura entre 25 e 30°C) diferenciou-se dos demais ensaios em quase todas variáveis, demonstrando que para este estudo a umidade contínua (chuva artificial) foi o fator mais importante. GRIS et al. (2010) em trabalho realizado com a metodologia de retardamento de colheita observou perda de qualidade de semente com o retardamento da colheita para alguns genótipos e concluiu que a principal causa foi a flutuação da umidade relativa do ar entre o dia e a noite, fato este observado com temperaturas mais amenas.

COSTA et al. (2005) citam a deterioração da umidade como o principal causador de redução de qualidade, apresentando maiores danos mecânicos e maior ataque de fungos. Os mesmos autores citam trabalho de TEKRONY et al. (1980) que mesmo com temperaturas em torno de 22,2°C já observaram perdas de vigor após estágio R8, mesmo sem a incidência de chuva.

Entre os 25 genótipos avaliados observou-se uma maior separação em grupos com diferença significativa. Diversos autores concluíram que as cultivares tem respostas diferentes quando expostas ao retardamento da colheita. Nem sempre sementes de alta qualidade na colheita apresentam maior tolerância a deterioração com o atraso da colheita ou a exposição à umidade (BRACCINI, 1993; COSTA et al., 2005; CAVARIANI et al., 2009; GRIS et al., 2010; PADUA et al., 2015).

Para massa de 1000 sementes – PMS (Tabela 6), não foi observada diferença a 5% de significância para interação entre Ensaios e Genótipos. Para o fator ensaios, observou-se diferença significativa pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, sendo que todos os ensaios diferiram entre si, sendo o Ensaio 3 superior aos demais (163,2 gr), seguido respectivamente pelo Ensaio 4 (160,4 gr), Ensaio 1 (154,2 gr) e Ensaio 2 (151,2 gr). Os tratamentos com maiores temperaturas em pré-colheita apresentaram maior massa de 1000 sementes.

ZUFFO et al. (2015) relataram resultados diferentes. Em estudo de retardamento de colheita sobre a cultivar BRS820 RR com os seguintes momentos de colheita R8-5 dias, R8, R8+5 dias, R8+10, R8+15, R8+20, R8+25 e R8+30, não observaram diferença significativa para massa de 1000 sementes entre os diferentes momentos de colheita. Dados semelhantes forma relatados por GRIS et al. (2010), onde não encontraram diferença significativa para massa de 1000 sementes quanto retardaram a colheita de R8 para R8+20 dias. Verificaram diferença significativa entre os tratamentos e o estágio R7, o qual apresentou os maiores valores. Já HENNING et al. (2010) observaram que lotes de semente da mesma cultivar com maior vigor apresentavam maior massa de 1000 grãos. As três cultivares testadas pelos autores se diferenciaram significativamente os lotes de alto vigor dos de baixo vigor para a características massa de 1000 grãos.

No fator genótipo observou-se a formação de 8 grupos distintos, diferindo significativamente pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. O grupo com maior PMS foi composto por um único genótipo 6458RSF, o seguinte grupo por quatro genótipos A4725RG, BMS TURBO RR, 5958RSF IPRO e NK412113, o terceiro grupo por NS4823, DMARIO58i e 6968RSF, o quarto grupo por BMX ENERGIA RR, NS5959 IPRO, 6160RSF IPRO e 6563RSF IPRO, o quinto grupo por BMX ATIVA RR, DMARIO59i, NA5909RG, CD202, NK7059 RR e 8576RSF, o sexto 5953RSF, SYN1059RR, FPS URANO RR e BMX POTÊNCIA RR, o sétimo por 7166RSF IPRO e TG, e o último formado somente por M6410 IPRO com o menor PMS.

Esta diferença entre genótipos para a característica de massa de grãos é esperada, uma vez que esta característica é determinada por fatores genéticos intrínsecos de cada genótipo.

No teste de germinação - G8 (Tabela 7) observou-se diferença significativa a 5% para interação entre os Ensaios e Genótipos. No Ensaio 2, a cultivar DMARIO59i apresentou o menor valor para germinação, 81%, sendo diferente significativamente de todos os Genótipos e diferenciando-se também dentro dos Ensaios, sendo o resultado do Ensaio 2 menor e diferente significativamente dos demais. Com estes resultados pode-se concluir que esta cultivar apresenta baixa tolerância à chuva no período de pré-colheita, fato este que já pode ser observado a campo, através de relatos de produtores de sementes que multiplicam esta cultivar.

As cultivares NS4823 e FPS URANO RR apresentaram desempenho semelhante, diferenciando-se somente da DMARIO59i no Ensaio 2 e apresentando diferença entre os Ensaios. Ambos os materiais apresentaram diferença estatística do Ensaio 2 quando comparado aos demais ensaios. Estes dados nos levam a concluir que a chuva em pré-colheita afetou a qualidade de semente e conseqüentemente reduziu o potencial de germinação destes genótipos.

A cultivar A4725RG apresentou diferença significativa para o fator Ensaios, sendo os Ensaios 2 e Ensaio 4, que apresentaram menor germinação, iguais entre si e diferenciando-se dos demais ensaios. Ambos os Ensaios (2 e 4) tem chuva artificial como a condição principal de avaliação, demonstrando a pouca tolerância a chuva deste material.

BRACCINI (1993) ao testar 15 cultivares ao retardamento de colheita aos 15, 30 e 45 após o R8, observou diferentes graus de impermeabilidade do tegumento e identificou cultivares altamente promissoras em manter a qualidade fisiológica das sementes com o retardamento. O mesmo autor verificou tendência em aumentar absorção de água com o retardamento da colheita, no entanto, observou diferença neste aspecto entre as cultivares estudadas e relacionou a maior impermeabilidade do tegumento.

Tabela 6: Massa de 1000 Sementes – PMS (gramas) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Média	
A 4725RG	173,1	176,8	176,3	181,5	176,9	b
NS 4823	167,1	160,0	173,2	175,9	169,1	c
5953RSF	143,5	146,2	148,1	147,0	146,2	f
BMX ENERGIA RR	154,4	156,7	170,1	159,2	160,1	d
DMARIO 58i	157,5	159,9	168,1	174,5	165,0	c
BMX ATIVA RR	151,6	137,4	160,8	159,2	152,3	e
DMARIO 59i	146,3	141,1	156,6	154,1	149,5	e
BMX TURBO RR	169,7	169,1	186,4	190,5	178,9	b
5958RSF IPRO	152,2	153,5	165,7	164,5	159,0	b
NK 412113	170,9	171,9	184,6	179,5	176,7	b
SYN1059 RR	143,5	142,4	153,7	150,0	147,4	f
NS 5959 IPRO	165,7	153,5	167,2	160,8	161,8	d
6160RSF IPRO	158,9	155,2	163,6	166,1	160,9	d
NA 5909 RG	153,8	151,5	160,9	155,5	155,4	e
6458RSF IPRO	193,1	188,9	200,0	191,3	193,3	a
FPS URANO RR	144,1	139,5	151,9	140,4	144,0	f
6563RSF IPRO	159,4	153,5	173,7	163,5	162,5	d
CD 202	143,1	141,7	155,9	163,0	150,9	e
NK 7059 RR	150,6	143,3	154,6	155,8	151,1	e
M6410 IPRO	125,4	126,8	136,4	122,8	127,8	h
6968RSF	165,8	162,4	175,6	172,5	169,1	c
BMX POTÊNCIA RR	142,5	136,0	150,4	143,8	143,2	f
7166RSF IPRO	135,7	133,2	141,2	132,6	135,7	g
8576RSF	151,7	148,8	162,5	160,7	155,9	e
TG	136,6	130,2	143,8	145,4	139,0	g
Média	154,2	151,2	163,2	160,4	157,3	
CV%	4,32					

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

SOUZA e MARCO FILHO (2001) afirmam que reconhecer a variabilidade básica da constituição física morfológica, química e anatômica do legume e tegumento de uma espécie é requisito básico para o desenvolvimento de testes de avaliação assim como tornara produção e processos mais eficientes.

O estudo do comportamento e desempenho de diferentes genótipos vem de encontro à necessidade de geração de variabilidade e seleção de genótipos com características superiores que permitam aumentar o rendimento de grãos e a qualidade fisiológica de semente.

Tabela 7: Germinação aos 8 dias - G8 (%) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Média	
A 4725RG	96	Aa	86	Ba	99	Aa	91	Ba	93	B
NS 4823	96	Aa	87	Ba	95	Aa	97	Aa	94	B
5953RSF	100	Aa	95	Aa	100	Aa	99	Aa	98	A
BMX ENERGIA RR	100	Aa	95	Aa	99	Aa	99	Aa	99	A
DMARIO 58i	100	Aa	99	Aa	100	Aa	99	Aa	99	A
BMX ATIVA RR	97	Aa	89	Aa	98	Aa	94	Aa	95	B
DMARIO 59i	99	Aa	81	Bb	100	Aa	99	Aa	95	B
BMX TURBO RR	99	Aa	92	Aa	99	Aa	99	Aa	97	A
5958RSF IPRO	100	Aa	94	Aa	100	Aa	99	Aa	98	A
NK 412113	100	Aa	96	Aa	100	Aa	99	Aa	99	A
SYN1059 RR	100	Aa	93	Aa	100	Aa	99	Aa	98	A
NS 5959 IPRO	100	Aa	97	Aa	98	Aa	99	Aa	98	A
6160RSF IPRO	98	Aa	97	Aa	100	Aa	99	Aa	99	A
NA 5909 RG	99	Aa	95	Aa	98	Aa	97	Aa	97	A
6458RSF IPRO	100	Aa	91	Aa	96	Aa	96	Aa	96	A
FPS URANO RR	99	Aa	83	Ba	98	Aa	97	Aa	96	A
6563RSF IPRO	99	Aa	95	Aa	99	Aa	99	Aa	98	A
CD 202	99	Aa	92	Aa	98	Aa	99	Aa	97	A
NK 7059 RR	100	Aa	93	Aa	99	Aa	99	Aa	98	A
M6410 IPRO	99	Aa	95	Aa	100	Aa	100	Aa	99	A
6968RSF	99	Aa	96	Aa	99	Aa	100	Aa	98	A
BMX POTÊNCIA RR	98	Aa	95	Aa	100	Aa	97	Aa	98	A
7166RSF IPRO	100	Aa	98	Aa	99	Aa	99	Aa	99	A
8576RSF	98	Aa	99	Aa	99	Aa	99	Aa	99	A
TG	100	Aa	98	Aa	100	Aa	99	Aa	99	A
Média	98	A	93	B	99	A	98	A	97	
CV%	5,45									

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

Foram utilizados três testes para avaliar o vigor de sementes dos tratamentos deste estudo: Primeira Contagem – G5 (Tabela 8), Envelhecimento Acelerado – EA (Tabela 9) e Teste de Condutividade Elétrica – CE (Tabela 10). Os três testes não apresentaram diferença a 5% de significância para interação entre os Ensaios e Genótipos, no entanto apresentaram diferenças para o fator Genótipo e para o fator Ensaios.

Para o teste G5 (Tabela 8), o Ensaio 2 apresentou valor de 92% diferenciando-se dos demais ensaios. Os demais ensaios ficaram com média de germinação de 98%, 98% e 97%, respectivamente para Ensaio 1, Ensaio 3 e Ensaio 4.

ZUFFO et al., (2015) em estudo com retardamento da colheita observaram redução significativa da viabilidade após 5 dias de retardamento, chegando a atingir 30% de redução aos 30 dias de retardamento.

Os genótipos para o G5 foram separados em dois grupos diferentes entre si. O grupo com as maiores valores de germinação, com valores entre 95% e 99%, foi composto pelos genótipos: 5953RSF, BMX ENERGIA RR, DMARIO58i, BMX TURBO RR, 5958RSF IPRO, NK412113, SYN1059RR, NA5959 IPRO, 6160RSF IPRO, NA5909RG, 6458RSF IPRO, 6563RSF IPRO, CD202, NK7059RR, M6410 IPRO, 6968RSF, BMX POTÊNCIA RR, 7166RSF IPRO, 8476RSF e TG. O grupo com menor valores, entre 92% e 94%, formados pelas cultivares A4725RG, NS4823, BMX ATIVA RR, DMARIO59i e FPS URANO RR.

Tabela 8: Primeira Contagem – G5 (%) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Média	
A 4725RG	96	86	98	90	92	b
NS 4823	96	87	95	96	94	b
5953RSF	99	95	100	98	98	a
BMX ENERGIA RR	100	95	98	98	98	a
DMARIO 58i	99	98	99	98	98	a
BMX ATIVA RR	95	89	97	92	93	b
DMARIO 59i	99	81	100	99	94	b
BMX TURBO RR	98	91	99	97	96	a
5958RSF IPRO	100	94	99	98	98	a
NK 412113	99	95	99	97	98	a
SYN1059 RR	99	93	99	98	97	a
NS 5959 IPRO	99	96	98	98	98	a
6160RSF IPRO	97	96	100	98	98	a
NA 5909 RG	97	93	97	94	95	a
6458RSF IPRO	99	91	96	97	97	a
FPS URANO RR	98	88	97	96	94	b
6563RSF IPRO	99	95	98	98	97	a
CD 202	98	92	97	98	96	a
NK 7059 RR	100	93	99	98	97	a
M6410 IPRO	99	98	99	98	99	a
6968RSF	97	96	99	99	98	a
BMX POTÊNCIA RR	98	94	99	96	97	a
7166RSF IPRO	98	96	98	97	97	a
8576RSF	96	98	97	98	97	a
TG	99	98	99	98	98	a
Média	98	A 92	B 98	A 97	A 96	
CV%	5,56					

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

Para Envelhecimento Acelerado – EA (Tabela 9), o Ensaio 2 apresentou valor de 91% de vigor diferenciando-se dos demais ensaios. Os três ensaios restantes apresentaram médias idênticas com valor de 97%.

Vários autores observaram redução do vigor de sementes com o retardamento da colheita e respostas diferentes entre cultivares. Estes autores atribuem este fato principalmente a desidratação e hidratação cíclicas da semente, como principal causa da perda de qualidade das sementes (COSTA et al., 2005; GRIS et al., 2010; MATHIAS et al., 2015;

GRIS et al., (2010) compararam colheita em R8 com colheita em R8 + 20 dias, observaram cultivares que reduziram o vigor de 98% a 92%, no entanto não diferindo estatisticamente. Também observaram cultivares que reduziram o vigor de 99% a 76% diferindo significativamente entre si. PADUA et al. (2015) observaram reduções drásticas de vigor com 14 dias de retardamento. Também identificaram genótipos que apresentaram menor redução de vigor mesmo com 21 dias de retardamento de colheita. Os autores verificaram redução do rendimento de grãos com o retardamento da colheita MATHIAS et al., (2015) observaram redução de 25% no vigor com retardamento de colheita de 10 dias. No entanto não observaram redução de rendimento de grãos.

Os genótipos foram separados em dois grupos diferentes entre si. O grupo com as maiores valores de vigor, com valores entre 95% e 98%, foi composto pelos genótipos: 5953RSF, BMX ENERGIA RR, DMARIO58i, BMX ATIVA RR, BMX TURBO RR, 5958RSF IPRO, NK412113, SYN1059RR, NA5959 IPRO, 6160RSF IPRO, NA5909RG, 6458RSF IPRO, 6563RSF IPRO, CD202, NK7059RR, M6410 IPRO, 6968RSF, BMX POTÊNCIA RR, 7166RSF IPRO, 8476RSF e TG. O grupo com menor valores, entre 89% e 94%, formado pelas cultivares A4725RG, NS4823, DMARIO59i e FPS URANO RR.

Alguns autores relacionam estas respostas de perda de vigor a características do tegumento como cor escura (GIURIZATTO et al., 2003; SANTOS et al., 2007; MERTZ et al., 2009). Um dos genótipos deste estudo apresentava cor de tegumento preto (TG), no entanto não foi observada diferença significativa para grande parte dos outros genótipos estudados. FRANÇA NETO et al. (1999) e MENEZES et al. (2009) observaram que os genótipos com maior teor de lignina também apresentaram melhor qualidade fisiológica de sementes. De forma geral maior teor de lignina no tegumento confere maior resistência ao dano mecânico.

No entanto SANTOS et al. (2007) e GIURIZATTO et al. (2003) relataram em seus trabalhos que cultivares com tegumento amarelo podem apresentar melhor qualidade fisiológica que tegumentos escuros (marrom ou preto). Estes trabalhos sugerem que características como qualidade fisiológica não podem ser determinadas somente pela alteração da cor de tegumento

ou pela quantidade de lignina no tegumento. Os dois grupos de autores observaram diferentes comportamentos entre distintos genótipos, comprovando variabilidade genética para qualidade fisiológica de semente, quando exposto ao excesso de chuva na pré-colheita.

Tabela 9: Envelhecimento Acelerado (%) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Média	
A 4725RG	95		77		97		88		89 b	
NS 4823	94		81		98		94		91 b	
5953RSF	97		89		99		95		95 a	
BMX ENERGIA RR	97		95		98		98		97 a	
DMARIO 58i	97		97		98		97		98 a	
BMX ATIVA RR	98		94		98		96		97 a	
DMARIO 59i	98		86		99		98		94 b	
BMX TURBO RR	97		93		97		95		95 a	
5958RSF IPRO	95		94		97		97		96 a	
NK 412113	97		93		98		97		96 a	
SYN1059 RR	97		89		99		98		96 a	
NS 5959 IPRO	97		92		95		96		95 a	
6160RSF IPRO	98		93		92		97		95 a	
NA 5909 RG	96		92		96		98		95 a	
6458RSF IPRO	96		94		98		100		97 a	
FPS URANO RR	94		84		98		93		92 b	
6563RSF IPRO	96		89		99		97		95 a	
CD 202	97		89		94		98		94 a	
NK 7059 RR	98		90		98		97		96 a	
M6410 IPRO	98		93		99		99		97 a	
6968RSF	98		95		97		99		97 a	
BMX POTÊNCIA RR	96		91		97		98		96 a	
7166RSF IPRO	98		95		99		98		98 a	
8576RSF	95		95		98		99		97 a	
TG	99		88		97		96		95 a	
Média	97	A	91	B	97	A	97	A	95	
CV%	6,57									

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

No teste de Condutividade Elétrica – CE (Tabela 10), o Ensaio 1 apresentou o menor valor com $42,9 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ diferenciando-se dos demais ensaios. Os demais ensaios não apresentaram diferenças entre si.

De forma semelhante a estudo, GRIS et al. (2010) observaram tendência crescente de lixiviados com o retardamento da colheita. OLIVEIRA et al. (2014) observaram correlação positiva entre o teste de condutividade elétrica e absorção de água pela vagem em R8. VIEIRA e

KRZYZANOWSKI (1999) sugerem que os valores de condutividade elétrica para lotes de médio a alto vigor não podem ultrapassar $70-80 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$. Todas as combinações entre Ensaios e Genótipos apresentaram valores inferiores a estas referências.

O teste CE para genótipos possibilitou a formação de três grupos diferentes entre si. O grupo com as maiores valores de CE foi composto pelos genótipos DMARIO5.9i, BMX TURBO RR, 5958RSF IPRO, 6458RSF IPRO e FPS URANO RR. Este grupo reuniu alguns dos materiais que apresentaram os menores valores para G8 e EA e materiais com maior de 1000 sementes. O segundo grupo formado pelos resultados intermediários foi formado pelos genótipos A 4725RG, NS 4823, DMARIO58i, BMX ATIVA RR, NK412113, 6160RSF IPRO, CD202, 7166RSF IPRO e 8576RSF. O terceiro grupo com os menores valores para CE foi composto pelos genótipos 5953RSF, BMX ENERGIA RR, SYN1059RR, NS5959 IPRO, NA5909RG, 6563RSF IPRO, NK7059RR, M6410 IPRO, 6968RSF, BMS POTÊNCIA RR e TG.

Neste estudo também foram avaliadas e analisadas o comprimento de parte aérea de plântula, massa seca de parte aérea da plântula, comprimento de raiz e massa seca de raiz. Os resultados e comparação de médias são apresentados nas Tabelas 11, 12, 13 e 14.

Para a avaliação de comprimento de parte aérea de plântula – CPA (Tabela 11) observou-se diferença significativa a 5% para interação entre os Ensaios e Genótipos. No Ensaio 3, pode-se observar a separação em dois grupos diferentes significativamente entre si. O primeiro grupo, composto pelos materiais com maior comprimento de plântula, foi formado pelos seguintes genótipos: NS4823, 5953RSF, BMX ENERGIA RR, DMARIO58i, BMX ATIVA RR, DMARIO59i, 5958RSF IPRO, NK7059RR, M6410 IPRO, BMX POTÊNCIA RR, 7166RSF IPRO e TG. O grupo com menor CPA foi formado por A4725RG, BMX TURBO RR, NK412113, SYN1059RR, NS5959 IPRO, 6160RSF IPRO, NA5909RG, 6458RSF IPRO, FPS URANO RR, 6563RSF IPRO, CD202, 6868RSF e 8576RSF. Este resultado indica que altas temperaturas no período de pré-colheita podem influenciar no comprimento de plântula de alguns genótipos.

HENNING et al. (2010) observaram maior comprimento planta (parte aérea mais raiz) em lotes com maior vigor de semente quando comparados a lotes com menor vigor.

Tabela 10: Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Média	
A 4725RG	44,6	50,43	42,4	55,1	48,1	B
NS 4823	40,3	37,19	55,5	53,9	46,7	B
5953RSF	39,4	46,94	39,7	46,1	43,0	C
BMX ENERGIA RR	33,7	44,48	39,1	38,4	38,9	C
DMARIO 58i	47,9	50,70	39,0	49,8	46,8	B
BMX ATIVA RR	47,1	42,35	48,5	44,6	45,6	B
DMARIO 59i	47,6	53,93	49,5	48,4	49,8	A
BMX TURBO RR	55,7	57,23	50,7	64,7	57,1	A
5958RSF IPRO	47,5	52,52	55,6	51,3	51,7	A
NK 412113	45,0	45,2	46,1	45,1	45,3	B
SYN1059 RR	37,5	40,6	33,9	44,4	39,1	C
NS 5959 IPRO	34,6	44,2	41,9	44,7	41,3	C
6160RSF IPRO	46,6	46,8	49,8	44,4	46,9	B
NA 5909 RG	40,2	47,1	45,6	41,1	43,5	C
6458RSF IPRO	50,7	49,1	47,9	55,9	50,9	A
FPS URANO RR	47,2	44,7	54,8	56,0	50,7	A
6563RSF IPRO	41,1	42,6	48,1	43,0	43,7	C
CD 202	45,0	41,0	53,5	53,5	48,3	B
NK 7059 RR	35,9	37,9	37,9	38,8	37,6	C
M6410 IPRO	42,8	40,5	42,8	43,8	42,5	C
6968RSF	37,7	46,1	42,7	45,0	42,9	C
BMX POTÊNCIA RR	39,1	42,4	42,3	44,4	42,0	C
7166RSF IPRO	47,0	45,3	42,3	45,3	45,0	B
8576RSF	41,0	42,8	50,7	47,6	45,5	B
TG	37,9	42,2	34,0	32,0	36,5	C
Média	42,9	B 45,4	A 45,4	A 47,1	A 45,2	
CV%	15,9					

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

Tabela 11: Comprimento de parte aérea (cm) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		Ensaio 4		Média	
A 4725RG	5,86	Aa	5,53	Aa	5,94	Ab	5,67	Aa	5,75	B
NS 4823	5,88	Aa	5,51	Aa	6,81	Aa	6,04	Aa	6,06	A
5953RSF	6,13	Aa	5,90	Aa	6,52	Aa	6,12	Aa	6,17	A
BMX ENERGIA RR	6,03	Aa	6,43	Aa	6,22	Aa	6,69	Aa	6,34	A
DMARIO 58i	6,69	Aa	6,32	Aa	6,74	Aa	6,64	Aa	6,60	A
BMX ATIVA RR	6,13	Aa	6,13	Aa	6,49	Aa	6,23	Aa	6,24	A
DMARIO 59i	6,44	Aa	5,70	Aa	7,22	Aa	6,75	Aa	6,53	A
BMX TURBO RR	5,62	Aa	5,38	Aa	5,17	Ab	5,19	Aa	5,34	B
5958RSF IPRO	6,71	Aa	5,91	Aa	6,41	Aa	6,12	Aa	6,29	A
NK 412113	5,52	Aa	5,63	Aa	5,75	Ab	5,36	Aa	5,56	B
SYN1059 RR	6,36	Aa	5,83	Aa	5,74	Ab	5,71	Aa	5,91	B
NS 5959 IPRO	6,08	Aa	5,76	Aa	5,47	Ab	5,89	Aa	5,80	B
6160RSF IPRO	6,00	Aa	5,61	Aa	5,98	Ab	6,10	Aa	5,92	B
NA 5909 RG	5,62	Aa	5,39	Aa	5,22	Ab	6,30	Aa	5,63	B
6458RSF IPRO	5,07	Aa	4,92	Aa	5,27	Ab	5,05	Aa	5,08	B
FPS URANO RR	5,62	Aa	5,72	Aa	5,46	Ab	5,69	Aa	5,62	B
6563RSF IPRO	6,65	Aa	5,59	Aa	5,87	Ab	5,44	Aa	5,89	B
CD 202	5,64	Aa	5,19	Aa	5,30	Ab	6,26	Aa	5,60	B
NK 7059 RR	5,55	Aa	5,19	Aa	6,30	Aa	5,52	Aa	5,64	B
M6410 IPRO	6,73	Aa	5,45	Aa	6,22	Aa	6,19	Aa	6,15	A
6968RSF	5,80	Aa	5,73	Aa	5,79	Ab	5,81	Aa	5,78	B
BMX POTÊNCIA RR	5,99	Aa	6,58	Aa	6,65	Aa	7,10	Aa	6,58	A
7166RSF IPRO	6,54	Aa	5,79	Aa	7,18	Aa	5,88	Aa	6,35	A
8576RSF	5,58	Aa	6,09	Aa	5,66	Ab	5,58	Aa	5,73	B
TG	6,05	Aa	6,36	Aa	6,51	Aa	6,52	Aa	6,36	A
Média	6,01	ns	5,75		6,08		5,99		5,96	
CV%	13,75									

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

Para massa seca de parte aérea – MSPA (Tabela 12) não foi observada diferença a 5% de significância para interação entre os Ensaios e Genótipos e nem para o fator Ensaios. Observou-se diferença somente para o fator Genótipos.

HENNING et al. (2010) observaram maior massa seca de planta (parte aérea mais raiz) em lotes com maior vigor de semente quando comparados a lotes com menor vigor.

Os genótipos para o teste MSPA foram separados em dois grupos diferentes entre si. O grupo com as maiores valores de MSPA foi composto pelos genótipos A4725RG, DMARIO58i, DMARIO59i, 5958RSF IPRO, NK412113, SYN1059RR, NA5909RG, 6458RSF IPRO, FPS URANO RR, CD202, 6968RSF, BMX POTÊNCIA RR e 8576RSF. O grupo com menor valor foi composto por NS4823, 5953RSF, BMX ENERGIA RR, BMX ATIVA RR, BMX TURBO

RR, NS5959 IPRO, 6160RSF IPRO, 6563RSF IPRO, NK7059RR, M6410 IPRO, 7166RSF IPRO e TG.

Tabela 12: Massa seca de parte aérea (mg) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Média	
A 4725RG	181,53	185,03	163,23	193,03	180,70	A
NS 4823	148,72	101,26	114,33	145,18	127,37	B
5953RSF	151,82	137,41	108,06	145,08	135,59	B
BMX ENERGIA RR	139,57	153,98	119,23	109,11	130,47	B
DMARIO 58i	160,38	181,14	158,42	171,40	167,83	A
BMX ATIVA RR	97,60	126,01	149,84	112,63	121,52	B
DMARIO 59i	162,31	162,83	167,52	139,53	158,05	A
BMX TURBO RR	117,67	123,14	138,28	132,61	127,93	B
5958RSF IPRO	140,39	170,79	154,38	157,13	155,67	A
NK 412113	145,32	171,84	154,71	169,94	160,45	A
SYN1059 RR	161,29	151,28	138,38	151,91	150,72	A
NS 5959 IPRO	135,58	144,60	103,13	149,88	133,30	B
6160RSF IPRO	140,48	136,59	141,15	118,62	134,21	B
NA 5909 RG	170,50	144,92	122,50	151,32	147,31	A
6458RSF IPRO	164,13	179,05	169,84	125,03	159,51	A
FPS URANO RR	140,08	123,51	157,72	129,03	137,58	A
6563RSF IPRO	158,28	101,44	112,60	124,79	124,28	B
CD 202	116,54	169,59	152,40	150,24	147,19	A
NK 7059 RR	120,61	140,97	120,32	153,78	133,92	B
M6410 IPRO	119,53	126,43	158,01	89,87	123,46	B
6968RSF	154,18	163,31	165,26	132,19	153,73	A
BMX POTÊNCIA RR	158,08	163,07	129,76	133,82	146,18	A
7166RSF IPRO	115,67	127,36	139,21	131,99	128,56	B
8576RSF	131,27	161,75	141,86	149,16	146,01	A
TG	96,71	129,88	129,17	175,28	132,76	B
Média	141,13	ns 147,09	140,37	141,70	142,57	
CV%	29,14					

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

Para comprimento de raiz – CRD (Tabela 13) não foi observada diferença a 5% de significância para interação entre os Ensaios e Genótipos e nem para o fator Genótipos. Observou-se diferença somente para o fator Ensaios.

O Ensaio 2 apresentou o menor valor para comprimento com 10,6 cm, apresentando diferença significativa para os demais ensaios. O Ensaio 4 apresentou valor de 11,3 cm diferindo dos demais ensaios. Os Ensaios 1 e 3, apresentaram valores de 11,6 e 11,9 respectivamente, não diferindo entre si, mas diferenciando-se dos demais. Estes resultados apontam para uma

tendência de redução do comprimento de radícula quando as sementes são expostas a chuva na pré-colheita.

Tabela 13: Comprimento de raiz (cm) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Média
A 4725RG	10,16	9,02	12,24	10,70	10,53
NS 4823	12,22	9,71	11,98	11,13	11,26
5953RSF	12,39	11,26	13,78	10,95	12,09
BMX ENERGIA RR	12,21	11,27	11,59	12,53	11,90
DMARIO 58i	11,33	11,54	12,77	12,22	11,96
BMX ATIVA RR	11,42	10,26	11,73	11,28	11,17
DMARIO 59i	11,84	8,72	11,57	11,94	11,02
BMX TURBO RR	11,87	10,39	11,72	10,54	11,13
5958RSF IPRO	12,31	11,26	11,70	11,14	11,60
NK 412113	11,55	11,35	11,89	11,65	11,61
SYN1059 RR	11,27	10,24	11,56	10,63	10,93
NS 5959 IPRO	13,24	11,17	11,56	10,82	11,70
6160RSF IPRO	11,42	11,66	11,71	11,20	11,49
NA 5909 RG	11,38	10,71	10,80	11,38	11,07
6458RSF IPRO	12,24	8,98	11,61	11,04	10,97
FPS URANO RR	10,22	8,71	10,74	9,78	9,86
6563RSF IPRO	11,80	11,58	12,06	11,28	11,68
CD 202	11,42	10,09	11,34	11,76	11,15
NK 7059 RR	11,13	9,99	12,37	10,99	11,12
M6410 IPRO	12,75	10,94	12,06	12,23	11,99
6968RSF	11,91	10,88	12,43	11,30	11,63
BMX POTÊNCIA RR	10,56	10,94	11,49	11,90	11,22
7166RSF IPRO	12,19	11,46	12,47	11,06	11,79
8576RSF	10,03	11,06	12,22	10,66	10,99
TG	11,66	11,41	12,70	12,24	12,00
Média	11,62	10,58	11,92	11,29	11,35
CV%	12,65				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

O teste para Massa Seca de Raiz- MSRD não apresentou diferença a 5% de significância para nem um dos fatores testados e tampouco para interação entre os Ensaios e Genótipos. As médias obtidas no referido teste são apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14: Massa seca de raiz (mg) dos genótipos de soja em função dos diferentes ensaios de chuva artificial e temperatura.

Genótipo	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Média
A 4725RG	74,89	46,95	88,81	77,41	72,01
NS 4823	78,55	55,19	69,50	58,32	65,39
5953RSF	82,64	68,00	60,82	68,00	69,87
BMX ENERGIA RR	72,59	53,92	69,44	91,42	71,84
DMARIO 58i	66,58	87,08	682,42	62,26	224,58
BMX ATIVA RR	56,82	58,69	56,70	71,75	60,99
DMARIO 59i	63,75	43,31	81,84	70,09	64,75
BMX TURBO RR	70,07	54,63	88,78	74,84	72,08
5958RSF IPRO	61,76	72,18	58,14	77,44	67,38
NK 412113	79,62	82,07	75,83	74,18	77,93
SYN1059 RR	78,01	65,83	89,26	69,23	75,58
NS 5959 IPRO	106,37	78,28	67,18	72,56	81,10
6160RSF IPRO	75,23	82,79	47,57	59,73	66,33
NA 5909 RG	69,85	61,73	54,52	61,40	61,87
6458RSF IPRO	101,18	71,25	85,42	60,76	79,65
FPS URANO RR	49,93	81,13	49,83	59,46	60,09
6563RSF IPRO	91,36	77,36	89,44	78,40	84,14
CD 202	66,64	64,97	83,73	68,28	70,91
NK 7059 RR	95,49	85,76	100,20	56,63	84,52
M6410 IPRO	636,36	51,08	63,91	68,74	205,02
6968RSF	112,82	72,70	87,58	90,30	90,85
BMX POTÊNCIA RR	58,35	42,59	92,55	87,06	70,14
7166RSF IPRO	65,01	70,02	74,33	55,68	66,26
8576RSF	71,28	77,13	78,61	70,87	74,47
TG	80,40	83,43	83,15	57,03	76,00
Média	98,62	ns 67,52	99,18	69,67	83,75
CV%	171,8				

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si.

4.2. Resultados de qualidade grão e correlação – FASE IV

Os resultados para relação de massa de vagem por massa de grão (PV/PG) e relação de massa de vagem por número de grãos (PV/NG) é apresentada na Tabela 15. O objetivo destas avaliações foi mensurar a quantidade de massa seca das vagens e verificar se existe variabilidade entre os diferentes genótipos.

Para relação massa de vagem por massa grão (PV/PG) observou-se a formação de quatro grupos distintos entre si. O primeiro grupo com as maiores médias foi composto pelos genótipos NK7059RR, M6410 IPRO, BMS POTÊNCIA RR e TG. O segundo grupo foi composto por A4725RG, 5953RSF, BMX ENERGIA RR, DMARIO58i, BMX ATIVA RR, BMX TURBO

RR, 5958RSF IPRO, NK412113, SYN1059RR, 6160RSF IPRO, FPS URANO RR, 6563RSF IPRO, CD202, 7166RSF IPRO e 8476RSF. O terceiro grupo formado por DMARIO59i, NS5959 IPRO e 6968RSF. O último grupo foi formado pelas cultivares NS4823, 6458RSF IPRO e NA5909RG IPRO os quais apresentaram as menores médias para esta característica.

A relação massa seca de vagem por número de grãos (PV/NG) também apresentou a formação de quatro grupos distintos significativamente entre si. O primeiro grupo com as maiores médias foi formado A4725RG, BMX TURBO RR, NK412113 e NK7059RR. O seguinte agrupamento contém DMARIO58i, 5958RSF IPRO, 6458RSF IPRO, 6563RSF IPRO e 8476RSF. O terceiro grupo foi formado por NS4823, BMX ENERGIA RR, BMX ATIVA RR, SYN1059RR, 6160RSF IPRO, CD202, 6968RSF, BMX POTÊNCIA RR e TG. O último agrupamento composto pelas menores médias observadas foi composto pelos genótipos 5953RSF, DMARIO59i, NS5959 IPRO, NA5909RG, FPS URANO RR, M6410 IPRO e 7166RSF IPRO.

Conhecer melhor as características de paredes de vagem é essencial para entender os mecanismos de tolerância à chuva. CHAPMAN (1984) observou em seus estudos a presença de um inibidor de germinação de sementes presente na estrutura de vagens senescentes e observou também que o nível de inibição causado pelas vagens variou entre diferentes cultivares. Também evidenciou características que facilitam a penetração de água pela vagem e absorção de água pelo tegumento.

Na Tabela 15, também são apresentadas as médias observadas nos testes para porcentagem de vagens abertas (VA) e porcentagem de grãos avariados (GAV) no teste realizado com vagens em rolos de papel úmido em 3 dias em germinador. Os testes de vagens em papel úmido a 1 dia não apresentaram nenhuma vagem aberta e não apresentaram grãos avariados. O teste de vagens a 5 dias apresentaram germinação e/ou apodrecimento em todas as vagens, não sendo possível a leitura adequada e caracterização dos genótipos. Sendo assim, tanto os testes com vagem em papel úmido em germinador a 1 dia e a 5 dias, não demonstra-se adequadas e portanto os dados não estão sendo considerados nas análises.

O teste de vagem em papel úmido em germinador a 3 dias apresentou resultados significativos a 5% pelo teste de Skott-Knott para as características avaliadas de vagens abertas e grãos avariados.

Os valores observados no teste de 3 e 5 dias foram muitos superiores ao padrão de comercialização. No teste de 3 dias as médias verificadas variaram entre 19.34% e 77.88% e no teste de 5 dias todos os genótipos atingiram 100%. Segundo Brasil (1983) em nosso país é permitido comercializar grãos de soja com porcentagem de grãos avariados de até 8%.

Para porcentagem de vagens abertas e vagens germinadas (VA) foi observada a formação de quatro grupos distintos entre si. O primeiro agrupamento com as maiores médias de porcentagem de vagens abertas e germinadas foi composto pela cultivar A4725RG. O segundo grupo foi formado pelos genótipos NK412113, NS5959IPRO, 6458RSF IPRO e 6563RSF IPRO. O seguinte agrupamento formado por NS4823, BMX TURBO RR, SYN1059RR, NA5909RG, FPS URANO RR, NK7059RR e M6410 IPRO. O último agrupamento com menor média foi formado pelos genótipos 5953RSF, BMX ENERGIA RR, DMARIO58i, BMX ATIVA RR, DMARIO59i, 5958RSF IPRO, 6160RSF IPRO, CD202, 6968RSF, BMX POTÊNCIA RR, 7166RSF IPR, 8576RSF e TG.

OLIVEIRA et al.(2014) em estudo com cultivares de soja avaliando a permeabilidade da vagem nos estádios R5, R6, R7 e R8, verificaram variabilidade genética entre os genótipos testados para permeabilidade da parede da vagem, apresentando uma correlação negativa com vigor de sementes. Também relataram que o conteúdo de lignina na parede da vagem não tem efeito na permeabilidade da parede da vagem.

Para porcentagem de grãos avariados (GAV) foi observado a formação de cinco grupos distintos entre si. O primeiro grupo com as maiores médias foi composto pelos genótipos DMARIO59i, 5958RSF IPRO, FPS URANO RR e M6410 IPRO. O segundo agrupamento foi formado por A4725RG, NS5959 IPRO, NA5909RG, 6458RSF IPRO e CD202. O terceiro grupo foi formado por NS4823, BMX ATIVA RR, BMX TURBO RR, NK412113, SYN1059RR, 6160RSF IPRO, 6563RSF IPRO, NK7059RR, BMX POTÊNCIA RR e 7166RSF IPRO. O último agrupamento com as menores médias registradas foi formado pelos genótipos BMX ENERGIA RR, 6968RSF, 8476RSF e TG.

Realizou-se análise de correlação entre os dados apresentados na Tabela 15 e os dados do Ensaio 2 das avaliações de primeira contagem – G5, germinação – G8, envelhecimento acelerado - EA, condutividade elétrica - CE e Massa de 1000 grãos - PMS. O resultado da análise de correlação é apresentado na Tabela 16. Apesar de várias correlações serem significativas a 5% os valores com correlações mais altas e acima de 0.70 são somente G5D com G8D, G5D com EA e G8D com EA. Estes resultados são esperados, uma vez, que são variáveis relacionadas utilizadas para avaliar vigor das sementes.

Tabela 15: Relação massa seca de vagem por massa seca de grão –PV/PG (%), massa seca de vagem por número de grão – PV/NG (mg/grão), vagens abertas e germinadas – VA (%) e grãos avariados – GAV (%) dos genótipos de soja.

Genótipo	PV/PG		PV/NG		VA		GAV	
A 4725RG	30,07	b	43,36	a	27,20	a	54,83	B
NS 4823	26,38	d	35,13	c	15,54	c	44,61	C
5953RSF	29,98	b	33,39	d	1,19	d	19,34	E
BMX ENERGIA RR	30,18	b	37,81	c	2,38	d	34,77	D
DMARIO 58i	30,71	b	40,51	b	2,38	d	21,40	E
BMX ATIVA RR	30,01	b	35,34	c	4,65	d	41,39	C
DMARIO 59i	27,84	c	33,59	d	7,92	d	76,01	A
BMX TURBO RR	30,14	b	43,26	a	12,91	c	45,82	C
5958RSF IPRO	30,88	b	39,77	b	7,80	d	73,35	A
NK 412113	31,18	b	46,11	a	17,63	b	46,40	C
SYN1059 RR	30,53	b	35,52	c	12,58	c	48,09	C
NS 5959 IPRO	28,36	c	34,76	d	17,83	b	60,05	B
6160RSF IPRO	30,57	b	36,91	c	9,98	d	51,62	C
NA 5909 RG	26,82	d	32,15	d	12,15	c	59,78	B
6458RSF IPRO	25,27	d	40,12	b	19,57	b	58,51	B
FPS URANO RR	29,92	b	33,28	d	11,22	c	77,08	A
6563RSF IPRO	31,49	b	41,17	b	17,16	b	48,61	C
CD 202	30,81	b	37,77	c	9,65	d	55,28	B
NK 7059 RR	35,06	a	42,27	a	12,02	c	48,05	C
M6410 IPRO	35,21	a	32,55	d	12,88	c	77,88	A
6968RSF	28,76	c	37,29	c	7,91	d	35,75	D
BMX POTÊNCIA RR	33,85	a	36,54	c	3,46	d	47,02	C
7166RSF IPRO	29,65	b	32,97	d	10,53	d	46,02	C
8476RSF	31,58	b	39,63	b	7,44	d	31,58	D
TG	36,2	a	36,42	c	3,52	d	29,68	D
Média	30,46		37,51		10,70		49,32	
CV%	4,59		5,24		53,52		16,67	

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16: Correlação entre relação de massa seca de vagem por massa seca de grão –PV/PG, massa seca de vagem por número de grão – PV/NG, vagens abertas e germinadas – VA, grãos avariados - GA, Primeira Contagem – G5D, Germinação – G8D, Envelhecimento Acelerado – EA, Condutividade Elétrica – CE e Massa de 1000 sementes dos genótipos de soja testados.

Correlação	VA	GAV	PV/PG	PV/NG	G5D	G8D	EA	CE	PMS
VA									
GAV	0,28*								
PV/PG	-0,28*	-0,14							
PV/NG	0,20	-0,17	0,18						
G5D	-0,14	-0,26*	0,32*	-0,02					
G8D	-0,14	-0,26*	0,31*	-0,03	0,99*				
EA	-0,16	-0,16	0,20	-0,05	0,90*	0,90*			
CE	0,06	0,04	-0,21	0,06	0,10	0,10	0,22		
PMS	0,34*	-0,04	-0,46*	0,54	-0,28*	-0,28*	-0,29*	0,28*	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A correlação entre vagens abertas e grãos avariados e vagens abertas e Massa de 1000 sementes foram positivas e significativas a 5% de probabilidade. Este resultado indica que quanto maior a massa de 1000 sementes maior a probabilidade das vagens maduras abrir na presença do excesso de umidade. Neste mesmo sentido, quando maior a porcentagem de vagens abertas, maior a probabilidade de aparecimento de grãos avariados em um lote.

Para vagens abertas e a relação massa seca de vagem por massa seca de grão a correlação também foi significativa e negativa, indicando que quando maior a quantidade de massa seca de vagem protegendo as sementes, menor a probabilidade de abertura da vagem madura na presença de excesso de umidade. Esta relação (PV/PG) está correlacionada também com a massa de 1000 sementes, a qual foi positiva e significativa a 5% de probabilidade.

A variável grãos avariados correlacionou negativamente e significativamente com germinação e o teste de primeira contagem. Por outro lado, a relação PV/PG correlacionou positivamente com germinação e teste de primeira contagem. Este resultado indica que quando maior a massa de vagem protegendo as sementes, maior a probabilidade de obtenção de lotes de alta qualidade. As médias de vigor observado no Ensaio 2 (utilizado para correlação) são considerados altos e descrevem lotes de alta qualidade, além de apresentar grande homogeneidade entre os genótipos testados, o que pode explicar a correlação moderada com grãos avariados, que por sua vez apresentam valores altos e grande variabilidade.

OLIVEIRA et al. (2014) citam vários trabalhos realizados que identificaram variabilidade genética para permeabilidade das paredes das vagens em soja. Estes autores também relataram relação entre a baixa permeabilidade das paredes das vagens e alta qualidade fisiológica de sementes de soja.

A massa de 1000 sementes correlacionou negativamente e significativamente com as variáveis massa de vagem por massa de grão, germinação, teste de primeira contagem e envelhecimento acelerado. A massa de 1000 sementes afeta fortemente a qualidade de sementes, indicando uma menor qualidade quanto maior for a massa de 1000 de sementes. Por outro lado a massa de 1000 sementes correlacionou positivamente com vagens abertas e condutividade elétrica, indicando que quanto maior a massa de semente maior o risco de abertura de vagem e maior a probabilidade de danificação das membranas da semente. Em função destes resultados, se recomenda as empresas multiplicadoras de sementes de soja, que busquem localidades ou visem épocas de plantio, segunda quinzena de novembro ou mês de dezembro, que proporcionem um menor tamanho e massa de sementes.

Este foi um primeiro estudo exploratório visando à identificação de testes mais simples para seleção de genótipos de soja tolerantes a excesso hídrico em pré-colheita, que possibilitará o lançamento de cultivares com maior facilidade de produção de sementes e melhor qualidade grãos para os agricultores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A simulação de chuva em casa de vegetação demonstrou resultados promissores como ferramenta para seleção de genótipos com tolerância a chuva em pré-colheita. Sugere-se novos estudos aumentando o período da simulação de chuva acima de 3 dias, visando potencializar os danos por umidade e permitindo identificar os genótipos mais tolerantes.

Observou-se uma maior influência da umidade em pré-colheita do que as temperaturas sobre a qualidade fisiológica de semente. Este estudo leva a concluir que temperaturas até 35°C em períodos de exposição de até três dias, não ocasionam perdas de qualidade em viabilidade e vigor de semente. A exposição à chuva simulada por três dias apresentou redução significativa na viabilidade e vigor de sementes.

Os genótipos DMARIO59i, A4725RG, NS4823 e FPS URANO RR apresentaram redução na viabilidade de sementes quando expostos a chuva simulada por três dias. São genótipos que exigem maior atenção em processos de produção de sementes de alta qualidade, devendo sua colheita ser realizada o mais próximo possível do estágio R8.

O teste de vagens em papel úmido com leitura aos três dias apresentou separação dos genótipos em grupos distintos entre si para vagens abertas/germinadas e grãos avariados. No entanto, não se observou correlação destas avaliações com os testes de qualidade de sementes dos ensaios de chuva simulada. Sugerem-se novos testes com períodos de avaliação de 24 a 72 horas para leitura, buscando uma melhor correlação com o estudo de chuva simulada.

De forma geral identificou-se um grande grupo de genótipos com tolerância a chuva por três dias em pré-colheita, que podem ser utilizados em programas de melhoramento como fontes para este caractere. Novos estudos devem ser realizados aumentando o tempo de exposição à chuva simulada visando comprovar estes primeiros resultados.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, E.R., FARONI, L.R.D., LACERDA FILHO, A.F., PETERNELLI, L.A., COSTA, A.R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.5, p.606-613, Campina Grande, 2009.

ALVAREZ, P.J.C., KRZYZANOWSKI, F.C., MANDARINO, J.M.G., FRANÇA NETO, JB. Relationship between soybean seed coat ligninacontente and resistance to mechanical damage.**Seed Science and Technology**.v.25, n.2, p.209-214, Zurich, 1997.

ASSISTAT Versão 7.7 beta (2015) - Homepage <http://www.assistat.com>.SILVA, F.A.S. UFCG, Brasil - Atualizado 01/04/2015.

BAHRY, C.A., ZIMMER, P.D. SGlu2 gene expression.In coats of soybean seeds.**JournalofSeed Science**. V.36, n.3, p.290-294, 2014.

BORGES, C.T., ROSA, M.P., SCHAEGLER, C.E., VENSKE, E., FIN, S.S., RITTER, R., ZIMMER, P.D. Expressão do gene VLXC em tegumentos de Sementes de soja de genótipos contrastantes. In: **Congresso Brasileiro de Sementes**. Florianópolis, 2013.

BRACINI, A. L. **Avaliação da qualidade fisiológica da semente de variedades e linhagens de soja (*Glycinemax*) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento**. 1993 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, 1993.

BRASIL. **Leis e Decretos. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº11**, de 15 de maio de 2007, diário Oficial da União, de 16 de março de 2007. Seção I, p. 13-15, Brasília, 2007.

BRASIL, **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Portaria nº 262 de 23/11/1983 D.O.U. 25/11/1983 Brasília, 1983

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

CAMARA, G.M.S. Colheita. **SOJA: plantio a colheita** SEDIYAMA, T., SILVA, F., BORÉM, A. Editora UFV, Viçosa, 2015.

CAVARIANI, C., TOLEDO, M.Z., RODELLA, R.A., FRANÇA NETO, J.B., NAKAWAGA, J. Velocidade de hidratação em função de características de tegumento de sementes de soja de diferentes cultivares e localidades. **Revista Brasileira de Sementes**. Vol. 31, n1, p.030-039, 2009.

CHAPMAN, J. Evidence of a germination inhibitor in senescent soybean pod walls. S. afr. Tydskr. **PlantGrond**, v.1, p.30-31, 1984.

COSTA N.P., MESQUITA, C.M., MAURINA, A.C., FRANÇA NETO, J.B., KRZYŻANOWSKI, F.C., OLIVEIRA, M.C.N., HENNING, A.A. Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes** v.27, n.2, p.01-06, 2005.

DANTAS, I.B., OLIVEIRA, J.A., SANTOS, H.O., VON PINHO, E.V.R., ROSA, S.D.V.F. Influence of lignin content in soybean seed coat on the incidence of storage fungus *Aspergillus flavus*. **Revista Brasileira de Sementes**. v.34, n.4, p.541-548, 2012.

DELLAGOSTIN, M., HENNING, F.A., MERTZ, L.M., KOPP, M.M., CRESTANI, M. SCHUSTER, I., ZIMMER, P.D. Dissimilaridade Genética em população segregante de soja com variabilidade para caracteres morfológicos de semente. **Revista Brasileira de Semente**. v.33, n.4, p.689-698, 2011.

DINIZ, F.O., REIS, M.S., DIAS, L.A.S., ARAUJO, E.F., SEDIYAMA, T., SEDIYAMA, C.A. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v.35, n.2, p.147-152, 2013.

FELETTI, R.C.G., ANDRADE, P.J., CANEPPELE, M.A.B., CANEPPELE, C., CARNEIRO, S.G. Resumo: Variabilidade Qualitativa de Grãos de Soja correlacionados com atributos climáticos. In: **VII Congresso Brasileiro de Soja**. Florianópolis, 2015.

FEHR, W.R., CAVINESS, C.E., BURMOOD, D.T., PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, v.11, n.6, p.929-931, 1971.

FLOR, E.P.O., CICERP, S.M., FRANÇA-NETO, J.B., KRZYZANOWSKI, F.C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**. V.26, n1, p.68-76, 2004.

FOUNTAIN, D.W.et. al. Seed development in *Phaseolus vulgaris* L. cv Seminole. 4. Embryo axis growth in late maturation seeds is constrained by lack of available water. **Agronomy od New Zealand**. n.12, p.117-122, 2000.

FOUNTAIN, D.W. et. al. Seed development in *Phaseolus vulgaris* L. cv Seminole. 3. NMR imaging of embryos during ethylene-induced precocious germination. **Seed Science Research**, v.8, n.3, p.357-365, 1998.

FRANÇA NETO, J.B., KRZYZANOWSKI, F.C., WEST, S.H., HENNING, A.A., COSTA, N.P. Determinação do conteúdo de lignina nos tegumentos de sementes de soja com tegumento preto. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 1999. Londrina. Anais. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 247p. (Documento 134).

FRANÇA NETO, J.B. KRZYZANOWSKI, F.C. Estratégias do melhoramento para produção de sementes de soja no Brasil In: **SIMPOSIO SOBRE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS – MELHORAMENTO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE SEMENTES NO BRASIL**,2003, Lavras, Anais Lavras: UFLA, 2003. CD ROM.

FRANCO, F.A., PINTO, R.J.B., SCAPIM, C.A., SCHUSTER, I., PREDEBON, C.T., MARCHIORO, V.S. tolerância à germinação na espiga em cultivares de trigo colhido na maturação fisiológica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p2396-2401, dez, 2009.

GIURIZATTO, M.I.K., SOUZA, L.C.F., ROBAINA, A.D., GONÇALVES, M.C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de sementes de soja. **Ciências e Agrotecnologia** . Lavras. v.27, n.4, p.771-779, jul/ago, 2003.

GRIS, C.F., VON PINHO, E.V.R., ANDRADE, T., BALDONI, A., CARVALHO, M.L.M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.374-381, mar/abr, 2010.

GUSTIN, J.L, SETTLES, A.M. Fenômica de Sementes. **Fenômica: como a fenotipagem de próxima geração está revolucionando o melhoramento de plantas**. FRITSCHÉ-NETO, R., BOREM, A. UFV: Viçosa, 2015.

HENNING, F.A., MAIA, L.C., MERTZ, L.M., ZIMMER, P.D., OLIVEIRA, A.C. Predição *In Silico* de marcadores microssatélites relacionados ao tegumento de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**.v.31, n.4, p.049-056, 2009.

HUTH, C., MERTZ, L.M., BARBIERI, A.P.P., ANDRADE, F.F., ZEN, H.D., LOPES, S.J., MATTIONI, N.M., KIRCHNER, J.H. Velocidade de embebição de sementes de soja através de chuva simulada. In: **Congresso Brasileiro de Sementes**. Florianópolis, 2013.

IBGE: **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201502_4.shtmData : 10/03/2015.

INMET: **Dados estação convencional Passo Fundo-RS**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/dspDadosCodigo.php?ODM5MTQ>. Acesso em 05/05/2014.

KRZYZANOWSKI, F.C., FRANÇA NETO, J.B., MANDARINO, J.M.G., KASTER, M. Evaluation of lignin content of soybean seed coat stored in a controlled environment. **Revista Brasileira de Sementes**. v.30, n.2,p.220-223, 2008.

LIMA, M.M., GIASSEN, N.F., SANTANA, G.K., SANTOS, F.J., ALMEIDA, M.R., SANTOS, E.L. Tolerância de Genótipos de soja a germinação na vagem. In: **VII Congresso Brasileiro de Soja**. Florianópolis, 2015

LIMA, W.A.A., BORÉM, A., DIAS, D.C.F.S., MOREIRA, M.A., DIAS, L.A.S., PIOVESAN, N.D. Retardamento de Colheita com método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.186-182, 2007.

MATHIAS, V., PEREIRA, T., MANTOVANI, A., MARTINAZZO JUNIOR, J.C. Redução do vigor em função de diferentes épocas de colheita de sementes de soja. In: **VII Congresso Brasileiro de Soja**. Florianópolis, 2015

MENEZES, M., VON PINHO, E.V.R., ROVERI JOSÉ, S.C.B., BALDONI, A., MENDES, F.F. Aspectos químicos e estruturais da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1716-1723, Brasília, dez.2009.

MERTZ, L.M., HENNING, F.A., CRUZ, H.L., MENEGHELLO, G.E., FERRARI, C.S., ZIMMER, P.D. Diferenças Estruturais entre tegumento de sementes de soja com permeabilidade contrastante. **Revista Brasileira de Sementes**. v.31, n1, p.023-029, 2009.

MERTZ, L.M., HENNING, F.A., ZIMMER, P.D. cDNA-AFLP na identificação de genes relacionados a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**. v.31, n.2, p.048-053, 2009.

MERTZ, L.M., HENNING, F.A., BARBIERI, A.P.P., SEGALIM, S.R., KRZYZANOWSKI, F.C., ZIMMER, P.D. Punctual mutations in lipoxygenase sequence expressed in black soybean seed coat. **Journal of Seed Science**. v.35, n.2, p.236-239, 2013.

NAIDU, N.V., SEENAI AH, P., SATYANARAYANA, A. Mechanism of resistance to pre-harvest sprouting in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). **Annals of Agricultural Research**, vol.17, p.167-180, 1996.

OLIVEIRA, C.M.G., KRZYZANOWSKI, F.C., OLIVEIRA, M.C.N., FRANÇA NETO, J.B., HENNING, A.A. Relationship between pod permeability and seed quality in soybean. **Journal of Seed Science**. v.36, n.3, p.273-281, 2014.

PÁDUA, G.P., ARANTES, N.E., PAES, J.M.V., FRONZA, V. Produtividade e qualidade fisiológica de genótipos de soja após o retardamento de colheita. In: **VII Congresso Brasileiro de Soja**. Florianópolis, 2015

PESKE, S.T., BARROS, A.C.S.A., SCHUCH, L.O.B. Produção de Sementes. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos** PESKE, S.T., VILLELA, F.A., MENEGUELLO, G.E 3ªed Ed: UFPel Pelotas: 2012

RNC: **Registro Nacional de Cultivares: Soja.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php Data: 20/01/2015.

ROSA, M.P., BORGES, C.T., VENSKE, E., FIN, S.S., RITTER, R., ZIMMER, P.D. Expressão do gene HPS em sementes de soja com tegumentos contrastantes. In: **Congresso Brasileiro de Sementes**. Florianópolis, 2013.

ROSSETO, T.A.O.F., BARROS, L.M., RIBEIRO, G.P., FONSECA JUNIOR, N.S. Análise de Genótipos de Feijoeiro submetidos ao estresse abiótico de chuva antes da colheita com as sementes ainda no interior das vagens. **Prêmio de Produção Científica**: Reynaldo Camargo Neves, de 03 a 07 de outubro de 2011. UNIFIL, 2011.

SANTOS, E.L., POLA, J.N., BARROS, A.S.R., PRETE, C.E.C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor de tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. v.29, n.1, p.20-26, 2007.

SEDYAMA, T., MATSUO, E., OLIVEIRA, R.C.T., GLASENAPP, J.S. Características agronômicas de cultivares. **SOJA: plantio a colheita** SEDIYAMA, T., SILVA, F., BORÉM, A. Editora UFV Viçosa, 2015.

SILVA, A. F., SEDIYAMA, T., BORÉM A., SILVA, F. C. S. Cultivares. **SOJA DO PLANTIO A COLHEITA**. ED. SEDIYAMA, T., SILVA, F., BORÉM, A. UFV, 2015

SKERRITT, J.H.; HEYWOOD, R.H.; A Five-Minute Field Test for On-Farm Detection of Pre-Harvest Sprouting in Wheat. **Crop Science**.v.40, p.742-756, 2000.

SNPC: **Serviço Nacional de Proteção de Cultivares: Soja.** Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_protegidas.php Data: 20/01/2015.

SOARES, M.M., SEDIYAMA, T., MATSUO, E., GLASENAPP, J.S. Produção e Qualidade Fisiológica de Sementes. **SOJA: plantio a colheita** SEDIYAMA, T., SILVA, F., BORÉM, A. Editora UFV Viçosa, 2015.

SOUZA, F.H.D., MARCOS-FILHO, J. The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabacea. **Revista Brasileira de Botânica** v.24, n.4, p.365-375, São Paulo: dez, 2001.

USDA: **World Soybeans and Products Supply and Distribution.** Disponível em; <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Table+16%3a++World+Soybeans+and+Products+Supply+and+Distribution&hidReportRetrievalID=715&hidReportRetrievalTemplateID=13> Data: 03/03/2015.

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. Cap.4, p.1-26.

ZUFFO, A.M., ZAMBIAZZI, E.V., REZENDE, P.M., ZUFFO JUNIOR, J.M., SALES, A.P., VILELA, V.P.M.C, RODRIGUES, M. Retardamento de colheita na cultura da soja. In: **VII Congresso Brasileiro de Soja.** Florianópolis, 2015